



# URUGUAY

---

COMPENDIO DE MAPAS DE RIESGO



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



**DINAGUA**  
Dirección Nacional  
de Aguas



# Equipo de trabajo

## Dirección y Coordinación de Grupos de Trabajo Técnico

Omar Darío Cardona A.  
Dirección General del Proyecto

Gabriel Andrés Bernal G.  
Dirección científica INGENIAR

## Especialistas - Grupos de Trabajo

María Alejandra Escovar  
Diana González  
Sthefania Grajales  
Paula Marulanda  
John Fredy Molina  
David Rincón  
Claudia Villegas

Compendio de Mapas de Riesgo de Uruguay.  
Bogotá, D.C., Colombia  
2020

Citación:

Cardona, O.D., Bernal, G., Escovar, M.A., Gonzáles, D., Grajales, S., Marulanda, P., Molina, J., Rincón, D., y Villegas, C. (2020). Uso de datos masivos para la eficiencia del Estado y la integración regional. Compendio de mapas de riesgo de Uruguay. Preparado para Fundación Ricaldoni. INGENIAR Risk Intelligence Ltda. Bogotá.



# Tabla de contenido

<b>1.</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>10</b>
<b>2.</b>	<b>Amenazas .....</b>	<b>20</b>
2.1.	<b>Fenómenos hidrometeorológicos .....</b>	<b>20</b>
2.1.1.	Inundaciones.....	21
2.1.2.	Sequía.....	25
2.1.3.	Viento.....	29
2.1.4.	Incendios forestales .....	32
<b>3.</b>	<b>Exposición y vulnerabilidad .....</b>	<b>35</b>
3.1.	<b>Exposición.....</b>	<b>35</b>
3.1.1.	Edificaciones e infraestructura.....	36
3.1.2.	Cultivos y ganado.....	39
3.1.3.	Vegetación susceptible a incendios forestales .....	54
3.2.	<b>Vulnerabilidad.....</b>	<b>57</b>
3.2.1.	Vulnerabilidad de inmuebles.....	58
3.2.2.	Vulnerabilidad de cultivos.....	59
3.2.3.	Vulnerabilidad en ganadería extensiva.....	60
<b>4.</b>	<b>Riesgo .....</b>	<b>61</b>
4.1.	Evaluación probabilista del riesgo.....	61
4.2.	Evaluación integral del riesgo – Índice integrado de riesgo ante eventos extremos (IREE) .....	64
4.3.	Resultados .....	66
<b>5.</b>	<b>Casos locales.....</b>	<b>172</b>
5.1.	Río Branco .....	172
5.2.	Artigas.....	176
5.3.	Montevideo.....	180
<b>6.</b>	<b>Perfiles departamentales.....</b>	<b>184</b>

# Tabla de mapas

Mapa 1. División político-administrativa de Uruguay .....	13
Mapa 2. División de Uruguay en secciones censales.....	14
Mapa 3. Población de Uruguay por departamento .....	16
Mapa 4. Población Uruguay por sección censal .....	17
Mapa 5. Valor expuesto edificaciones por departamento.....	37
Mapa 6. Valor expuesto edificaciones por sección censal .....	38
Mapa 7. Valor expuesto por departamento por tipo de cultivo (a) Arroz, (b) Cebada, (c) Cítricos.....	40
Mapa 8. Valor expuesto por departamento por tipo de cultivo (a) Maíz 1ra, (b) Maíz 2da, (c) Soja 1ra, (d) Soja 2da .....	41
Mapa 9. Valor expuesto por departamento por tipo de cultivo (a) Sorgo 1ra, (b) Sorgo 2da, (c) Trigo, (d) Viñedo .....	42
Mapa 10. Valor expuesto por sección censal por tipo de cultivo (a) Arroz, (b) Cebada, (c) Cítricos .....	43
Mapa 11. Valor expuesto por sección censal por tipo de cultivo (a) Maíz 1ra, (b) Maíz 2da, (c) Soja 1ra, (d) Soja 2da.....	44
Mapa 12. Valor expuesto por sección censal por tipo de cultivo (a) Sorgo 1ra, (b) Sorgo 2da, (c) Trigo, (d) Viñedo.....	45
Mapa 13. Valor expuesto total cultivos por departamento .....	46
Mapa 14. Valor expuesto total cultivos por sección censal.....	47
Mapa 15. Valor expuesto sector bovino por departamento .....	48
Mapa 16. Valor expuesto sector bovino por sección censal .....	49
Mapa 17. Valor expuesto sector ovino por departamento.....	50
Mapa 18. Valor expuesto sector ovino por sección censal .....	51
Mapa 19. Valor expuesto sector bovino + ovino por departamento .....	52
Mapa 20. Valor expuesto sector bovino + ovino por sección censal .....	53
Mapa 21. Valor expuesto vegetación susceptible a incendios forestales por departamento.....	55
Mapa 22. Valor expuesto vegetación susceptible a incendios forestales por sección censal .....	56
Mapa 23. Riesgo físico [RF] departamental .....	73
Mapa 24. Factor de agravamiento [F] departamental .....	74
Mapa 25. Índice de Riesgo ante eventos extremos [IREE] departamental.....	75
Mapa 26. Riesgo físico [RF] sección censal .....	76
Mapa 27. Factor de agravamiento [F] sección censal .....	77
Mapa 28. Índice de Riesgo ante eventos extremos [IREE] sección censal.....	78
Mapa 29. Riesgo físico [RF] agropecuario.....	79
Mapa 30. Factor de agravamiento [F] agropecuario .....	80
Mapa 31. Índice de Riesgo ante eventos extremos agropecuario [IREE] .....	81
Mapa 32. PAE [%] por sequía. Cultivos de arroz por departamento para diferentes escenarios de cambio climático .....	82
Mapa 33. PAE [%] por sequía. Cultivos de arroz por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático.....	83
Mapa 34. PAE [%] por sequía. Cultivos de cebada por departamento para diferentes escenarios de cambio climático.....	84
Mapa 35. PAE [%] por sequía. Cultivos de cebada por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático .....	85
Mapa 36. PAE [%] por sequía. Cultivos de cítricos por departamento para diferentes escenarios de cambio climático.....	86
Mapa 37. PAE [%] por sequía. Cultivos de cítricos por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático .....	87
Mapa 38. PAE [%] por sequía. Cultivos de maíz primera por departamento para diferentes escenarios de cambio climático.....	88
Mapa 39. PAE [%] por sequía. Cultivos de maíz primera por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático .....	89
Mapa 40. PAE [%] por sequía. Cultivos de maíz segunda por departamento para diferentes escenarios de cambio climático.....	90
Mapa 41. PAE [%] por sequía. Cultivos de maíz segunda por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático .....	91
Mapa 42. PAE [%] por sequía. Cultivos de soja primera por departamento para diferentes escenarios de cambio climático.....	92

Mapa 43.	PAE [%o] por sequía. Cultivos de soja primera por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático .....	93
Mapa 44.	PAE [%o] por sequía. Cultivos de soja segunda por departamento para diferentes escenarios de cambio climático .....	94
Mapa 45.	PAE [%o] por sequía. Cultivos de soja segunda por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático .....	95
Mapa 46.	PAE [%o] por sequía. Cultivos de sorgo primera por departamento para diferentes escenarios de cambio climático .....	96
Mapa 47.	PAE [%o] por sequía. Cultivos de sorgo primera por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático .....	97
Mapa 48.	PAE [%o] por sequía. Cultivos de sorgo segunda por departamento para diferentes escenarios de cambio climático .....	98
Mapa 49.	PAE [%o] por sequía. Cultivos de sorgo segunda por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático.....	99
Mapa 50.	PAE [%o] por sequía. Cultivos de trigo por departamento para diferentes escenarios de cambio climático .....	100
Mapa 51.	PAE [%o] por sequía. Cultivos de trigo por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático.....	101
Mapa 52.	PAE [%o] por sequía. Cultivos de viñedo por departamento para diferentes escenarios de cambio climático .....	102
Mapa 53.	PAE [%o] por sequía. Cultivos de viñedo por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático .....	103
Mapa 54.	PAE Absoluta por sequía por departamento clima base. Total cultivos .....	104
Mapa 55.	PAE Relativa por sequía por departamento clima base. Total cultivos .....	105
Mapa 56.	PAE Absoluta por sequía por sección censal clima base. Total cultivos .....	106
Mapa 57.	PAE Relativa por sequía por sección censal clima base. Total cultivos.....	107
Mapa 58.	PAE Absoluta por sequía por departamento RCP 2.6. Total cultivos.....	108
Mapa 59.	PAE Relativa por sequía por departamento RCP 2.6. Total cultivos .....	109
Mapa 60.	PAE Absoluta por sequía por sección censal RCP 2.6. Total cultivos .....	110
Mapa 61.	PAE Relativa por sequía por sección censal RCP 2.6. Total cultivos .....	111
Mapa 62.	PAE Absoluta por sequía por departamento RCP 4.5. Total cultivos.....	112
Mapa 63.	PAE Relativa por sequía por departamento RCP 4.5. Total cultivos .....	113
Mapa 64.	PAE Absoluta por sequía por sección censal RCP 4.5. Total cultivos .....	114
Mapa 65.	PAE Relativa por sequía por sección censal RCP 4.5. Total cultivos .....	115
Mapa 66.	PAE Absoluta por sequía por departamento RCP 6. Total cultivos.....	116
Mapa 67.	PAE Relativa por sequía por departamento RCP 6. Total cultivos.....	117
Mapa 68.	PAE Absoluta por sequía por sección censal RCP 6. Total cultivos .....	118
Mapa 69.	PAE Relativa por sequía por sección censal RCP 6. Total cultivos .....	119
Mapa 70.	PAE Absoluta por sequía por departamento RCP 8.5. Total cultivos.....	120
Mapa 71.	PAE Relativa por sequía por departamento RCP 8.5. Total cultivos .....	121
Mapa 72.	PAE Absoluta por sequía por sección censal RCP 8.5. Total cultivos .....	122
Mapa 73.	PAE Relativa por sequía por sección censal RCP 8.5. Total cultivos .....	123
Mapa 74.	PAE [%o] por sequía. Sector bovino por departamento para diferentes escenarios de cambio climático .....	124
Mapa 75.	PAE [%o] por sequía. Sector bovino por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático .....	125
Mapa 76.	PAE [%o] por sequía. Sector ovino por departamento para diferentes escenarios de cambio climático .....	126
Mapa 77.	PAE [%o] por sequía. Sector ovino por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático .....	127
Mapa 78.	PAE Absoluta por sequía por departamento clima base. Sector pecuario .....	128
Mapa 79.	PAE Relativa por sequía por departamento clima base. Sector pecuario .....	129
Mapa 80.	PAE Absoluta por sequía por sección censal clima base. Sector pecuario .....	130
Mapa 81.	PAE Relativa por sequía por sección censal clima base. Sector pecuario.....	131
Mapa 82.	PAE Absoluta por sequía por departamento RCP 2.6. Sector pecuario .....	132
Mapa 83.	PAE Relativa por sequía por departamento RCP 2.6. Sector pecuario.....	133
Mapa 84.	PAE Absoluta por sequía por sección censal RCP 2.6. Sector pecuario.....	134
Mapa 85.	PAE Relativa por sequía por sección censal RCP 2.6. Sector pecuario .....	135
Mapa 86.	PAE Absoluta por sequía por departamento RCP 4.5. Sector pecuario .....	136
Mapa 87.	PAE Relativa por sequía por departamento RCP 4.5. Sector pecuario.....	137
Mapa 88.	PAE Absoluta por sequía por sección censal RCP 4.5. Sector pecuario.....	138
Mapa 89.	PAE Relativa por sequía por sección censal RCP 4.5. Sector pecuario .....	139
Mapa 90.	PAE Absoluta por sequía por departamento RCP 6. Sector pecuario .....	140

Mapa 91. PAE Relativa por sequía por departamento RCP 6. Sector pecuario.....	141
Mapa 92. PAE Absoluta por sequía por sección censal RCP 6. Sector pecuario.....	142
Mapa 93. PAE Relativa por sequía por sección censal RCP 6. Sector pecuario .....	143
Mapa 94. PAE Absoluta por sequía por departamento RCP 8.5. Sector pecuario .....	144
Mapa 95. PAE Relativa por sequía por departamento RCP 8.5. Sector pecuario.....	145
Mapa 96. PAE Absoluta por sequía por sección censal RCP 8.5. Sector pecuario.....	146
Mapa 97. PAE Relativa por sequía por sección censal RCP 8.5. Sector pecuario .....	147
Mapa 98. PAE [%] por inundación por departamento por cultivo (a) Cebada; (b) Trigo; (c) Maíz 1ra; (d) Maíz 2da.....	148
Mapa 99. PAE [%] por inundación por departamento por cultivo (a) Soja 1ra; (b) Soja 2da; (c) Sorgo 1ra; (d) Sorgo 2da.....	149
Mapa 100. PAE [%] por inundación por sección censal por cultivo (a) Cebada; (b) Trigo; (c) Maíz 1ra; (d) Maíz 2da .....	150
Mapa 101. PAE [%] por inundación por sección censal por cultivo (a) Soja 1ra; (b) Soja 2da; (c) Sorgo 1ra; (d) Sorgo 2da .....	151
Mapa 102. PAE Absoluta por inundación por departamento. Total cultivos.....	152
Mapa 103. PAE Relativa por inundación por departamento. Total cultivos .....	153
Mapa 104. PAE Absoluta por inundación por sección censal. Total cultivos .....	154
Mapa 105. PAE Relativa por inundación por sección censal. Total cultivos.....	155
Mapa 106. PAE Absoluta por inundación por departamento. Edificaciones.....	156
Mapa 107. PAE Relativa por inundación por departamento. Edificaciones .....	157
Mapa 108. PAE Absoluta por inundación por sección censal. Edificaciones.....	158
Mapa 109. PAE Relativa por inundación por sección censal. Edificaciones .....	159
Mapa 110. PAE Absoluta por viento por departamento. Edificaciones .....	160
Mapa 111. PAE Relativa por viento por departamento. Edificaciones .....	161
Mapa 112. PAE Absoluta por viento por sección censal. Edificaciones .....	162
Mapa 113. PAE Relativa por viento por sección censal. Edificaciones.....	163
Mapa 114. PAE Absoluta por viento + inundación por departamento. Edificaciones .....	164
Mapa 115. PAE Relativa por viento + inundación por departamento. Edificaciones .....	165
Mapa 116. PAE Absoluta por viento + inundación por sección censal. Edificaciones .....	166
Mapa 117. PAE Relativa por viento + inundación por sección censal. Edificaciones.....	167
Mapa 118. PAE Absoluta en flujo de servicios por vegetación quemada por departamento.....	168
Mapa 119. PAE Relativa en flujo de servicios por vegetación quemada por departamento .....	169
Mapa 120. PAE Absoluta en flujo de servicios por vegetación quemada por sección censal.....	170
Mapa 121. PAE Relativa en flujo de servicios por vegetación quemada por sección censal .....	171

# Tabla de figuras

Figura 1. Unidades censales de Uruguay. Fuente: elaboración propia con información del INE.....	12
Figura 2. Marco institucional de la gestión integral del riesgo de desastres en Uruguay.....	18
Figura 3. Cuencas hidrográficas de Uruguay.....	20
Figura 4. Causas, Efectos e Impactos de Inundaciones. Fuente: CIACUA – CEDERI, 2006.....	22
Figura 5. Mapa de área de inundaciones Artigas. Fuente: DINAGUA.....	23
Figura 6. Etapas para la elaboración del mapa de riesgo de inundación.....	24
Figura 7. Tipo de tormentas por acumulación de celdas (Adaptado de Markowski & Richardson, 2010).....	<b>29</b>
Figura 8. Desarrollo de una tormenta de celda única (Tomado de Markowski & Richardson, 2010).....	29
Figura 9. Desarrollo de una tormenta de multi celda (Tomado de Markowski & Richardson, 2010).....	30
Figura 10. Tormenta de supercelda (Tomado de Markowski & Richardson, 2010).....	30
Figura 11. Mapa de riesgo de incendios forestales Kiyú (San José).....	34
Figura 12. Procedimiento general para la creación de un modelo simplificado de elementos expuestos.....	36
Figura 13. Insumos para la exposición del sector agrícola.....	39
Figura 14. Insumos para la exposición del sector pecuario.....	39
Figura 15. Insumos asociados a la exposición para la evaluación de riesgo por incendios forestales.....	54
Figura 16. Función de vulnerabilidad en términos del valor esperado y la varianza.....	58
Figura 17. Esquema de función de vulnerabilidad debido a inundaciones.....	58
Figura 18. Representación esquemática de la respuesta del cultivo al estrés hídrico.....	59
Figura 19. Esquema para el cálculo de la oferta de masa seca utilizable a partir de biomasa de pastura.....	60
Figura 20. Marco conceptual de la evaluación probabilista de riesgo multi-amenaza. (Cardona, 2001).....	61
Figura 21. Marco conceptual de la evaluación probabilista de riesgo por sequía (Bernal et al., 2017).....	62
Figura 22. Diagrama de flujo de la evaluación probabilista del riesgo (Marulanda, 2013).....	63
Figura 23. Marco conceptual del enfoque holístico a la evaluación probabilista del riesgo. Cardona & Barbat (2000).....	65
Figura 24. Resultados de riesgo físico e IREE departamental.....	71
Figura 25. Resultados de riesgo físico e IREE agropecuario.....	72
Figura 26. Mapas de profundidad de agua para dos escenarios de inundación.....	172
Figura 27. Mapas de amenaza integrada de inundación para 50, 100, 200 y 250 años de periodo de retorno.....	173
Figura 28. Distribución de características de elementos expuestos para la ciudad de Río Branco.....	174
Figura 29. PAE absoluta (en dólares) y PAE relativa (al millar) por padrón.....	174
Figura 30. Pérdidas máximas probables para Río Branco.....	175
Figura 31. Mapas de profundidad de inundación (en metros) para dos escenarios modelados.....	176
Figura 32. Mapas de amenaza integrada de inundación para 50, 100, 200 y 250 años de periodo de retorno.....	176
Figura 33. Distribución de características de elementos expuestos para la ciudad de Artigas.....	177
Figura 34. PAE absoluta (en dólares) y PAE relativa (al millar) por padrón.....	178
Figura 35. Pérdidas máximas probables para Artigas.....	179
Figura 36. Curva de amenaza por viento en Montevideo.....	180
Figura 37. Distribución de características de elementos expuestos para Montevideo.....	181
Figura 38. PAE absoluta (en dólares) y PAE relativa (al millar) por padrón.....	182
Figura 39. Pérdidas máximas probables para Montevideo.....	183

# Lista de acrónimos

<b>AIC</b>	Criterio de información de Akaike (en español)
<b>AAL</b>	Average Annual Loss o PAE (Pérdida Anual Esperada, en español)
<b>ARU</b>	Asociación Rural del Uruguay
<b>BIC</b>	Criterio Bayesiano de Información (en español)
<b>CAPRA</b>	Comprehensive Approach to Probabilistic Risk Assessment)
<b>CECOED</b>	Centro Coordinador de Emergencias Departamentales
<b>CHIRPS</b>	Climate Hazard Group Infrared Precipitation with Station data
<b>CV</b>	Coeficiente de variación
<b>DIEA</b>	Dirección de Estadísticas Agropecuarias
<b>DINAGUA</b>	Dirección Nacional de Aguas
<b>DINAVI</b>	Dirección Nacional de Vivienda
<b>DINOT</b>	Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial
<b>DNB</b>	Dirección Nacional de Bomberos
<b>EDI</b>	Effective Drought Index
<b>ENOS</b>	El Niño Oscilación Sur
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
<b>GAR</b>	Global Assessment Report
<b>GCM</b>	Global Circulation Model
<b>GRAS</b>	Unidad de Agro-clima y Sistemas de Información
<b>IICA</b>	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
<b>IREE</b>	Índice de Riesgo ante Eventos Extremos
<b>IDEuy</b>	Infraestructura de Datos Espaciales de Uruguay
<b>IFDC</b>	Instituto Internacional para el Manejo de la Fertilidad del Suelo
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>INIA</b>	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
<b>INUMET</b>	Instituto Uruguayo de Meteorología
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>MEC</b>	Ministerio de Educación y Cultura
<b>MEF</b>	Ministerio de Economía y Finanzas
<b>MGAP</b>	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
<b>MIDES</b>	Ministerio de Desarrollo Social
<b>MTOP</b>	Ministerio de Trabajo y Obras Públicas
<b>MVOTMA</b>	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente
<b>OMM</b>	Organización Meteorológica Mundial
<b>OPYPA</b>	Oficina de Programación Y Política Agropecuaria
<b>PDSI</b>	Palmer Drought Severity Index
<b>PML</b>	Probable Maximum Loss o Pérdida Máxima Probable (en español)
<b>PNUD</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>RCP</b>	Representative Concentration Pathways o forcings antropogénicos
<b>RDI</b>	Reconnaissance Drought Index
<b>SINAE</b>	Sistema Nacional de Emergencias
<b>SISTD</b>	sistema de información y soporte para la toma de decisiones
<b>SNRCC</b>	Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático
<b>SPF</b>	Sociedad de Productores Forestales
<b>SPEI</b>	Standardized Precipitation Evapotranspiration Index
<b>SPI</b>	Standardized Precipitation Index
<b>UNDRR</b>	Oficina de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgo de Desastres
<b>UNESCO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

# Glosario

La lista de términos que se incluye en este glosario tomó como referencia el documento de Terminología sobre Reducción de Riesgo de Desastres de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR, 2009) y el Glosario de los documentos GAR Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR, 2015).

## **Amenaza**

Un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

## **Cambio climático**

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) define al cambio climático como un “cambio en el estado del clima que se puede identificar (por ejemplo mediante el uso de pruebas estadísticas) a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede obedecer a procesos naturales internos o a cambios en los forzantes externos, o bien, a cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso del suelo”.

## **Desastre**

Una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos.

## **Elementos expuestos**

La población, las propiedades, los sistemas u otros elementos presentes en las zonas donde existen amenazas y, por consiguiente, están sujetos a experimentar pérdidas potenciales. En el caso de las sequías agrícolas los elementos expuestos son los cultivos.

## **Evaluación del riesgo**

Una metodología para determinar la naturaleza y el grado de riesgo a través del análisis de posibles amenazas y la evaluación de las condiciones existentes de vulnerabilidad que conjuntamente podrían dañar potencialmente a la población, la propiedad, los servicios y los medios de sustento expuestos, al igual que el entorno del cual dependen.

## **Forcings antropogénicos (Representative Concentration Pathways RCPs)**

Escenarios que incluyen las series de tiempo de emisiones y concentraciones del conjunto total de gases de efecto invernadero, aerosoles y gases químicamente activos, así como uso de suelo y coberturas. Son escenarios representativos de las características radiativas específicas según la combinación de niveles de concentración de gases en la atmósfera y sus trayectorias en el tiempo (IPCC, 2013).

## **Gestión del riesgo**

El enfoque y la práctica sistemática de gestionar la incertidumbre para minimizar los daños y las pérdidas potenciales.

## **Gestión del riesgo de desastres**

El proceso sistemático de utilizar directrices administrativas, organizaciones, destrezas y capacidades operativas para ejecutar políticas y fortalecer las capacidades de afrontamiento, con el fin de reducir el impacto adverso de las amenazas naturales y la posibilidad de que ocurra un desastre.

## **Gestión prospectiva del riesgo de desastres**

Actividades de gestión que abordan y buscan evitar el aumento o el desarrollo de nuevos riesgos de desastres.

## **Indicadores de sequía**

VARIABLES O PARÁMETROS UTILIZADOS PARA DESCRIBIR LAS CONDICIONES DE LAS SEQUÍAS (PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA, CAUDALES). TAMBIÉN SE PUEDEN ENTENDER COMO ÍNDICES QUE SON REPRESENTACIONES NUMÉRICAS INFORMATIZADAS DE LA GRAVEDAD DE LAS SEQUÍAS, DETERMINADAS MEDIANTE DATOS CLIMÁTICOS O HIDROMETEOROLÓGICOS. (ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL (OMM) & ASOCIACIÓN MUNDIAL PARA EL AGUA, 2016)

### **Modelos de circulación global**

Modelos matemáticos que simulan el clima con componentes acoplados de atmósfera, superficie terrestre y océano. Son ampliamente utilizados en el pronóstico del tiempo y para proyectar el cambio climático.

### **Pérdida anual esperada (PAE)**

Pérdida promedio estimada anualizada durante un largo período de tiempo, teniendo en cuenta todos los escenarios posibles de pérdidas en relación con distintos períodos de retorno

### **Pérdida máxima probable (PMP)**

Pérdida máxima que podría esperarse para un período de retorno determinado

### **Periodo de retorno**

Frecuencia promedio con la que se espera que se produzca una pérdida dada. Por lo general, se expresa en años, tales como 1 en X número de años. Esto no significa que se producirá una pérdida cada X número de años, sino más bien que ocurrirá una vez en promedio cada X número de años

### **Probabilidad**

Posibilidad de que ocurra una pérdida en comparación con todas las pérdidas posibles que pudieran suceder

### **Probabilidad de excedencia**

Posibilidad de que ocurra una pérdida de una magnitud determinada o que esta sea excedida en un lapso de tiempo definido

### **Pronóstico**

Una declaración certera o un cálculo estadístico de la posible ocurrencia de un evento o condiciones futuras en una zona específica.

### **Riesgo**

La combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas.

### **Riesgo de desastres**

Las posibles pérdidas que ocasionaría un desastre en términos de vidas, las condiciones de salud, los medios de sustento, los bienes y los servicios, y que podrían ocurrir en una comunidad o sociedad particular en un período específico de tiempo en el futuro.

### **Riesgo intensivo**

El riesgo asociado con la exposición de grandes concentraciones poblacionales y actividades económicas a intensos eventos relativos a las amenazas existentes, los cuales pueden conducir al surgimiento de impactos potencialmente catastróficos de desastres que incluirían una gran cantidad de muertes y la pérdida de bienes.

### **Riesgo extensivo**

El riesgo generalizado que se relaciona con la exposición de poblaciones dispersas a condiciones reiteradas o persistentes con una intensidad baja o moderada, a menudo de naturaleza altamente localizada, lo cual puede conducir a un impacto acumulativo muy debilitante de los desastres.

### **Vulnerabilidad**

Las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza.



# 1. Introducción

El riesgo de desastres puede definirse como las consecuencias económicas, sociales y ambientales que pueden causar fenómenos peligrosos durante un periodo específico. Su evaluación requiere de un estudio multidisciplinar que considere el potencial daño físico derivado de la ocurrencia de los fenómenos, así como el contexto socioeconómico en el que ocurren, en términos de la fragilidad social y falta de resiliencia de las comunidades y el ambiente construido.

Los impactos socioeconómicos observados en las últimas décadas debido a la ocurrencia de eventos naturales peligrosos reflejan la creciente vulnerabilidad de las comunidades ubicadas en áreas propensas a estos fenómenos, cuya situación se ve agravada por la ocurrencia de estos eventos que impiden y retrasan el desarrollo y bienestar social. El riesgo implica costos y desafíos crecientes, en muchos casos no considerados dentro del presupuesto y los planes de desarrollo de los países, los cuales se ven actualmente enfrentados a nuevas dinámicas sociales y ambientales, a las cuales deben adaptarse por medio de decisiones informadas.

Uruguay fue durante muchos años un país “ajeno” al riesgo de desastres. Los diferentes eventos que comprometen la economía nacional parecían afectar solamente a los demás países y por lo tanto no formaban parte de la percepción social de la población, los diferentes eventos que ocurrían, como las epidemias, se atribuían a la falta de modernización y se confiaba

al natural progreso de la sociedad su eliminación.

*“En Uruguay, los riesgos de emergencias y desastres, sean de origen natural o antrópico, han sido históricamente invisibilizados. Por más de 100 años, los uruguayos sentimos que estábamos a salvo de emergencias y desastres. Creíamos vivir en una burbuja protegida desde fuera por una naturaleza benévola y desde dentro por una sociedad integrada y próspera” (Brugnoni, 2016).*

No fue hasta la segunda mitad del siglo XX, cuando el imaginario colectivo frente al riesgo empezó a transformarse. En 1959, Uruguay sufrió una gran inundación que afectó todo el territorio nacional, especialmente a la ciudad de Paso de los Toros, que luego de haber evacuado a la totalidad de sus habitantes quedó sumergida<sup>1</sup>. Las inundaciones de 1959 son recordadas como uno de los episodios más graves que han afectado al país y es el primer evento registrado en las bases de datos de desastres.

Si consideramos evaluaciones globales del riesgo como el Global Risk Model del informe GAR de Naciones Unidas, Uruguay está catalogado como un país con riesgo de desastres bajo. No obstante, es importante tener en cuenta que este tipo de modelos de baja resolución consideran amenazas que reflejan solo parcialmente riesgo intensivo. Sin embargo, si consideramos

<sup>1</sup> <https://lagalenadelsur.wordpress.com/2019/04/11/uruguay-los-radioaficionados-y-las-inundaciones-del-59/>

otros tipos de amenaza, encontramos que el país sufre afectaciones significativas y recurrentes. En Uruguay, los desastres se deben casi exclusivamente a fenómenos de tipo hidrometeorológico. La formación de ciclones extra tropicales es común en las latitudes del territorio uruguayo, en donde estas grandes tormentas arrastran consigo mucha nubosidad que deriva en fuertes precipitaciones, acompañadas de fuertes vientos que intensifican los daños.

A pesar de la exposición natural a este tipo de fenómenos sinópticos, la mayoría de eventos de vientos fuertes en Uruguay se debe a la ocurrencia de fuertes ráfagas derivadas de la formación de grandes celdas convectivas, y cuya velocidad excede, en frecuencia y magnitud, la de los vientos causados por ciclones extra tropicales. Por otra parte, en las temporadas estivales, se generan importantes sequías en el país, en muchas ocasiones intensificadas por el fenómeno de La Niña, afectando de manera importante el sector agrícola y ganadero, siendo este último de gran importancia en la economía uruguayaya.

La recurrencia de estos eventos trajo consigo una concientización frente al riesgo. Diferentes eventos ocurridos en el país como sequías, lluvias intensas, inundaciones, vientos fuertes, heladas e incendios forestales pusieron en evidencia la necesidad de gestionar los riesgos, y es en este contexto que se crea el Sistema Nacional de Emergencias (SNE, actual SINAE) en 1995.

Gestionar el riesgo es buscar un desarrollo sostenible, donde predomine el crecimiento económico y financiero, el beneficio social y la equidad en términos de una mejor educación, mejores sistemas de salud, un mayor acceso a recursos, mejor infraestructura, una armonía con el medio ambiente y los ecosistemas naturales y una mayor resiliencia frente a situaciones extremas que garanticen un nivel mínimo de calidad de vida. Para lograr estos objetivos, en un contexto natural como el que tiene Uruguay y su alta dependencia de los sistemas agropecuarios, es ineludible contar con una gestión integral del riesgo de desastres.

Por lo anterior, los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial deben incorporar el riesgo como determinante, con el fin de corregir aquellos aspectos que en el pasado han generado el riesgo, o que deben evitarse para que no se genere nuevo riesgo. Conocer qué eventos o fenómenos pueden llegar a presentarse y las amenazas que estos representan para la vida y los bienes, identificar y dimensionar la vulnerabilidad de lo que pueda estar expuesto y pueda ser afectado y dar cuenta del riesgo o del potencial de consecuencias que se deriva, es el primer paso para lograr tomar decisiones informadas y sostenibles que permitan reducir el riesgo de desastres en todos los niveles territoriales, mediante acciones correctivas, prospectivas y compensatorias por parte de los sectores público y privado.

Entender, identificar y evaluar el riesgo de amenazas naturales es el primer paso para un desarrollo sostenible basado en decisiones informadas para gestionar el riesgo en todos sus niveles.

Esta publicación es el resultado de un esfuerzo institucional liderado por el MIDES y la Fundación Julio Ricaldoni que, con el financiamiento del programa de Bienes Regionales del Banco Interamericano de Desarrollo, llevaron a cabo el proceso de generar un Índice de Riesgo por Eventos Extremos (IREE) para Uruguay, con el apoyo técnico-científico de la firma consultora

INGENIAR: Risk Intelligence.

Se presenta en este documento el resultado de la evaluación del IREE, que está basado en las condiciones socioeconómicas del contexto en que ocurren los desastres en Uruguay, y una evaluación probabilista del riesgo considerando cuatro amenazas naturales: incendios forestales, inundación, sequía y vientos fuertes (derivados de tormentas convectivas). Los cálculos fueron realizados en la plataforma Next-Generation CAPRA, desarrollada por INGENIAR en el marco de una iniciativa regional para fortalecer y consolidar un proceso técnico-científico, idóneo, versátil y efectivo de evaluación del riesgo con fines de avanzar en el conocimiento y la toma de decisiones.

### Objetivo

Este documento tiene como objetivo presentar los resultados del Índice de Riesgo por Eventos Extremos (IREE) para Uruguay, calculado con la metodología de la evaluación holística del riesgo (Cardona, 2000; Carreño, 2004), en la cual el riesgo es estimado como una cantidad compuesta por los efectos físicos directos de las amenazas naturales sobre los elementos expuestos, así como las condiciones socioeconómicas del contexto que dan cuenta de la fragilidad social y la falta de resiliencia. Para la construcción del índice se realizó una evaluación probabilista del riesgo de daños y pérdidas. Se presentan mapas nacionales de amenaza de sequía, inundación, incendios forestales y vientos fuertes. A nivel departamental se presentan perfiles de riesgo multiamenaza donde se incluyen los resultados de la pérdida anual esperada, que da cuenta del riesgo físico, y los resultados del IREE, a niveles departamental y de sección censal.

### Contexto general

La República Oriental del Uruguay está situada en el suroriente de América del Sur. Limita por el oeste con Argentina y al norte con Brasil. Tiene costa oriental sobre el océano Atlántico y costa sur sobre el Río

de la Plata. Tiene una extensión territorial de 176.220 km<sup>2</sup> y 205.057 km<sup>2</sup> de mar territorial y aguas jurisdiccionales.

El territorio uruguayo es en general llano. Corresponde en gran parte a una región altamente desgastada por erosión fluvial, lo que dio origen a una superficie ligeramente ondulada (penillanuras), atravesada por numerosos largos y caudalosos ríos. Tiene una altura media aproximada de 116 metros sobre el nivel del mar y su punto más alto (Cerro Catedral) apenas supera los 500 metros. La zona noroeste del país presenta una mayor variedad morfológica, combinando lomas con amplios valles y penillanuras. Sus ecosistemas incluyen praderas, costas, humedales, serranías y bosques.

El clima de Uruguay es subtropical húmedo, con una temperatura media anual de 17°C. La ausencia de sistemas orográficos importantes resulta en una poca variabilidad espacial de temperatura, precipitación y otros parámetros. La red fluvial perteneciente a la vertiente atlántica es densa y muy ramificada. Los grandes ríos conforman una caudalosa red fluvial, con cinco importantes cuencas hidrográficas: la de Río de la Plata, la del río Uruguay, la de la laguna Merín, la del río Negro y la del océano Atlántico.

Administrativamente el país se divide en 19 departamentos agrupados en cinco regiones: Noroeste, Norte o Centro-Norte, Este, Centro-Sur y Sudoeste. En el Mapa 1 se presenta la división político-administrativa del país. Los departamentos están gobernados por un intendente y una junta departamental y se dividen interiormente en municipios que incluyen localidades con más de 2 mil habitantes<sup>2</sup> y son gobernados por un alcalde y cuatro concejales. Los primeros municipios en Uruguay aparecieron en

<sup>2</sup> La creación automática de municipios se previó en 2 etapas, en 2010 fue obligatoria en localidades con más de 5 mil habitantes, y a partir del 2015 en las de más de 2 mil habitantes (no ciudades capitales). En ciudades capitales y poblaciones con menos de 2000 habitantes, la creación quedaría a disposición de la Junta Departamental o por iniciativa del 15% de los inscritos en su circunscripción.

el 2010 con la aprobación de la Ley de Descentralización Política y Participación Ciudadana, resultado de una serie de reformas políticas dirigidas a “dotar de mayores instrumentos de participación y autonomía a los ciudadanos y gobiernos subnacionales a través de políticas de descentralización...”. Actualmente hay 112 municipios que se concentran en la franja sur y en el noroeste del país, cubriendo un poco más del 30% del territorio nacional y un 73% de la población; todavía cerca de 890.000 personas viven en zonas no municipalizadas, de las cuales el 78% lo hace en capitales departamentales.

Solo Montevideo, Canelones y Maldonado están municipalizados al 100%, siendo además los únicos que tienen municipios en las capitales departamentales<sup>3</sup>.

Para fines estadísticos, el Instituto Nacional de Estadística (INE) dividió el territorio en porciones cuyos límites coinciden en general con elementos físicos, siguiendo la siguiente clasificación: departamento, sección, segmento y zona censales.

De acuerdo con esta clasificación, el territorio uruguayo se divide en 19

<sup>3</sup> El 41% de los municipios existentes en 2015 se encuentran dentro de estos tres departamentos (46 de los 112).

departamentos, 231 secciones censales, 4.313 segmentos censales y 69.752 zonas censales, la unidad menor identificable, la Figura 1 presenta las unidades censales de Uruguay. El Mapa 2 presenta la división del país en secciones censales.

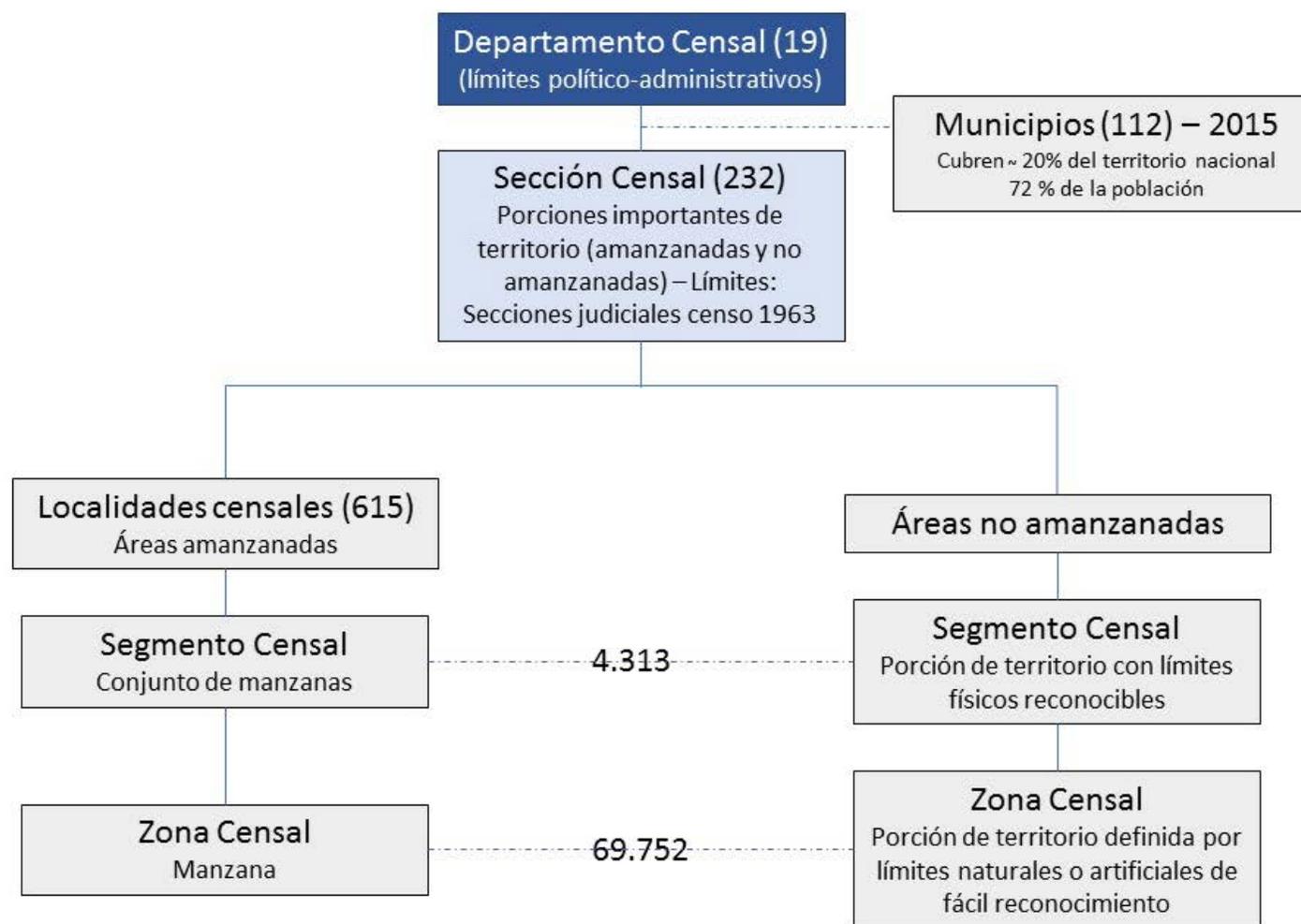


Figura 1. Unidades censales de Uruguay. Fuente: elaboración propia con información del INE

58°W

56°W

54°W



ARGENTINA

ARTIGAS

LÍMITE CONTESTADO

SALTO

RIVERA

BRASIL

PAYSANDÚ

TACUAREMBÓ

CERRO LARGO

RIO NEGRO

DURAZNO

TREINTA Y TRES

SORIANO

FLORES

FLORIDA

LAVALLEJA

ROCHA

COLONIA

SAN JOSE

CANELONES

MALDONADO

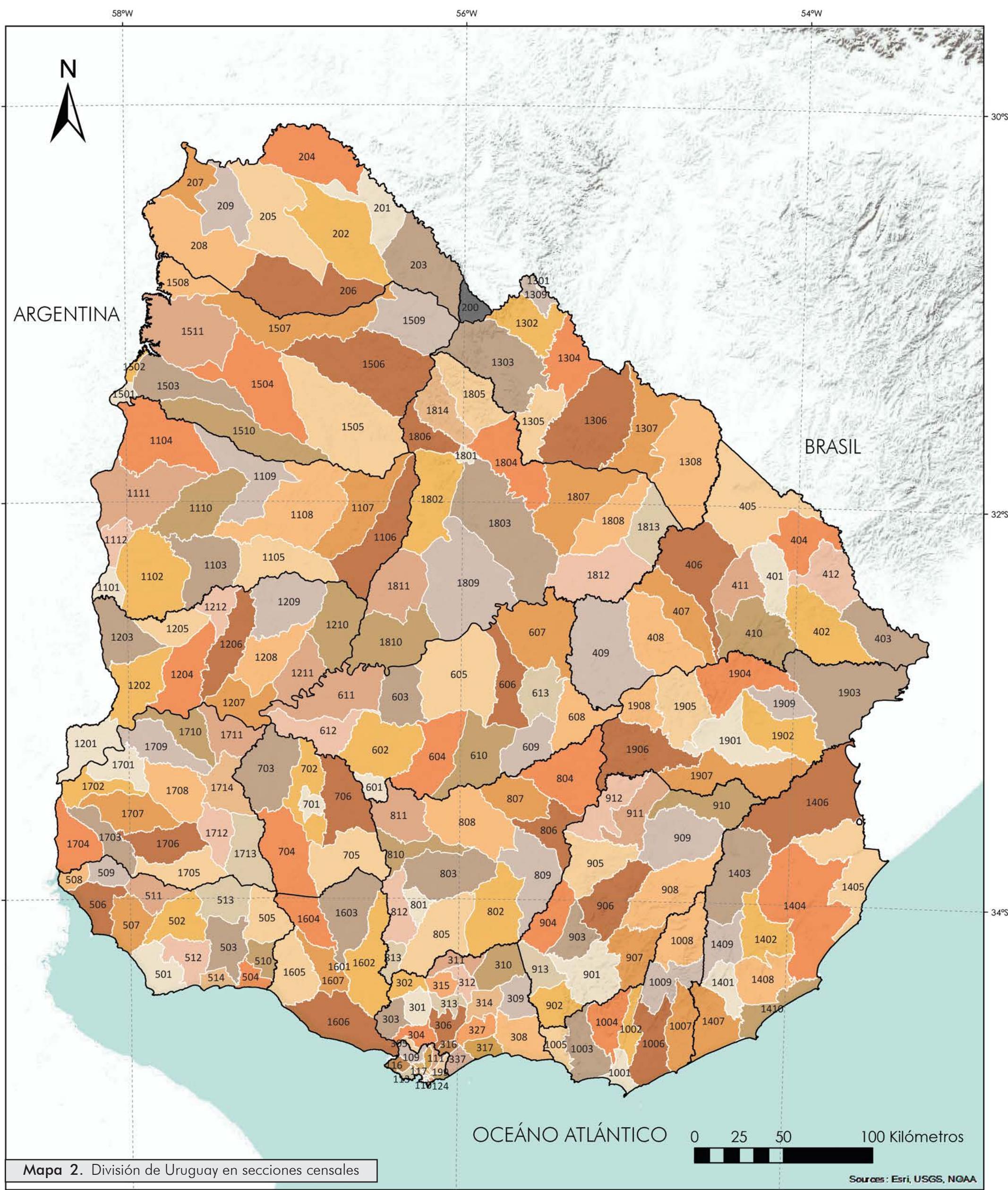
MONTEVIDEO

OCEÁNO ATLÁNTICO

0 25 50 100 Kilómetros

Mapa 1. División político-administrativa de Uruguay

Sources: Esri, USGS, NOAA



Mapa 2. División de Uruguay en secciones censales

Sources: Esri, USGS, NOAA

Según estimaciones del INE (2018), la población total del país es de 3.505.504 personas, de los cuales alrededor del 95% vive en áreas urbanas, el 5% restante se encuentra repartido en poblaciones de hasta 2.000 habitantes en áreas dispersas. Cerca del 60% de la población se concentra en el área metropolitana, conformada por los departamentos de Montevideo (39,5%), Canelones (16,8%) y San José (3,3%). La distribución de la población en el territorio es muy desigual, la mayor aglomeración urbana se presenta en Montevideo, que tiene una densidad poblacional de 2.488 hab/km<sup>2</sup>, muy por encima de la media del país de 19 hab/km<sup>2</sup>. Canelones, el segundo departamento más poblado, tiene una densidad de 115 hab/km<sup>2</sup>. Los departamentos menos poblados son Durazno y Flores, cuya

densidad poblacional no supera los 5 hab/km<sup>2</sup>. Los Mapas 3 y 4 presentan la población del país por departamentos y secciones censales, respectivamente.

La economía uruguaya se basa fundamentalmente en la agricultura y la ganadería. La explotación ganadera representa la actividad económica de mayor importancia en el país, con sistemas productivos principales de ganado ovino y bovino. En la agricultura predominan los cultivos de cereales como el trigo, maíz, arroz, soja y cebada, y la cerveza. Las industrias principales son la lechera y derivados, papel y cartón, fertilizantes, alcoholes, cemento y refinación de hidrocarburos. Al ser un país agroexportador, la economía de Uruguay depende en gran medida de las condiciones internacionales para los

productos agropecuarios. Las principales exportaciones del país siguen siendo los productos agrícolas y carne y animales vivos. Sin embargo, aunque en los últimos años el PIB agropecuario ha aumentado, la incidencia del sector en la economía se ha mantenido constante, presentando un leve descenso en los últimos años, al igual que el sector agroindustrial. Por otro lado, la participación de otros sectores de la economía ha presentado un aumento significativo, tal es el caso del sector servicios (financieros, logística, transporte, comunicaciones, turismo) y la industria de tecnologías de la información, en particular el desarrollo de software y servicios vinculados, que han presentado un crecimiento notable en la última década.



58°W

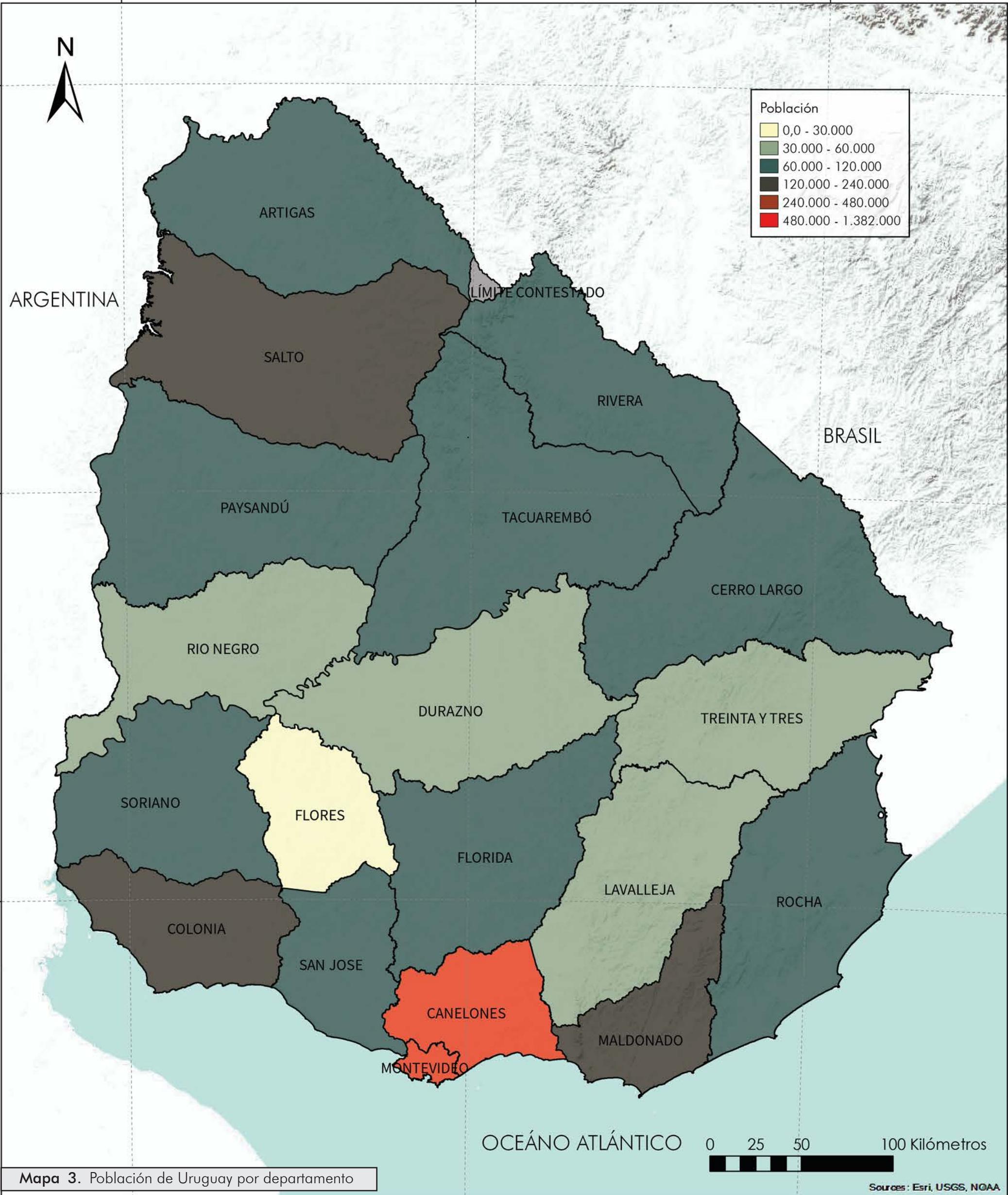
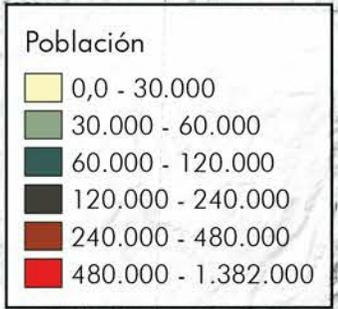
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



30°S

32°S

34°S

OCEANO ATLANTICO



Mapa 3. Población de Uruguay por departamento

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

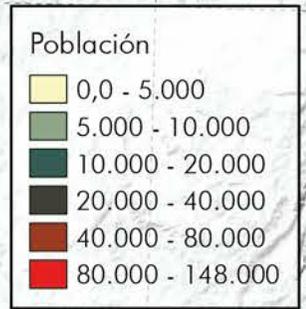
54°W



ARGENTINA

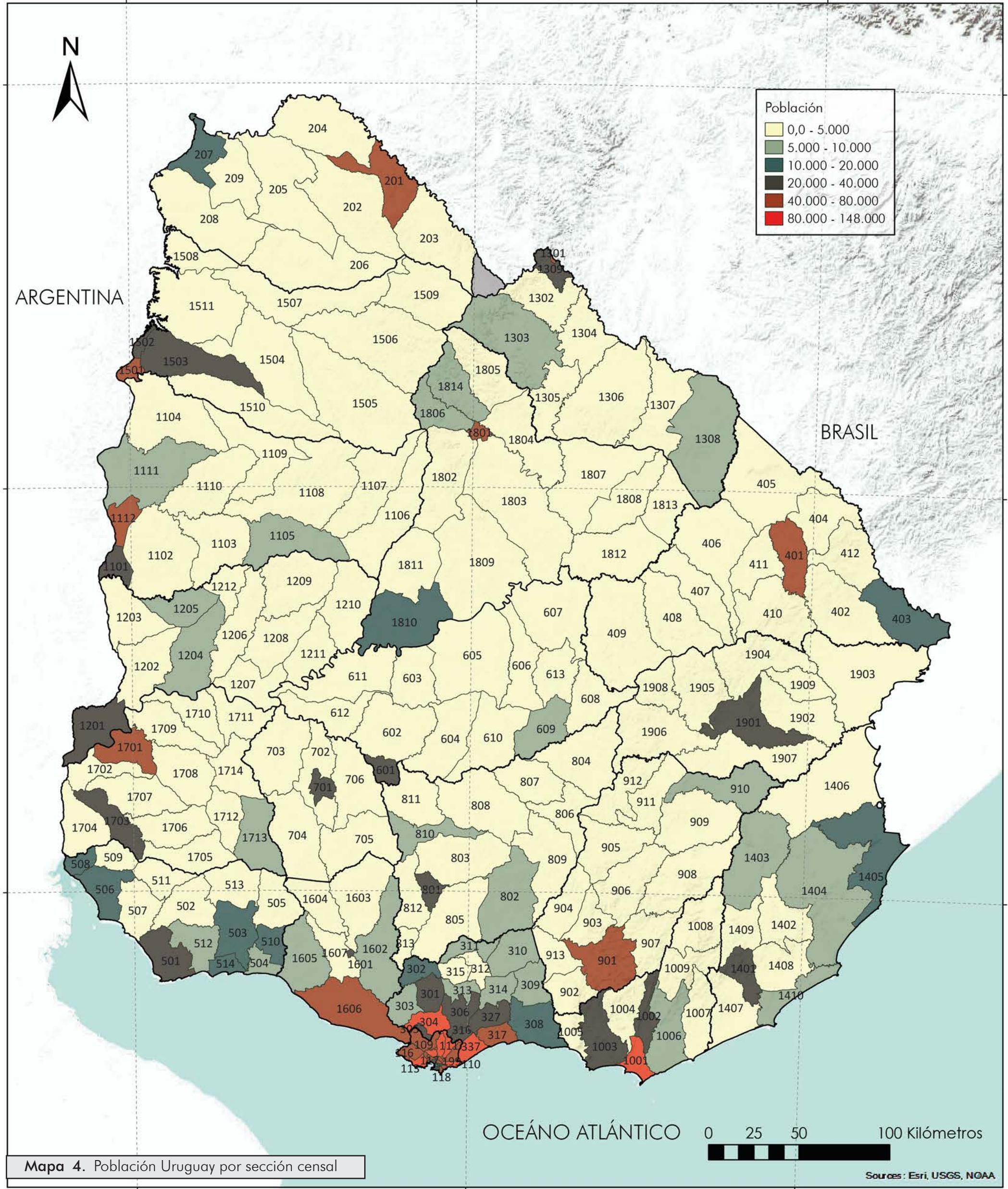
BRASIL

OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 4. Población Uruguay por sección censal

Sources: Esri, USGS, NOAA



## Marco institucional de la gestión del riesgo de desastres en Uruguay

La entidad encargada de la coordinación institucional para la gestión del riesgo de desastres es el Sistema Nacional de Emergencias (SINAE), originalmente SNE. El SNE, se creó por el Decreto 103/995 de febrero de 1995 (modificado el 2 de octubre del mismo año por el Decreto 371/995) como instancia de coordinación de la respuesta a emergencias durante los eventos de gran impacto que excedieran las capacidades de respuesta primaria. Su objetivo era consolidar un mando unificado de atención a emergencias. (Brugnoni, 2012).

Durante 10 años, Uruguay mantuvo una actitud reactiva frente a los desastres, hasta 2005, cuando la tormenta del 23 y 24 de agosto excedió todos los pronósticos meteorológicos impactando fuertemente al país y poniendo en evidencia la necesidad

de contar con un sistema integral de gestión del riesgo que fuera más allá del fortalecimiento de la atención a emergencias (Brugnoni, 2012). En ese mismo año se crea el Ministerio de Desarrollo Social y los Comités Departamentales de Emergencia<sup>4</sup>. En 2007 se inició un debate sobre nuevas herramientas institucionales que culminó con la aprobación de la Ley 18.621 y por medio de la cual se creó en 2009 el SINAE, que reemplazó al SNE, con el objetivo de promover un desarrollo sostenible con mayores niveles de seguridad frente a emergencias y desastres, y se creó un marco legal para la gestión del riesgo de desastres.

El SINAE es un organismo público de carácter permanente que depende de la Presidencia de la República y entre sus objetivos formales está el de coordinar

<sup>4</sup> En cada departamento existe un Comité Departamental de Emergencias (CDE) responsable de la formulación de políticas y estrategias de Gestión del Riesgo al nivel local, en consonancia con las políticas nacionales del SINAE.

acciones y recursos públicos y privados de una forma eficiente para lograr las mayores sinergias en situaciones de emergencia. En el marco normativo se especifican las instituciones que participan: la Presidencia de la República, los Ministerios y Entes Autónomos y los Comités Departamentales de Emergencia. (FAO, IICA; 2017).

En 2009 se estableció también el Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y variabilidad (SNRCC) a cargo del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, que busca coordinar las acciones, tanto públicas como privadas, que contribuyen a enfrentar este fenómeno.

La Figura 2 presenta el marco institucional de la gestión integral del riesgo de desastres en Uruguay.

Con relación a la evaluación y monitoreo de amenazas, en 1944 nace la Escuela

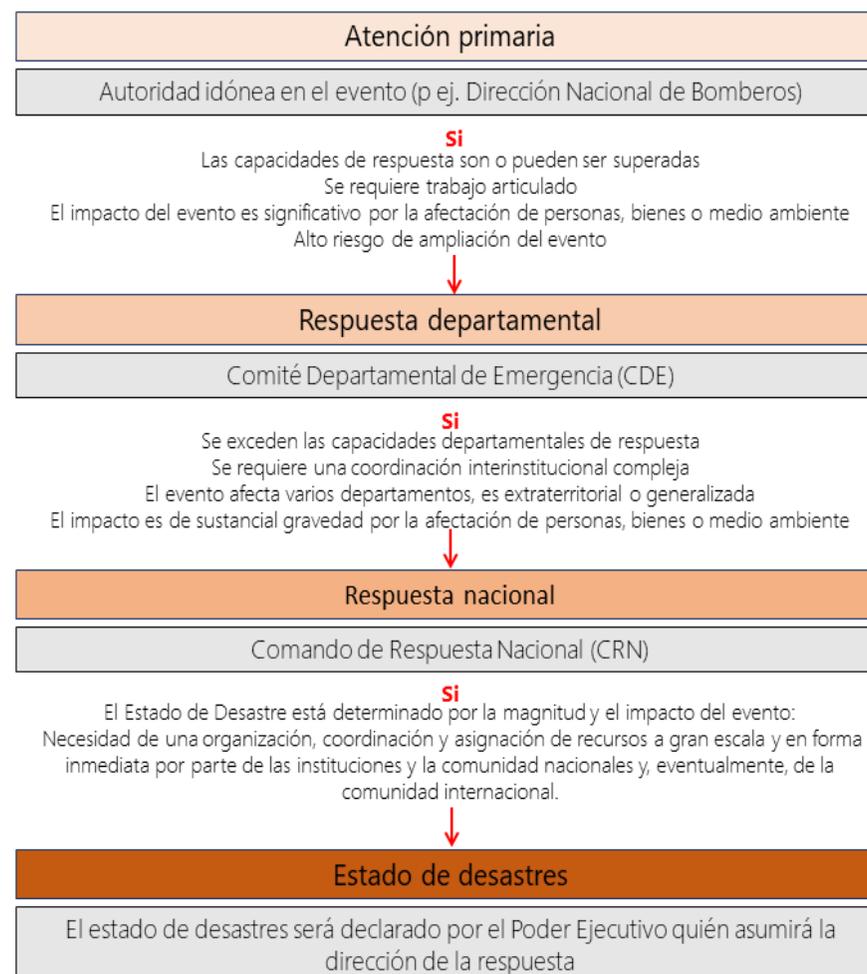


Figura 2. Marco institucional de la gestión integral del riesgo de desastres en Uruguay. Fuente: Elaboración propia con información del SINAE

de Meteorología del Uruguay (EMU), y la dirección General de Meteorología a cargo del Ministerio de Defensa Nacional. Mediante el Decreto 546/977 de 1977 la DGM se establece como la autoridad nacional meteorológica, y en 1979 pasa a llamarse Dirección Nacional de Meteorología de Uruguay. En 2001, la Ley 17296 establece que la información producida por la Dirección Nacional de

Meteorología es la única de carácter oficial en el país. Finalmente, en 2013, la dirección es sustituida por el Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET) creado a partir de la Ley 19158.

El INUMET cuenta con estadísticas de información meteorológica basadas en series históricas de más de 30 años generadas en estaciones meteorológicas

distribuidas en el territorio nacional. En años recientes mejoró la cobertura de estaciones meteorológicas automáticas en algunas zonas relevantes para la implementación de seguros de índices para cultivos a partir de acuerdos con el MGAP.

## 2. Amenazas

### 2.1. Fenómenos hidrometeorológicos

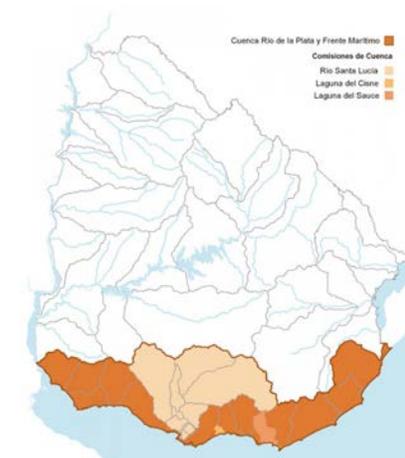
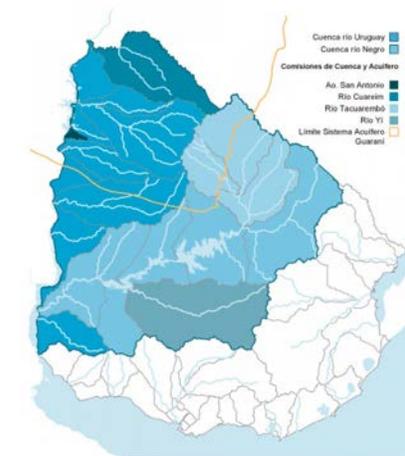
Uruguay tiene un rico recurso hídrico. Su red de recursos superficiales se agrupa en tres vastas regiones hidrográficas: río Uruguay, laguna Merín, y Río de la Plata y frente marítimo. Sus principales cuencas hidrográficas son: río Negro (68.400 km<sup>2</sup>), río Uruguay (45.300 km<sup>2</sup>), río Santa Lucía (13.400 km<sup>2</sup>), Río de la Plata (12.100 km<sup>2</sup>) y laguna Merín (27.800 km<sup>2</sup>), todas ellas pertenecientes a la cuenca principal del Río de la Plata, excepto la última que vierte sus aguas directamente al océano Atlántico. La mayoría de las cuencas tienen suelos con bajas tasas de infiltración, que, sumado a precipitaciones de alta intensidad, resultan en largas fluctuaciones de los niveles y caudales fluviales. Los numerosos ríos y arroyos del país fertilizan el suelo y lo mantienen constantemente húmedo, sin embargo, su caudal irregular favorece las inundaciones (FAO, 2016).

La distribución de totales medios mensuales y anuales de lluvia en Uruguay tiene contrastes poco marcados, aunque definidos sobre el territorio nacional a lo largo del año. Según la Dirección Nacional de Meteorología, las lluvias totales medias anuales son de aproximadamente 1.300 mm, con una isoyeta mínima hacia el sur sobre las costas del Río de la Plata con 1.000 mm., y una máxima hacia el noreste, en la frontera con Brasil con 1.500 mm, pese a esta distribución de valores medios, las precipitaciones en Uruguay se caracterizan por su extrema irregularidad y

variabilidad interanual.

El clima en Uruguay es fuertemente influenciado por el ciclo ENOS (El Niño/Oscilación Sur) en sus fases extremas, El Niño y La Niña. El ENOS es un patrón climático recurrente que implica cambios en las aguas superficiales del Océano Pacífico frente a las costas del norte de Perú, Ecuador y el sur de Colombia, asociados al debilitamiento (fase caliente) o fortalecimiento (fase fría) de los vientos alisios del este y con el desplazamiento del núcleo de convección profunda del Oeste al Centro del Océano Pacífico (El Niño) o su permanencia e intensificación (La Niña). Estos fenómenos afectan de manera importante los regímenes de temperatura del aire y precipitación en los países tropicales y pueden tener una fuerte influencia sobre la distribución de precipitaciones en otras partes del mundo. En Uruguay, El Niño y su fase opuesta, La Niña, generan importantes impactos, con precipitaciones anormalmente abundantes durante el periodo de calentamiento de la superficie del Océano Pacífico y largos eventos de sequía durante el periodo de enfriamiento.

**Figura 3.** (Arriba) Cuenca hidrográfica del Río Uruguay; (centro) Cuenca hidrográfica de la Laguna Merín; (abajo) Cuenca hidrográfica del Río de la Plata y Frente Marítimo. Fuente: MVOTMA



## 2.1.1. Inundaciones

Las inundaciones son fenómenos recurrentes potencialmente destructivos que hacen parte de la dinámica de evolución de una corriente. Se considera inundación al flujo o invasión de agua, por exceso (desbordamiento) de escurrimientos superficiales o por su acumulación en terrenos planos, ocasionada por la falta o insuficiencia de drenaje natural o artificial. Se producen cuando el caudal de las aguas contenidas en una cuenca supera la capacidad del cauce (altura de las orillas naturales o artificiales). En general, la magnitud de una inundación provocada por procesos de origen hidrometeorológicos depende de la intensidad de las lluvias, de su distribución en el espacio tiempo, del tamaño de las cuencas hidrológicas afectadas, de las características del suelo y del drenaje natural o artificial de las cuencas.

Los desbordamientos son un evento natural y recurrente para un río, como resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos y quebradas. Esto hace que un determinado curso de aguas rebase su cauce e inunde terrenos adyacentes (llanuras de inundación). Las llanuras de inundación son terrenos sujetos a inundaciones recurrentes, representando así, elementos de riesgo para los asentamientos humanos y actividades de desarrollo. Las inundaciones pueden causar impactos negativos en una población, en el sector agropecuario y la infraestructura (Campos et al., 2009).

El comportamiento estacional e intraestacional de las condiciones de lluvia puede verse alterado por el cambio climático y la variabilidad climática, incidiendo en la frecuencia e intensidad de las inundaciones. Asimismo, la complejidad y magnitud de una inundación puede verse directamente afectada por la acción de la intervención humana sobre la cuenca y/o cauce del río. La erosión producida por actividades humanas causa que los sedimentos arrastrados por las aguas

sean depositados en las partes bajas de las cuencas, haciendo que disminuya la capacidad del cauce. Asimismo, el daño generado por la inundación es usualmente la consecuencia de las actividades del hombre en áreas propensas a las inundaciones y pueden presentarse como resultado de cambios en el uso de la tierra (i.e. utilizar terrenos aledaños al cauce de un río como zona de cultivos, y la transformación de la cobertura natural del suelo durante procesos de urbanización).

En la clasificación más sencilla se pueden identificar dos tipos de inundaciones, repentinas o súbitas y lentas o progresivas. Las inundaciones lentas o progresivas se producen en las zonas planas de los ríos y con valles aluviales extensos, a causa del aumento del caudal por lluvias fuertes y prolongadas. Estas lluvias aumentan lentamente el nivel del río hasta superar la capacidad del cauce, produciendo así inundación por desbordamiento. Aunque el incremento diario de los niveles del agua es de apenas centímetros, los efectos ocurren sobre grandes extensiones. Usualmente este tipo de inundaciones generan pocas pérdidas de vidas humanas y el tiempo de afectación puede llegar a ser del orden de meses.

Las inundaciones repentinas o súbitas se producen en cuencas de altas pendientes, generalmente deforestadas y con escasa capa vegetal, en tiempos de concentración muy cortos. Las fuertes precipitaciones en la parte alta de la cuenca generan incrementos del nivel del río del orden de metros en pocas horas. Las crecientes repentinas se caracterizan porque las aguas desarrollan grandes velocidades y un gran caudal, lo que genera fuerza y turbulencia en sus aguas; por lo general se arrastra gran cantidad de maleza, piedras, troncos, escombros y otros materiales, por lo que son inundaciones de un gran poder destructivo y con un alto potencial de pérdida de vidas.

En el caso de Uruguay, debido a las

características geomorfológicas de las cuencas, las inundaciones se pueden caracterizar como lentas, sin arrastre de cargas significativas de sedimentos ni generación de deslaves (Alcoz et al., 2011). Sin embargo, algunos arroyos urbanos con cuencas de aproximadamente 100 km<sup>2</sup>, producen inundaciones repentinas, como los arroyos Ceibal, Sauzal o Miguelete.

Otro tipo de inundaciones en Uruguay son aquellas producidas por el fenómeno de sudestada, un fenómeno meteorológico exclusivo de la región del Río de la Plata, que se caracteriza por vientos fuertes y lluvias intensas. En este caso, las inundaciones no necesariamente están vinculadas a las precipitaciones o descargas de escorrentía provenientes de la cuenca aguas arriba. Durante este fenómeno, el nivel del río aumenta produciendo inundaciones en las zonas aledañas, erosión de costa, pérdida de perfil de playas y desmoronamiento de barrancas y de ramblas. La Figura 4 esquematiza las causas, los efectos y los impactos normalmente generados por las inundaciones.

Para el desarrollo de este ATLAS la amenaza de inundación se modeló por medio de una colección de escenarios, generados de manera estocástica, los cuales representan de manera integral y en términos de probabilidad, la amenaza de inundación en el territorio. Cada escenario tiene asociada una frecuencia de ocurrencia y contiene la distribución espacial de parámetros que permiten construir la distribución de probabilidad de las intensidades producidas por su ocurrencia.

Los estudios de amenaza de inundación son útiles para establecer medidas de ordenamiento territorial y planificación física, para regular y controlar usos del suelo y definir zonas de protección ambiental, establecer medidas estructurales para el control de erosión y reforestación y la definición de medidas de protección comunitarias y financieras.

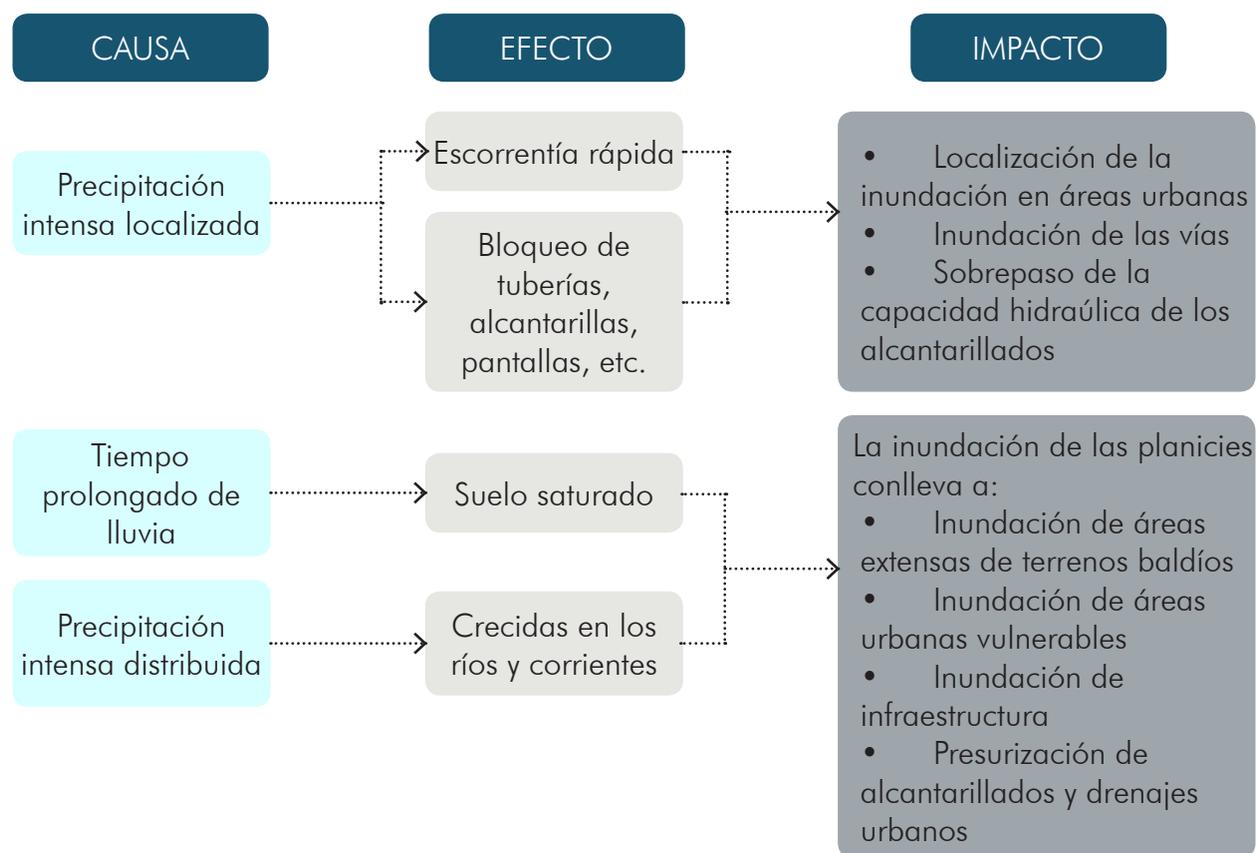


Figura 4. Causas, Efectos e Impactos de Inundaciones. Fuente: CIACUA – CEDERI, 2006

## Inundaciones en Uruguay

Las inundaciones son fenómenos recurrentes en Uruguay. Debido a su topografía, caracterizada por su homogeneidad y planitud, el desbordamiento de los ríos o el encharcamiento producto de las fuertes precipitaciones resultan en la anegación de vastas extensiones de tierra que han generado masivos desplazamientos internos en el pasado.

En el mes de abril de 1959 se produjeron las inundaciones más grandes registradas en la historia del país, en cuanto a caudal y nivel alcanzado por el agua. En ciudades como Salto, Paysandú y Río Branco, el río alcanzó su máximo histórico hasta hoy, con alturas de 18,17, 11,1 y 6,6 m, respectivamente. Particularmente grave fue la situación de la represa de Rincón del Bonete sobre el río Negro, que recibió el mayor caudal y, ante el miedo a que colapsara se evacuaron poblaciones enteras. Estas inundaciones dejaron un

saldo de más de 45.000<sup>5</sup> desplazados , y más de 9.000 viviendas afectadas.

Aunque un número similar de damnificados al de las inundaciones de 1959 no ha vuelto a presentarse hasta ahora, Uruguay se ha visto afectada en repetidas ocasiones por eventos de inundación que han generado graves daños y pérdidas económicas. Según el estudio de eventos extremos de tiempo y clima en Uruguay (Necco, 2014), entre 1967 y 2014, Uruguay sufrió pérdidas económicas por US \$ 89 millones por eventos de inundación, y hubo un total de 224.263 personas afectadas. En el periodo 2014 – 2019, según datos del SINAE , fueron 109.165 las personas desplazadas a raíz de las inundaciones ocurridas en diferentes puntos del país.

Entre 1997 y 1998, fuertes lluvias atribuidas al fenómeno de El Niño, hicieron que durante casi nueve meses, prácticamente

<sup>5</sup> <https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/node/719>

todo el litoral del río Uruguay permaneciera bajo agua. En las inundaciones de junio de 2001, en Artigas (Dpto.) fueron evacuadas más de 5.000 personas. En 2007 se registraron nuevamente graves inundaciones, consideradas unas de las más fuertes en los últimos años, causadas por el desborde de los ríos Negro, Yi y Olimar. Según el SINAE, hubo cerca de 12.000 personas evacuadas y un saldo de 146 viviendas destruidas y cerca de 3.600 viviendas afectadas. Los departamentos más afectados fueron Soriano, Treinta y Tres y Durazno, departamento donde el desborde del río Yi obligó a que cerca del 20% de la población evacuara temporalmente.

En 2009, el número de evacuados por las inundaciones ascendió a 7.421 en seis departamentos, siendo Paysandú el más afectado con cerca de 4.000 evacuados; la crecida del río Uruguay a la altura de ese departamento alcanzó los 9,07 m. En 2010, las inundaciones

afectaron principalmente al departamento de Durazno en el centro del país, donde más de 2.000 personas tuvieron que ser evacuadas. Además de Durazno, otras ciudades sufrieron inundaciones por las crecidas de ríos y arroyos vecinos como Mercedes, San José, Colonia, Tacuarembó y Paysandú, donde los evacuados superaron el millar de personas. En 2013, nuevamente inundaciones en el centro del país hicieron que centenares de personas debieran ser evacuadas.

En diciembre de 2014 el río Uruguay alcanzó niveles similares a los niveles de 1959; las personas desplazadas superaron las 8.000, principalmente en los departamentos de Artigas, Salto, Rivera y Paysandú. Nuevamente a finales de 2015, la crecida del río Uruguay en su afluente Cuareim en el departamento de Artigas alcanzó niveles históricos (15,28m), la inundación de diciembre 2015-enero 2016, se registra como la segunda inundación histórica del país, dejando un saldo de cerca de 25.000 desplazados en cinco departamentos: Artigas, Rivera, Salto, Paysandú y Río Negro. Otra vez, en 2017, el nivel del río Uruguay volvió a alcanzar

niveles cercanos a los de 1959, llegando a los 15,08 m. a la altura del departamento de Salto, que fue gravemente afectado, y dejando más de 6.500 desplazados en todo el país. La represa de Salto Grande llegó a tener tres o cuatro veces más de lo indica el punto óptimo (8.400 m<sup>3</sup>/seg).

En los primeros meses de 2019 tuvieron lugar fuertes eventos de lluvia que generaron graves inundaciones en el país. Los departamentos del centro del país fueron los más afectados, especialmente Durazno y Florida. En esta ocasión, el número de desplazados alcanzó los 5.400 en ocho departamentos.

### Evaluación de la amenaza de inundación en Uruguay

En el año 2009, en el marco del programa de Cartografía de Áreas Inundables, MVOTMA y DINAGUA, con colaboración de DINOT, DINAVI, Intendencias, SINAE, entre otras, iniciaron una serie de actividades enfocadas a incorporar el riesgo de inundación en las políticas y el accionar público, entre estas i) la evaluación de avances en

la caracterización de la amenaza y la vulnerabilidad - Sistematización de la información; ii) Realización de mapas de riesgo por inundación de ribera; iii) Diseño de protocolos para la realización de mapas de riesgo por inundación. El programa se planteó como objetivo que las ciudades de más de 10.000 habitantes tuvieran cartografiadas las áreas de riesgo por inundación.

En este marco, DINAGUA realizó una recopilación y procesamiento de curvas de inundación de ribera, comprendida por eventos ocurridos y curvas resultado de estudios hidrodinámicos de cursos de agua, que estiman una curva de inundación para diferentes periodos de retorno. La recopilación de datos consistió en la búsqueda de curvas de diferentes instituciones (Intendencias, MTOP-DNH, Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República), realización de metadatos y conversión de las curvas a formatos más amigables. (Consultado en: <http://ftp.mvotma.gub.uy/educacion-para-el-agua/item/10002633-cartografia-de-area-inundable>).

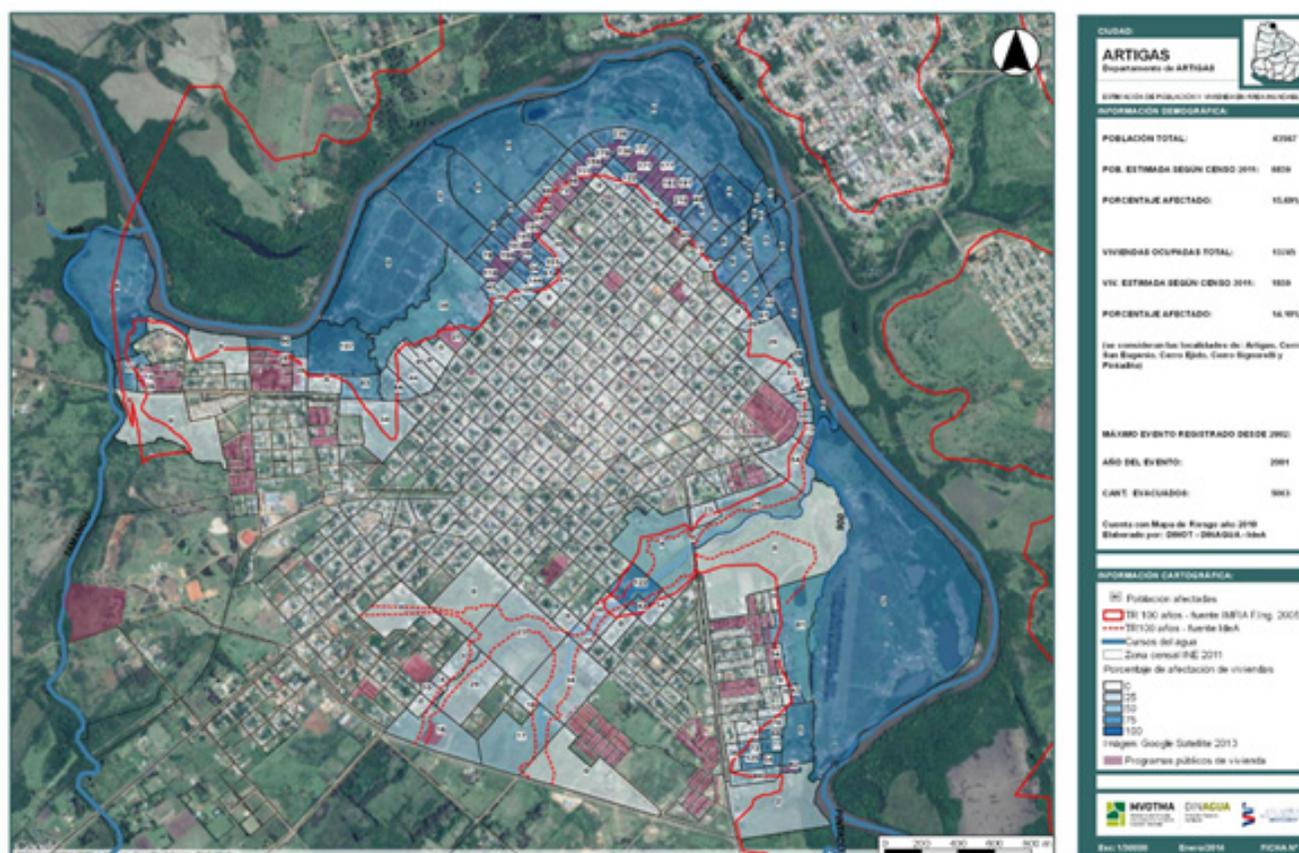


Figura 5. Mapa de área de inundaciones Artigas. Fuente: DINAGUA

Por otro lado, desde DINAGUA-IDU se definieron directrices generales para inundaciones de ribera y se desarrolló una guía con protocolos para la caracterización de la amenaza y la vulnerabilidad, disponiendo de una serie de criterios para valorar la información disponible, y para la elaboración de mapas de riesgo. Los protocolos se pueden encontrar en la publicación “Inundaciones urbanas: instrumentos para la Gestión de Riesgo en Políticas Públicas” (DINAGUA-IDU, 2011). Las directrices definen que todo centro poblado situado en la ribera de un curso de agua deberá cartografiar sus zonas de riesgo por inundaciones considerando los niveles de amenaza y vulnerabilidad” y plantean que “los planes de gestión de áreas inundables requieren de una constante evaluación en función de las dinámicas territoriales y demográficas, variabilidad y cambio climático, o de nuevos conocimientos”.

Aunque las directrices configuraban un nuevo marco legal y en la práctica se buscaba incorporar el criterio de probabilidad de ocurrencia de un evento (siempre que se tuvieran a disposición las curvas de inundación de TR100), no fue hasta 2017 que se logró sustituir el criterio de la Ley de Centro Poblacional, donde se establece que el área inundable es aquella superficie debajo de la máxima creciente conocida más 50 cm, por uno asociado al concepto de periodo de retorno. En las Directrices Nacionales de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible, establecidas por la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible de 2008 y contenidas por la Ley 19.525 de 2017, el artículo 22 define como áreas inundables aquellas por debajo de la curva de período de retorno de 100 años.

En cuanto a la medición del riesgo, hasta el momento, la información con que se cuenta para estimar la población afectada por eventos de inundaciones proviene de los registros del número de evacuados del SINAE, quienes comienzan a registrar sistemáticamente los eventos de inundación y el número de evacuados a

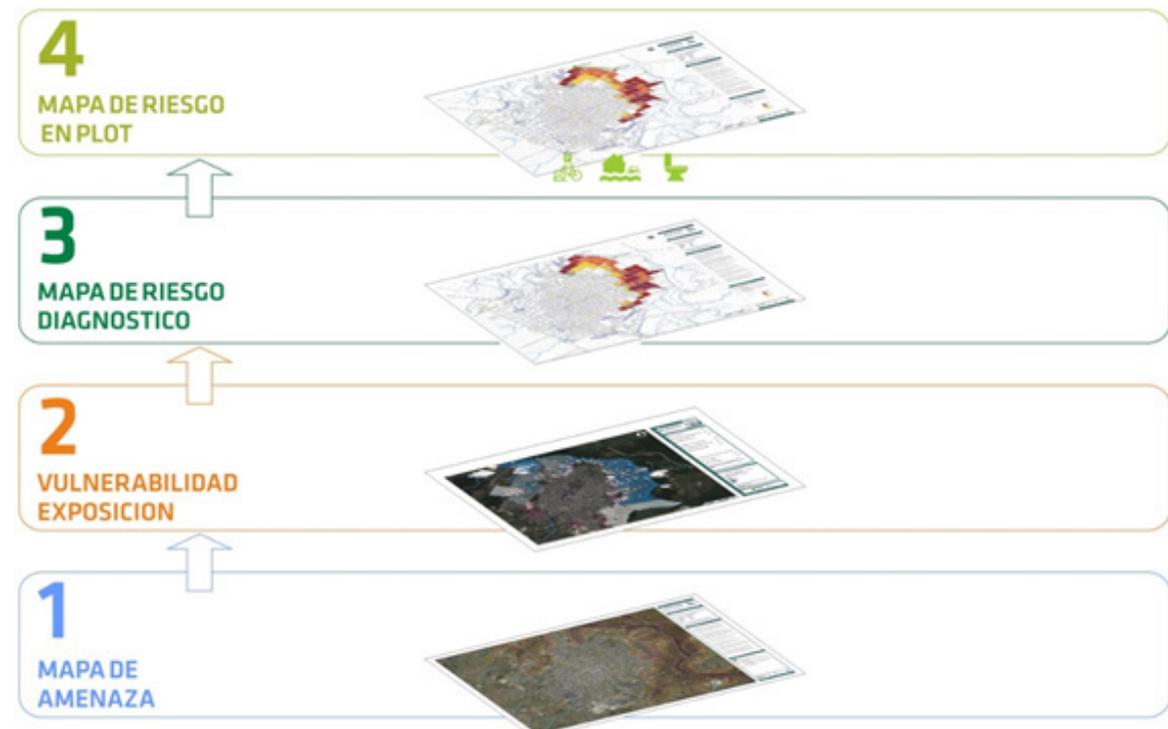


Figura 6. Etapas para la elaboración del mapa de riesgo de inundación, según lo definido en los protocolos DINAGUA-IDU. Fuente:MOVTMA

nivel departamental a partir del año 2002, lo cual brinda información de gran utilidad para la gestión de las emergencias. A partir de los estudios de estimación de población viviendo en áreas inundables, se pudo constatar que actualmente existen al menos 23.000 viviendas en áreas inundables, en las que habitan más de 71.000 personas (SINAE, 2019).

De forma complementaria, el IDU ha apoyado la elaboración de mapas de riesgo de inundación en 16 ciudades<sup>6</sup>, a partir de datos del Censo 2011 y las curvas de inundación disponibles. El desarrollo de estos estudios involucró, en principio, las ciudades clasificadas como de muy alta y alta prioridad de actuación por la DINAGUA-IDU. El criterio para esta clasificación se hizo atendiendo a la frecuencia de eventos de inundación, el número de evacuados y el nivel general de vulnerabilidad o nivel socioeconómico de la población afectada.

Por otro lado, se han desarrollado estudios

<sup>6</sup> Bella Unión, Juan Lacaze, Rio Branco, Mercedes, Treinta y tres, Salto, Canelones, Paso de los Toros, Paso Carrasco, Paysandú, Durazno, San Carlos, Tacuarembó, Artigas, Ciudad del Plata y Montevideo.

enfocados hacia el sector agropecuario y pesquero. El Sistema Nacional de Información Agropecuaria (SNIA) ha desarrollado mapas con información estadística sobre eventos extremos de lluvia para dos temporadas, la fría de abril a septiembre y la cálida de octubre a marzo, en los últimos 30 años. Esta información es útil para apoyar la toma de decisiones, la aplicación de políticas públicas y la gestión del riesgo de la actividad agropecuaria y pesquera.

Por su parte INUMET, como parte del proceso de desarrollo de sistemas de alerta temprana, ha venido potenciando algunas capacidades respecto a los servicios climáticos para la agricultura como el balance hídrico, mapas de anomalías de temperaturas y de precipitaciones, índice de precipitación estandarizado (IPE) y el registro de precipitaciones para el seguro de índice de exceso de precipitaciones para la horticultura (FAO; IICA, 2017).

## 2.1.2. Sequía

De forma general, la sequía se origina por un déficit de lluvias en un periodo extendido de tiempo, que resulta en escasez de agua para alguna actividad o sector. Sus impactos se deben a la interacción entre el evento natural (menor lluvia que la esperada) y la demanda en el suministro de agua, situación que en muchos casos es exacerbada por las actividades humanas. La sequía es una amenaza lenta de la naturaleza. Es un fenómeno poco notorio en sus inicios, con efectos que se pueden extender por largos periodos. Los impactos de las sequías varían de región a región, por lo que ésta puede ser difícil de definir ya que lo que puede ser considerado una sequía en un lugar no sería considerado una sequía en otro. Una única definición de sequía no funciona en todas las circunstancias y es por esto, en gran parte, que los tomadores de decisiones y los planificadores tienen más problemas en reconocer y en planificar para la sequía que para otros fenómenos más evidentes. La mayoría de los planificadores se apoyan en variables o índices para decidir cuándo implementar medidas de conservación de agua o de respuesta. Para obtener dichos indicadores es necesario definir el comienzo, la severidad y el final de las sequías<sup>7</sup>.

Las sequías se pueden diferenciar en sequía estacional y sequía contingente. La primera es aquella que generalmente se presenta todos los años por la misma época, mientras que la contingente es inesperada; es decir, que se presenta durante una época en que normalmente se esperan lluvias. La intensidad y extensión territorial de la sequía está estrechamente ligada con la aparición del evento La Niña, dado que los años de mayor incidencia, son aquellos en que tiene lugar este fenómeno. Sin embargo, existe también otro tipo de sequías que no necesariamente es consecuencia directa de la falta de lluvias, sino que puede resultar de la confluencia de varios factores como temperaturas del

<sup>7</sup> <http://drought.unl.edu/DroughtBasics/WhatIsDrought.aspx>

aire muy cálidas, humedad baja y vientos fuertes que aumentan la evapotranspiración y disminuyen anómalamente la humedad del suelo (Mo y Lettenmaier, 2016; Otkin et al. 2013; Otkin et al. 2015 citados por Podestá et al. 2018).

Las sequías se clasifican de acuerdo a sus efectos climáticos e impactos, en cuatro tipos básicos de medición (Wilhite y Glatz, 1985): meteorológica, hidrológica, agrícola y socioeconómica. Las sequías meteorológicas ocurren cuando los patrones de clima seco predominan en el área, como deficiencia de precipitación en términos de cantidad, intensidad y duración, y al aumento de la evaporación y transpiración a causa de altas temperaturas, vientos fuertes, baja humedad relativa, intenso sol y menor nubosidad. Este tipo de sequías puede comenzar y terminar rápidamente. Las sequías hidrológicas están determinadas por la reducción en caudales de ríos y quebradas, almacenamiento reducido de los embalses y reducción de los humedales. Usualmente se presentan después de muchos meses de sequía meteorológica. Estas sequías toman mucho más tiempo para desarrollarse. Las sequías agrícolas ocurren cuando el contenido de agua del suelo no satisface la demanda de agua de los cultivos, y al mismo tiempo aumenta la evaporación del suelo y la transpiración del cultivo, resultando en estrés hídrico para las plantas, y la consiguiente reducción en la biomasa y el rendimiento. Finalmente, la sequía socioeconómica se da cuando se relaciona el suministro y la demanda de varias comunidades a la sequía<sup>8</sup>.

Dado que las comunidades requieren conocer cuándo y dónde se presentan las condiciones de sequía para prever sus impactos potenciales, durante décadas se han desarrollado varios índices con el fin de medir la sequía en diferentes sectores. Sin embargo, una limitante mayor de estos índices es que únicamente

<sup>8</sup> <https://www.ncdc.noaa.gov/monitoring-references/dyk/drought-definition>

describen las anomalías generales de las condiciones meteorológicas e hidrológicas y frecuentemente existe poco consenso sobre cual indicador representa mejor la posibilidad de impactos significativos de sequía para un sector determinado (Podestá et al. 2018). Dependiendo del tipo de sequía a evaluar, se pueden incluir diferentes parámetros en el cálculo de los índices, ya que ninguno de ellos puede aplicarse universalmente debido a la complejidad de esta amenaza y a las condiciones particulares de las diversas zonas climáticas (Tsakiris, Pangalou y Vangelis, 2007).

El cálculo de la amenaza de sequía permite desarrollar un análisis detallado espacio-temporal para definir la severidad y frecuencia de las sequías en diferentes escalas, que, integrado con la exposición y la vulnerabilidad puede proporcionar información sobre las posibles consecuencias económicas, ambientales o sociales de las sequías. Sin embargo, la evaluación probabilista del riesgo de sequía es poco común hoy en día, por no decir inexistente, debido a la complejidad de la modelación de la amenaza y de su interacción con los sistemas socio-ecológicos expuestos. Aunque en el pasado la modelación probabilista del riesgo ha permitido evaluar el riesgo por eventos catastróficos (como terremotos, inundaciones, ciclones tropicales, erupciones volcánicas y tsunamis, entre otros), las sequías se diferencian por sus efectos, que a menudo se acumulan lentamente durante un período prolongado de tiempo, incluso años hasta la terminación del evento, con impactos menos palpables y que tienden a extenderse por grandes áreas geográficas (Bernal et al. 2017).

En Uruguay, en la temporada estival, se generan fuertes sequías en el país, en muchas ocasiones intensificadas por el fenómeno de La Niña, afectando de manera importante el sector agrícola y ganadero, siendo este último de gran

importancia en la economía uruguaya. En su reporte de "Análisis de capacidades técnicas e institucionales de Uruguay", la FAO determina que la sequía es la amenaza más grave que enfrenta el sector agropecuario nacional con respecto a la magnitud del impacto en varios sectores de actividad agropecuaria (producción ganadera de carne y lana con base en pastoreo del campo natural, lechería y cultivos anuales de cereales y oleaginosos).

Los escenarios considerados para la definición de la amenaza consisten en eventos de condiciones continuas y simultáneas de déficit de precipitación y alta temperatura. El componente de amenaza para la evaluación probabilista del riesgo por sequías agrícolas se define como un conjunto de escenarios estocásticos, colectivamente exhaustivos y mutuamente excluyentes. Estos escenarios describen la distribución espacial, la frecuencia de ocurrencia y la aleatoriedad de la intensidad de las sequías en la región de interés. Los escenarios de sequía se derivan de la simulación estocástica de las condiciones meteorológicas (simulación de las series de lluvias y temperaturas), después de lo cual la identificación de las sequías se realiza mediante indicadores.

Los indicadores son ampliamente utilizados para identificar las sequías. Detectando por debajo de las condiciones de precipitación media y por encima de las temperaturas promedio, los indicadores pueden definir la duración y la severidad de los eventos de sequía. Las fechas de inicio y terminación establecen el período de duración en el que un indicador de sequía está continuamente por debajo de un nivel crítico predefinido (a menor valor del indicador, más intensa la sequía). La severidad de una sequía denota la deficiencia acumulativa de un parámetro de sequía por debajo de un umbral entre las fechas de iniciación y terminación. La relación entre severidad y duración es la intensidad de la sequía (Mishra & Singh, 2010).

Dependiendo del tipo de sequía a evaluar, se pueden incluir diferentes parámetros

en el cálculo de los índices. Las sequías meteorológicas están condicionadas a la deficiencia de precipitación en términos de cantidad, intensidad y tiempo de precipitación, y al aumento de la evaporación y transpiración a causa de altas temperaturas, vientos fuertes, baja humedad relativa, intenso sol y menos nubosidad. Las sequías agrícolas están condicionadas por la deficiencia de agua en el suelo en términos de estrés hídrico para las plantas y la reducción en la biomasa y el rendimiento. Las sequías hidrológicas están determinadas por la reducción en caudales de ríos y quebradas, almacenamiento reducido de los embalses y reducción de los humedales.

Según Jayanthi (2014) los indicadores de sequía agrícola deben integrar las variables pluviométricas y de temperatura, junto con la evapotranspiración para el monitoreo efectivo de los cultivos de secano, pastos y pastizales. Banimahd y Khalili (2013) compararon los índices de sequía agrícola más utilizados, como el Palmer Drought Severity Index (PDSI-Palmer, 1965), el Standardized Precipitation Index (SPI-Mckee, Doesken, & Kleist, 1993), el Effective Drought Index (EDI-Byun & Wilhite, 1999), el Reconnaissance Drought Index (RDI-Tsakiris, Pangalou, & Vangelis, 2007) y el Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI-Vicente-Serrano, Beguería, & López-Moreno, 2010). Sus resultados mostraron que la SPEI y el RDI detectaron de manera más apropiada las severidades de sequía máximas, enfatizando el importante papel de la evapotranspiración. Estos resultados son consistentes con el trabajo de Tsakiris et al. (2007), en donde se demuestra que la sola precipitación no correlaciona satisfactoriamente con la producción de rendimiento en cultivos, sino que se requiere la incorporación de la evapotranspiración potencial (que depende directamente de la temperatura), para describir apropiadamente la ocurrencia de las sequías. En el modelo de sequía agrícola de Uruguay se trabaja con el SPEI, el cual incorpora la precipitación y las temperatura media, máxima y mínima

en su cálculo.

## Sequías en Uruguay

En Uruguay, aproximadamente el 93% de su territorio está dedicado a actividades agropecuarias (MGAP-DIEA, 2011), lo que hace que su economía dependa principalmente, directa o indirectamente, de este sector, siendo la producción agrícola y ganadera y la agroindustria, responsables de entre el 75% a 80% del valor total de las exportaciones del país (FAO-IICA, 2017).

La producción agropecuaria, que está basada en suelos muy fértiles de la Pampa, un ecosistema en el que se usan pasturas naturales templadas y subtropicales para la cría y engorde de ganado o que se han convertido en praderas mejoradas (pasturas/leguminosas) y en tierras cultivadas. Las fluctuaciones climáticas entre años y entre estaciones en Uruguay resultan en una alta variabilidad en la producción de cultivos y pasturas con frecuentes consecuencias negativas en la economía (Baethgen y Giménez, 2002). La sequía es uno de los riesgos climáticos que afectan con mayor intensidad el desempeño de la actividad agropecuaria y consecuentemente, la actividad agroindustrial y servicios vinculados (Paolini et al., 2010). Así mismo, estas sequías prolongadas facilitan la generación (natural o no) de incendios forestales, que afectan gravemente la silvicultura de la nación, impactando de nuevo el sector agropecuario.

Uruguay ha sufrido eventos importantes de sequía en los años 1916-1917, 1942-1943, 1964-1965, 1988-1989, 1999-2000, 2005-2006, 2008-2009 y 2017-2018, y otros de menor relevancia que han representado graves pérdidas económicas para el país. Los eventos de sequía que ocurren en Uruguay generalmente están asociados a eventos La Niña (Giménez et al., 2009). Aunque no se ha registrado un aumento en la frecuencia de las sequías ni en su intensidad en los últimos 60 años (Cruz et al., 2014), los impactos se han incrementado como consecuencia

del aumento de la exposición por la mayor intensidad de capital, inversiones e infraestructura (Methol y Cortelezzi, 2017).

Entre los eventos más recientes de eventos climáticos extremos se encuentran las sequías de verano de 1988-1989, 1999-2000, 2008-2009 o la más reciente ocurrida en 2017-2018, que fueron resultado de las anomalías climáticas producidas por La Niña. Estos episodios se caracterizaron por periodos extensos con lluvias reducidas y tuvieron fuertes impactos negativos en la economía del país.

Hasta el evento de 1988, la sequía en Uruguay era vista como un fenómeno de baja frecuencia que no justificaba el desarrollo de programas especiales, por lo que el país no contaba con ninguna estructura institucional, ni políticas diseñadas para este efecto, y sin capacidades para evaluar o supervisar la disponibilidad de agua y con la investigación incipiente sobre los impactos de ENOS en la lluvia. En la sequía de 1988-1989, la disminución en las existencias vacunas fue de un 15,6% como consecuencia de los graves déficits forrajeros, lo que generó pérdidas directas cercanas a los US\$ 300 millones, que siguieron aumentando durante los años posteriores al evento, cuando se sintió la reducción en la población de animales. Pérdidas muy importantes también se dieron en el sector de la forestación debido a incendios frecuentes y en los cultivos de verano donde los rendimientos nacionales se redujeron más de 40% (Baethgen y Giménez, 2002).

Para el evento de 1999-2000 Uruguay contaba con instituciones recientemente creadas relacionadas con el fenómeno, como la Comisión de sequía, el Sistema de Emergencia Nacional y el GRAS (parte del INIA), esto permitió que se utilizaran por primera vez medidas objetivas de la magnitud del fenómeno y no solamente informes de campo, lo que permitió identificar zonas de baja disponibilidad de agua para la priorización de acciones de mitigación. Sin embargo, en el sector agropecuario, como consecuencia de esta

sequía se estimaron pérdidas cercanas a los US\$ 250 millones.

En el periodo 2005-2006 se registró una sequía que afectó al norte del país. Las condiciones de déficit hídrico generaron un efecto directo en pérdida de producción, con un estancamiento de productividad por unidad de superficie que se extendió hasta 2007 (FAO; MGAP, 2013).

La sequía de 2008-2009 es considerada una de las más graves ocurridas en el país, con pérdidas económicas que lo constituyeron como el desastre climático más caro de la historia reciente. En este evento, la falta de agua fue crónica durante el 2008, con déficits de lluvia registrados durante todos los meses del año. En el periodo agosto 2008 los valores de disponibilidad de agua en el suelo empezaron a disminuir, y durante los 3 últimos meses del año estuvieron por debajo del “umbral crítico” para la supervivencia de las plantas. Finalmente, en enero de 2009 se llega a una posición crítica, especialmente en la zona sur y centro, con un valor de humedad en el suelo por debajo del 10%. Como consecuencia de este evento se estima un total de US\$ 868 millones de pérdidas directas sufridas por la producción agropecuaria; de las cuales el 11% corresponde a la agricultura, 3% a la citricultura, 11% a la lechería y 75% a la producción ganadera de carne (Asociación Rural del Uruguay, 2009). Por otro lado, Paolino et al. (2010) estimaron que el impacto de la sequía 2008/2009 fue mayor en el conjunto de los sectores económicos y factores de producción que en el propio sector ganadero, expresándose en el corto y largo plazo. Esto se explica por el factor multiplicador de los efectos de la sequía sobre las actividades de producción que, según estimaciones de Terra (2010), en el sector agropecuario es de 3 veces (x3), encontrándose por encima de la media de las otras ramas de actividad (manufacturera y servicios) y, dentro del sector agropecuario, precisamente el subsector ganadero es el que presenta mayores efectos.

La experiencia más reciente de sequía estuvo relacionada con la ocurrencia del fenómeno La Niña 2017-2018, cuya influencia en Uruguay se manifestó por un déficit de lluvias que tuvo un fuerte impacto en los rendimientos de los cultivos, particularmente de soja, y en la producción ganadera. Según estudios de Hernández et al., (2018) el rendimiento de la soja a nivel nacional fue el más bajo de los últimos 20 años. Las pérdidas de este cultivo representaron cerca del 85% del total de pérdidas por bajo rendimiento de los cultivos principales, estimadas en US\$ 995 millones. Para el caso de la ganadería, las estimaciones del INE indicaron que la disminución de ingresos por un menor peso en los terneros estuvo alrededor de los US\$ 26 millones. El departamento de Economía Agropecuaria de la Asociación Rural del Uruguay (ARU), estimó que las pérdidas totales de la sequía estuvieron alrededor de los US\$ 1.084 millones, casi 2 puntos del PIB (Diario El Observador, 2018).

La magnitud del impacto de la sequía 2017-18 se debió, en primer lugar, a que una de las zonas más afectadas fue el litoral agrícola<sup>9</sup>. El aumento de superficie cultivada (principalmente con soja) determina una mayor exposición que se ve reflejada en mayores pérdidas. Si bien las sequías de 1988 y 1999 afectaron los rendimientos de los cultivos de verano, la menor superficie sembrada determinó que los impactos de dichos eventos fueran menores que los de años recientes (Hernández et al., 2018).

### **Evaluación de la amenaza de sequía en Uruguay**

Las sequías en Uruguay, así como en gran parte de Suramérica, han sido tratadas tradicionalmente de forma reactiva, con esfuerzos enfocados a acciones ex post para remediar sus efectos perjudiciales. Una de las sequías más

<sup>9</sup> La franja que se extiende a lo largo del Río Uruguay (Oeste del Uruguay, Cuenca del Río Uruguay y Río de la Plata al sur), desde el sur y hasta el norte del país. De unos 50-80 km de ancho, esta franja incluye los suelos más fértiles del país.

graves de la segunda mitad del siglo XX fue la ocurrida en 1988-1989 que generó pérdidas por cerca de US\$ 300 millones, en la década posterior a este evento, el gobierno creó la Comisión Nacional de Sequía, bajo la dirección del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Por otro lado, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), creó la Unidad de Agro-clima y Sistemas de Información (GRAS) que empezó investigaciones colaborativas con el Instituto Internacional para el Manejo de la Fertilidad del Suelo (IFDC-Oficina Regional de Uruguay), quienes desarrollaron proyectos de pronósticos climáticos estacionales en el sector agrícola y un sistema de información y soporte para la toma de decisiones (SISTD) para el sector agropecuario, enfocado en pronósticos climáticos.

En cuanto al monitoreo de la amenaza, el INIA-GRAS analiza regularmente diferentes variables agroclimáticas y genera informes en su sitio web <http://www.inia.uy/gras/Monitoreo-Ambiental>, basados principalmente en la clasificación de suelos del MGAP y la información climática generada por el INUMET. Igualmente, desde INIA-GRAS se monitorea el estado de los cultivos, el índice de vegetación NDVI y balance hídrico. Por otro lado, el SNIA del MGAP, implementó en su plataforma (<http://www.snia.gub.uy>) un sistema de monitoreo y alertas, con datos de monitoreo de precipitaciones, temperatura, índices de vegetación, porcentaje de agua disponible, monitoreo de pasturas, monitoreo apícola y déficit/exceso hídrico. Este último se indica a través del índice de Severidad de Sequía (DSI, en inglés), desarrollado por el IRI, que combina estimaciones de lluvia en base a datos satelitales del sensor CMORPH,

temperaturas en superficie en base al sensor MODIS y un índice de vegetación basado en el trabajo de Rhee (2010) ([http://dlibrary.snia.gub.uy/maproom/Monitoreo\\_Agroclimatico/MONITOREO\\_GANADERIA/DEFICIT\\_HIDRICO/DSI/DSI.html](http://dlibrary.snia.gub.uy/maproom/Monitoreo_Agroclimatico/MONITOREO_GANADERIA/DEFICIT_HIDRICO/DSI/DSI.html))

Con relación al estudio de la amenaza, existen algunos estudios a escala regional, que analizan índices estandarizados para identificar y evaluar las sequías, Haylock et al. (2006), en su análisis del índice de días consecutivos secos (CDD en inglés), mostraron una tendencia negativa en la región SESA durante el periodo 1960-2000. Por su parte, Mo y Berbery, (2011) analizaron dos índices de sequía, el índice de Palmer (PDSI) y el índice de precipitación estandarizado (SPI). En su análisis sobre la persistencia de las sequías, obtuvieron que las sequías más extremas no persisten más de un año en la región. Por otro lado, Barreiro (2010), analizó la predictibilidad estacional de temperatura y precipitación para el Sudeste de Sudamérica, enfocándose en el rol que cumple el océano Atlántico Sur en su interacción con los eventos ENSO. Sin embargo, hasta hace muy poco Uruguay no contaba ningún tipo de evaluación de amenaza de sequía a nivel nacional, así como tampoco con métodos o enfoques estandarizados para realizar este tipo de evaluaciones. Antecedentes de metodologías se pueden encontrar en el informe “Elaboración de mapas de riesgo agroclimáticos de Uruguay” (AGROSEGURO, 2005), sin embargo, no existe evidencia de su aplicación.

En 2018, la UNESCO desde el Programa Hidrológico Internacional (PHI) y el Centro

del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe – CAZALAC, publicaron el Atlas de sequías en América Latina y el Caribe, con el objetivo de contar con un producto que diera cuenta de la frecuencia con que los eventos de sequía meteorológica impactaban a la región. Para el caso de Uruguay, se obtuvieron mapas de precipitación anual esperada para sequías con periodo de retorno de 1 a 2 años y de 100 años, según la frecuencia histórica de los valores de precipitación.

En el mismo año, INGENIAR: Risk Inteligente & el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE) realizaron la primera evaluación de riesgo de sequía para el sector agropecuario de Uruguay en el marco del proyecto “Perfil de Riesgo de Desastre por Sequía y Evaluación del Riesgo por Inundación en la ciudad de Río Branco”, con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo. La identificación del riesgo por sequía en Uruguay se hizo siguiendo la metodología de análisis probabilista propuesta por Bernal et al. (2017) que tiene como objetivo estimar la distribución de probabilidad de la pérdida que puede presentarse en un conjunto de elementos expuestos, tras la ocurrencia de un fenómeno natural. La modelación probabilista permite entonces realizar pronósticos sobre los niveles futuros de pérdida, considerando la amenaza propia de la región de estudio y la incertidumbre en su estimación, así como la vulnerabilidad inherente de los elementos expuestos y su incertidumbre. Los resultados obtenidos en esta evaluación se presentan en la sección 4.

### 2.1.3. Viento

El viento fuerte representa una amenaza para Uruguay, produce daños en las edificaciones e infraestructura crítica y deriva en pérdidas para el país. La zona comprendida entre el noreste de Argentina, Paraguay, Uruguay y el sur de Brasil es reconocida como la región que más se ve afectada por actividad convectiva severa en Sur América (Nascimento y Doswell, 2006, citado por V. Durañona, Marchesoni, & Sallés, 2019). Esta actividad genera daños por viento fuerte, derivados de ráfagas y tornados. Las velocidades más altas de viento registrado en Uruguay se han asociado a eventos convectivos severos. Además, Uruguay está ubicado en una zona de alta actividad de ciclones extratropicales, que tiende a generar daños en la línea de costa del país, donde se ubican la mayor densidad de población y activos, que son vulnerables a los efectos del viento fuerte.

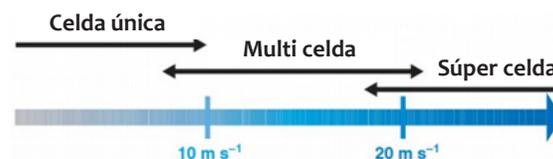
A partir de estudios detallados realizados por Valeria Durañona y su equipo en la Universidad de la República (V. Durañona, Marchesoni, & Sallés, 2019; Valeria Durañona, Guggeri, & Orteli, 2015) y otros autores (Possia, Cerne, Campetella, Campos, & Dragani, 2008), se puede concluir que en Uruguay los mayores daños asociados a fuertes vientos son producto de actividad convectiva severa, también conocidos como eventos no sinópticos, que son más frecuentes e intensos que los eventos asociados al paso de ciclones extra tropicales, conocidos como eventos de tipo sinóptico asociados a la ocurrencia de huracanes o frentes fríos.

#### Tormentas convectivas severas

Las tormentas convectivas ocurren cuando el calor de la superficie genera que la humedad y otras partículas de la atmósfera se elevan, siguiendo el proceso de convección que es el movimiento vertical de aire derivado de la transferencia de calor por el movimiento natural de la atmósfera (C.D. Ahrens 1999 citado por Valeria Durañona, 2013). Los movimientos

verticales de masas de aire se pueden derivar de diferencias de calor en la superficie, topografía, frentes de aire o brisas marinas, entre otros. Este tipo de tormentas se consideran severas si producen lluvias torrenciales, vientos fuertes en la superficie superando los 50m/s, granizo, relámpagos y tornados.

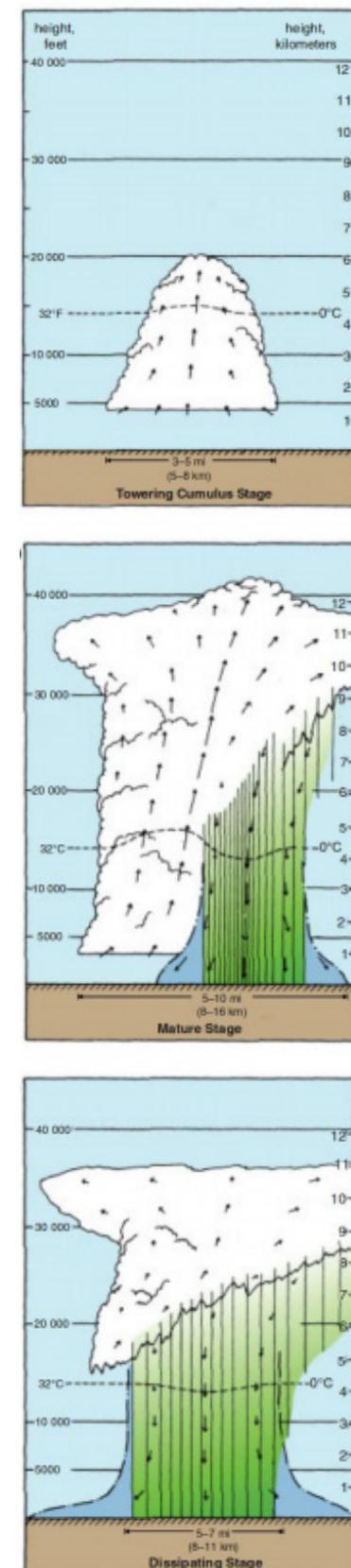
Las tormentas convectivas severas pueden producirse en escalas desde extensiones menores a un kilómetro hasta llegar a cubrir cientos de kilómetros (mesoescala) o miles de kilómetros (escala sinóptica). Las tormentas se pueden formar por una única célula o celda convectiva, que tiene efectos localizados, o agruparse en varias celdas y generar sistemas convectivos de mesoescala que tienen una mayor extensión, presentan velocidades de viento más altas y pueden durar activos varios días, llegando incluso a ser superceldas.



**Figura 7.** Tipo de tormentas por acumulación de celdas (Adaptado de Markowski & Richardson, 2010)

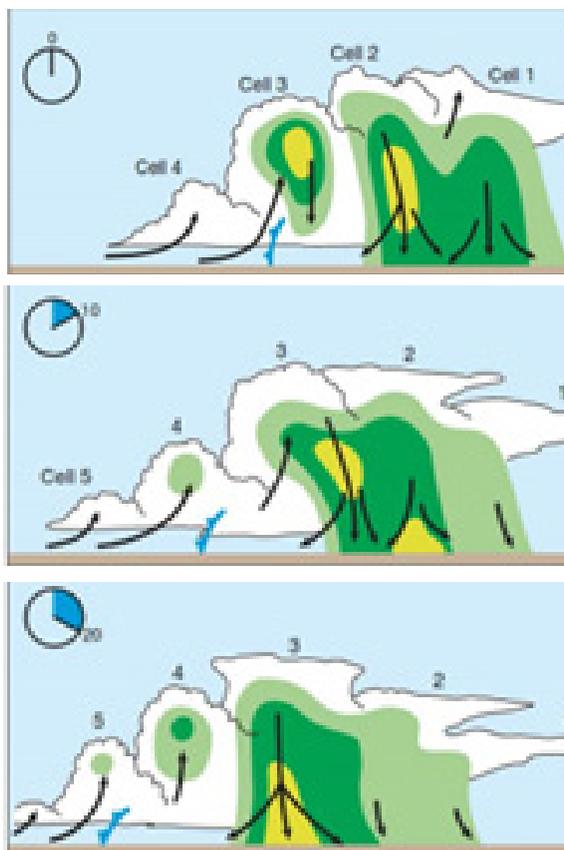
La celda única contiene una sola corriente de aire ascendente y a partir de este no se inician otros eventos convectivos, duran activas menos de una hora y en pocas ocasiones derivan en lluvias fuertes o granizo. El desarrollo de una tormenta de celda única se muestra en la siguiente imagen. La primera etapa es la de acumulación, en la cual las partículas de humedad condensada ascienden y crean una nube, luego se presenta la etapa de maduración en la que las partículas aumentan su tamaño y empiezan a caer porque la corriente ascendente del aire no es capaz de mantener suspendidas las partículas cada vez más pesadas, generando precipitación y una corriente descendente. A medida que la corriente descendente se acerca a la superficie, provoca la evaporación de algunas partículas suspendidas y hace que el aire

se enfríe. Esto ayuda a que la corriente descendente predomine en la última etapa de la tormenta, la de disipación.



**Figura 8.** Desarrollo de una tormenta de celda única (Tomado de Markowski & Richardson, 2010)

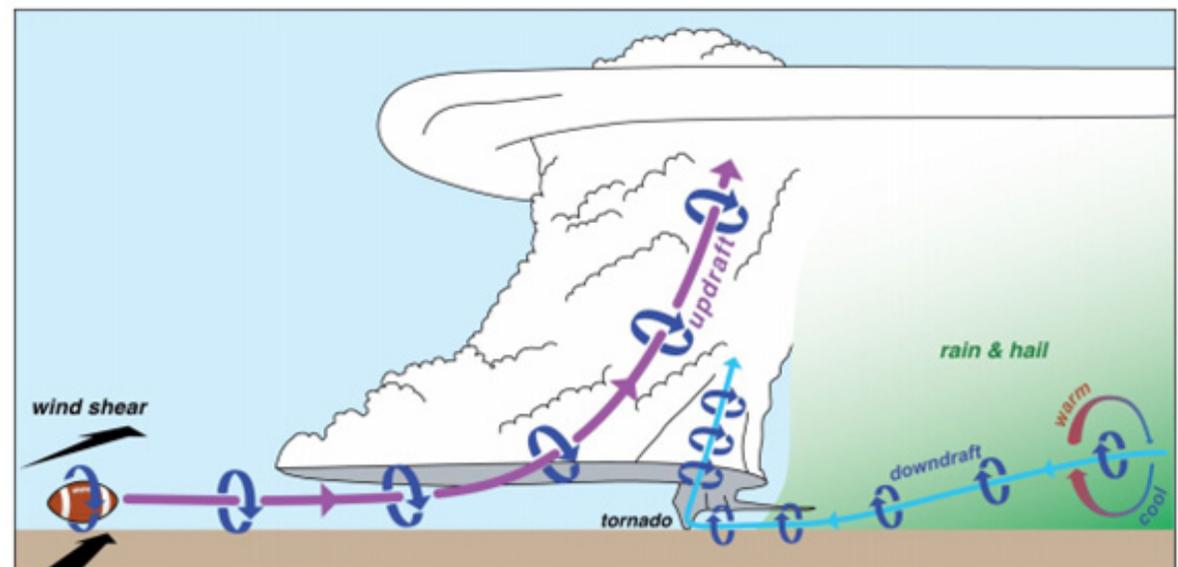
Para el caso de las celdas múltiples, nuevas celdas se generan sobre el frente de avance de la tormenta, en donde la corriente ascendente es suficiente para elevar parcelas de aire. La corriente fría descendente cerca de la superficie obliga a el aire caliente a elevarse, lo que condensa la humedad de la atmósfera y genera una nueva tormenta. Las celdas individuales no suelen encontrarse en la misma etapa de desarrollo de la tormenta (acumulación, maduración, disipación), como se muestra en la siguiente imagen, porque el avance de la tormenta puede disipar nuevas corrientes ascendentes (Ribas, 2004). Estas tormentas de celdas múltiples pueden generar Sistemas Convectivos Mesoescalares y pueden mantenerse activas por horas.



**Figura 9.** Desarrollo de una tormenta de multi celda (Tomado de Markowski & Richardson, 2010)

Las superceldas son tormentas que generan rotación de la masa de aire y se generan cuando la humedad en niveles bajos, cerca de la superficie, es muy alta. Estas tormentas son poco frecuentes, están asociados a granizo de gran tamaño (5 cm de diámetro) y la aparición de tornados persistentes. Se mantienen activas entre

una y cuatro horas, hasta ocho horas (Valeria Durañona, 2013).



**Figura 10.** Tormenta de supercelda (Tomado de Markowski & Richardson, 2010)

Los eventos de viento fuerte tipo no sinóptico se caracterizan por cambios abruptos en la velocidad y dirección del viento, así como cambios fuertes en la temperatura del aire. Uruguay es el país que más sufre de tormentas convectivas severas América del Sur. Estos eventos son los que generan más del 80% de los daños registrados por viento fuerte en el país, al ocurrir frecuentemente. Por ejemplo, el 10 de marzo de 2002 se registró un evento convectivo a gran escala que midió ráfagas de viento hasta de 34 m/s afectando a el sector de transmisión de energía del país, edificaciones y cultivos, que acumularon pérdidas hasta de US 27 millones de dólares. Por el nivel de daños, se estima que en este evento se presentaron ráfagas de viento que alcanzaron 56 m/s (V. Durañona et al., 2019).

### Ciclones extratropicales

Los ciclones extratropicales (también llamados ciclones de latitudes medias o tormentas barométricas) son sistemas cerrados de baja presión atmosférica asociados a frentes fríos, cálidos u ocluidos, cuya fuente primaria de energía es el gradiente horizontal de temperatura. Este fenómeno se refiere al movimiento del viento en forma circular arremolinado alrededor del ojo central, sus vientos soplan en contra de las manecillas del reloj

en el hemisferio norte y en sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio sur, debido al efecto Coriolis, que es el resultado de la rotación de la tierra. En el caso del hemisferio sur, el frente frío corresponde a los vientos de baja temperatura que se mueven hacia el ecuador y el frente cálido corresponde a los vientos que se dirigen hacia el polo.

La acepción extratropical se da porque este tipo de fenómenos ocurre fuera de los trópicos, en las latitudes medias de la tierra. Se forman principalmente sobre los océanos y cerca de la costa, y se caracterizan por fuertes lluvias, tormentas y vientos. Aunque los ciclones extratropicales pueden ocurrir todos los meses del año, debido a que la corriente de aire polar es más fuerte y se mueve hacia el ecuador en invierno, estos se desarrollan más fácilmente y se mueven más rápidamente durante los meses fríos, por lo que su progresión a tormentas extratropicales significativas ocurre casi siempre durante el final del otoño, invierno o el inicio de la primavera.

Los eventos de viento fuerte tipo sinóptico se caracterizan por cambios lentos en la velocidad y dirección del viento, que pueden tomar hasta 10 horas. Los eventos sinópticos están asociados al paso de ciclones extratropicales y Uruguay está

ubicado en la zona del hemisferio del Sur que experimenta una alta actividad de ciclones extratropicales, que se intensifican al pasar por el país y generan el 20% de los daños registrados por viento fuerte en el país. Por ejemplo, el 23 de agosto de 2005 se registró un ciclón extratropical que afectó la costa sur del país y se estimaron pérdidas por US 40 millones de dólares (V. Durañona et al., 2019).

A pesar de ser también importantes, la mayoría de los daños asociados a vientos fuertes en Uruguay se deben a tormentas convectivas (Duradoña, 2013), por lo cual el estudio de los ciclones extratropicales excede el alcance de esta publicación.

### **Evaluación de la amenaza por viento fuerte**

La amenaza por vientos fuertes en Uruguay se simuló estocásticamente haciendo uso de modelos matemáticos que incorporaron las conclusiones de la investigación de Valeria Durañona y su equipo y de otros investigadores internacionales (V. Durañona et al., 2019; Valeria Durañona, 2013; Valeria Durañona, Guggeri, & Orтели, 2015; Mohr, Kunz, Richter, & Ruck, 2017; Possia, Cerne,

Campetella, Campos, & Dragani, 2008; Rasmussen, Chaplin, Zuluaga, & Houze, 2016; Ruck & Bertsch, 2015) para el caso particular del país.

A partir de la revisión de la literatura, se puede concluir que el viento en Uruguay se caracteriza porque los mayores daños asociados a vientos fuertes son producto de actividad convectiva severa (en las que se presentan cambios súbitos en la velocidad y dirección del viento), que son más frecuentes e intensos que los vientos asociados al paso de ciclones extratropicales (que se caracterizan por cambios lentos en la velocidad del viento, en periodos hasta de 10 horas). Es por esta razón que la metodología se centra en vientos asociados a fenómenos de actividad convectiva severa que no se pueden evaluar con la metodología de capa límite de la atmósfera, ya que se presentan diferencias en los perfiles verticales de velocidad de viento, la turbulencia y la evolución espacial y temporal de los eventos.

Para la evaluación de la amenaza se usa una metodología basada en eventos para crear un conjunto de condiciones de vientos fuertes en el país. El peligro asociado a los eventos de viento fuerte se define con el

uso de un valor de frecuencia anual de ocurrencia y su severidad, caracterizada por un parámetro de intensidad calculado en cada localización geográfica específica. Por ejemplo, la intensidad para vientos fuertes puede ser la velocidad instantánea del viento o la velocidad de las ráfagas de 3 segundos, a 10 metros sobre la superficie ( $v_{10}$ ). La evaluación del riesgo se basa en la frecuencia histórica de ocurrencia de eventos de viento fuerte y sus diversos grados de intensidad. Una vez definidos los parámetros que caracterizan la ocurrencia de dichos eventos, desde un punto de vista físico, es necesario generar un conjunto de eventos estocásticos a través de la simulación de una serie de eventos aleatorios. El conjunto de eventos aleatorios contiene todas las formas posibles en que el peligro relacionado con viento fuerte puede manifestarse en Uruguay. Para cada evento, la amenaza se caracteriza, en cualquier punto del territorio, a través de la distribución de probabilidad de la intensidad, definida en términos de su valor esperado y su varianza.

## 2.1.4. Incendios forestales<sup>10</sup>

Los incendios de la cobertura vegetal pueden considerarse como perturbaciones ecológicas con importantes efectos en la vegetación, bosques, selvas y zonas áridas o semiáridas. Pueden ser producidos por fuego causado de forma natural o por causa del ser humano y se generan cuando concurren tres elementos: combustible, calor y oxígeno. Por esto, la combinación de estos factores es conocida como el “triángulo del fuego”. El comportamiento del fuego o de esta “gran triada” depende a su vez de tres grandes variables: combustible, tiempo atmosférico y topografía. Estas variables afectan la dinámica de los incendios, la cual responde a diversas condiciones en un mismo sitio, como el tipo de vegetación, la cantidad de combustible y oxígeno, las condiciones meteorológicas, la topografía, las actividades humanas, entre otras. Su ocurrencia y propagación no son controladas o programadas (FAO, 1986). Los incendios forestales pueden afectar pequeñas áreas o miles de hectáreas y pueden ocasionar diversos efectos al suelo, flora y fauna, a la atmósfera, así como a los bienes y servicios, como el agua disponible en el subsuelo, la captura de carbono, la emisión de oxígeno, la alimentación, la recreación, entre otros. Los incendios forestales pueden ser i) superficiales, es decir que se propagan sobre material como pastos y vegetación herbácea de la superficie del suelo hasta 1,5 metros de altura, ii) subterráneos, que se propagan en material debajo de la superficie del suelo; como raíces y materia orgánica acumulada, y iii) de copas, que se propagan por la parte alta de los árboles o matorrales (SEGOB, 2011).

Los incendios de la cobertura vegetal no siempre tienen efectos negativos, algunas veces éstos hacen parte de la dinámica ecológica en algunos tipos de vegetación, así como cuando su uso es controlado y regulado por la comunidad. Por ejemplo, en

los ecosistemas influenciados por el fuego, una modalidad o variante de ecosistemas sensibles al fuego, los incendios de la cobertura vegetal desempeñan un papel ecológico muy sutil en el mantenimiento de la biodiversidad típica de los ecosistemas de transición y en el predominio relativo de algunas especies de plantas con capacidad para tolerar incendios poco frecuentes y de baja intensidad y severidad. Sin embargo, sus efectos pueden ser catastróficos en ecosistemas sensibles al fuego en donde la mayor parte de las especies biológicas no cuentan con estrategias adaptativas a este e incluso presentan condiciones microclimáticas limitantes para la ignición y propagación natural del fuego (Uhl y Kauffman, 1990), o en ecosistemas independientes del fuego que tienen muy baja probabilidad de presencia natural de incendios debido a la ausencia de vegetación y a las condiciones climáticas extremas, pudiendo significar la desaparición total de este tipo de ecosistemas (del Campo Parra, 2011).

De esta manera, cuando los incendios forman parte de la historia natural de un ecosistema determinado, lo hace dentro de un espectro que permite predecir –con cierto nivel de incertidumbre– los atributos de los eventos por ocurrir (frecuencia, patrón espacial, estacionalidad, intensidad, severidad, fuente principal de ignición) en un área determinada (Van Wilgen y Scholes, 1997, citado por Getzin, 2002; Gill y Allan, 2008). El uso descontrolado de este tipo de incendios con propósitos agrícolas y pecuarios en ambientes, con condiciones meteorológicas favorables para su propagación, resulta problemático cuando su recurrencia supera la capacidad de resiliencia de los ecosistemas y altera de manera irreversible los procesos naturales que sirven de base para la producción de bienes y servicios ambientales. Hoy en día, los incendios son la expresión de la degradación de los regímenes naturales del fuego en la mayor parte de los ecosistemas terrestres (del Campo Parra, 2011).

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, es posible mantener los regímenes de fuego en contextos de relativa estabilidad climática y ecosistémica de largo plazo y sin perturbación humana importante. Cualquier tipo de incendio que se presente por fuera de los límites históricos de intensidad, espacio-temporalidad, severidad y cobertura puede inducir la transformación del ecosistema involucrado en otro totalmente distinto o, en menor grado, la pérdida de su biodiversidad y casi siempre el incremento de la probabilidad de recurrencia de incendios por el ingreso de nuevas especies amigables del fuego.

El conocimiento y entendimiento de los incendios en sistemas agrícolas o agroforestales es avanzado, sin embargo, dada la diversidad ambiental (trópico, alpino, árido, semiárido) y la diversidad cultural, el mosaico de regímenes de fuego, políticas oficiales de manejo de incendios forestales y tradiciones en su manejo comunitario, y problemáticas relacionadas con este tipo de fenómenos y sus efectos ambientales da un producto complejo en el que es necesario avanzar para su mayor entendimiento y mejor manejo.

Dado que este fenómeno es multicausal, altamente dinámico en tiempo y espacio y generador de impactos de alcance variable sobre el medio natural y social, es necesario abordar su estudio y comprensión como entes organizados compuestos por subsistemas como elementos estructurantes que se disponen y relacionan en diferentes niveles jerárquicos, de tal forma que, para lograr mayores niveles de detalle en el acercamiento a un determinado sistema, se consideran los subsistemas como sistemas aislados que se interconectan y conforman un ente de orden superior (Páramo 1999, 2000).

### Incendios forestales y de campo en Uruguay

Los incendios forestales constituyen una amenaza importante para el territorio

<sup>10</sup> Un incendio forestal es cualquier incendio incontrolado en vegetación combustible que ocurre en el campo o en un área silvestre, excepto aquellos fuegos que están bajo prescripción (FAO, 2010)

uruguayo, que recobran protagonismo cada verano afectando combustibles, vegetales, flora y fauna. En los últimos años se ha incrementado el riesgo de incendios forestales en Uruguay como consecuencia del aumento de los bosques de explotación y la situación de los bosques costeros al Río de la Plata y Océano Atlántico. La existencia de centros poblados en medio de plantaciones coníferas y latifoliadas (pinos y eucaliptos) y las áreas urbano-forestales en los boques costeros y la situación del sotobosque (acumulación de material combustible, regeneración natural y falta de limpieza), aumentan la vulnerabilidad del país frente a estos eventos. Por otro lado, en la temporada estival aumenta la amenaza en todo el territorio nacional debido a las altas temperaturas, bajos porcentajes de humedad, estado de los combustibles vegetales e incremento de la población en las zonas costeras, por lo que actualmente las zonas sur y este del país están caracterizadas como de muy alto riesgo frente a incendios forestales. (<https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/node/54>).

En febrero de 1989, el 60% del Parque Nacional de Santa Teresa en el departamento de Rocha, fue destruido por un incendio de enormes proporciones. Su recuperación tardó 8 años. La alta presión turística de esta zona representa una grave amenaza para su protección; las malas prácticas, entre otras causas, han hecho común que en cada verano miles de hectáreas sean arrasadas por el fuego. Según el SINAIE, el 98% de los incendios forestales y de campo son productos de la acción humana. En 1999, solo dos años después de que el parque se considerara totalmente recuperado del incendio del 89, este fue nuevamente escenario de un fuerte incendio que quemó cerca de 350 hectáreas.

A comienzos de 2005, se registraron incendios intensos en el departamento de Rocha, uno en el balneario La Esmeralda, que arrasó 1.800 hectáreas y decenas de viviendas, y otro en las cercanías de Punta del Diablo, un pueblo turístico de

pescadores en la costa de Rocha, que se extendió al Parque Nacional Santa Teresa, quemando casi 5.000 hectáreas.

Según datos del SINAIE, en la temporada 2011-2012, la Dirección Nacional de Bomberos (DNB) registró casi 6.000 hectáreas afectadas por incendios, y 5.200 en la temporada 2012-2013. Según datos de la DNB (2015), entre 2010 y 2015 se logró reducir en un 75% el número de intervenciones por incendios forestales y de campo. El descenso se dio gracias a las acciones de prevención, mitigación y respuesta que se desarrollan en el marco del Plan Nacional de Prevención y Combate de Incendios Forestales.

En los primeros días de diciembre de 2019, se generaron tres incendios en distintas zonas del país, uno en El Pinar, que afectó cerca de dos hectáreas, y otros dos de mayor intensidad en Rocha, uno entre La Esmeralda y Punta del Diablo, que quemó 2.136 hectáreas y alcanzó 19 viviendas, y el otro en Santa Isabel, donde se quemaron más de 25 hectáreas de bosque natural.

A comienzos del 2020, incendios de grandes proporciones quemaron 2.100 hectáreas en La Esmeralda y más de 1.000 en Melilla (Diario Subrayado, 2020).

### **Evaluación de la amenaza de incendios forestales en Uruguay**

En el marco del Plan Nacional de Prevención y Combate de Incendios Forestales, el INUMET emite el Índice de Riesgo de Incendios Forestales (IRIF), como instrumento de monitoreo y alarma. El índice es calculado a nivel departamental y se grafica a través de un mapa de calor donde se indican las zonas del país con mayor riesgo de que se produzcan incendios. El índice se calcula con base en el Índice de Nesterov, que tiene como variables la temperatura y el déficit de saturación del aire (medidos diariamente a las 13 horas del día anterior), y la precipitación acumulada diaria (de 7 am a 7 am).

Por otro lado, en el periodo 2008-2009 en el marco del proyecto PNUD "Conectando el conocimiento con la acción para la gestión integrada de la zona costera uruguaya del Río de la Plata", el laboratorio de Técnicas Aplicadas al Análisis del Territorio de la Universidad de la República adelantó estudios para el desarrollo de un sistema de información geográfica para la prevención y la gestión de incendios forestales como herramienta de apoyo a la toma de decisiones. De acuerdo con el reporte presentado en 2009, el sistema debía integrar elementos dinámicos, como los meteorológicos, mediante modelos numéricos de pronóstico de alta resolución espacial (Weather Research and Forecast) con información topográfica proveniente de un modelo numérico de terreno, datos de uso del suelo y vegetación (NDVI) así como hotspots de las imágenes MODIS. También incorpora el factor humano, la historia y características de los eventos (Universidad de la República, 2009).

En el marco jurídico, Uruguay cuenta con diferentes instrumentos como la Ley 15896 de 1987, de prevención y defensa contra siniestros. Esta ley establece las disposiciones referentes a competencia, prevención y combate de fuegos y siniestros.

En enero de 2005 se aprobó la suscripción del protocolo de acuerdo para la conformación del sistema de alerta y monitoreo de incendios forestales, el cual representa un esfuerzo de coordinación entre diversas instituciones públicas y privadas por integrar un sistema de monitoreo en base al intercambio de información no clasificada que facilita a la Dirección Nacional de Bomberos desarrollar tareas de prevención, respuesta y evaluación de daños en el patrimonio forestal público y privado. Por medio de la carta de compromiso, firmada en diciembre de 2003, la Dirección Técnica y Operativa Permanente (DTOP), con la Comisión Nacional de Actividades Espaciales de la República Argentina (CONAE-R.A.), "autoriza a la dirección a utilizar las imágenes satelitales que en forma gratuita les ceda la CONAE,

exclusivamente para generar productos que tengan como fin apoyar las actividades del SINAE en materia de anticipación, supervisión, evaluación de daños, mitigación y/o mejora de la respuesta ante posibles catástrofes”.

(Tomado de: <http://archivo.presidencia.gub.uy/resoluciones/2005012020.htm>)

Posteriormente, en 2007 se aprobó el decreto 436/007 que establece el Plan General de Acción para la Prevención, Alerta y Respuesta a los Incendios Forestales, con el propósito de “establecer los mecanismos de coordinación entre todos los recursos disponibles del Estado y la Sociedad Civil Organizada para el cumplimiento de los Objetivos Estratégicos dispuestos por la Presidencia de la República” que son: i) prevenir la aparición de focos ígneos en áreas forestales, rurales y bosques costeros; ii) emitir alertas tempranas; iii) responder pronta y eficientemente para evitar la propagación. Entre otros puntos, el decreto prohíbe realizar fuegos y quemas al aire libre en todo el país desde el 1 de diciembre de cada año hasta la segunda quincena de abril del año siguiente, con el fin de prevenir los incendios forestales durante el verano, cuando su probabilidad aumenta debido a las altas temperaturas y la baja humedad. En este sentido, el artículo 2 de la Ley 15896 de 1987, establece multas para quien inicie incendios, que se gradúan entre 10 y 200 unidades reajustables, igualmente, el artículo 90 del Código Rural determina que quien hace quemazón de campos está obligado a la “reparación de todos los daños y perjuicios que ocasionare”.

A partir de la aprobación del decreto, el SINAE desarrolla anualmente el Plan Nacional de Prevención de Incendios Forestales para la temporada estiva, con medidas destinadas principalmente a la prevención y detección temprana del fuego. El plan, define las acciones de prevención, mitigación y respuesta, además de campañas de educación y sensibilización sobre el riesgo del fuego en la temporada estival.

Por otro lado, desde el 2014, las empresas socias de la Sociedad de Productores Forestales de Uruguay (SPF), bajo su coordinación, implementan el Sistema de Protección Contra Incendios Forestales, este programa de alcance nacional involucra a la mayoría de las empresas del sector forestal, protegiendo un área de 1.200.000 hectáreas efectivas de bosques plantados, a través de la detección temprana y un ataque rápido y contundente de primera respuesta, que impida la propagación. El sistema se subdivide en tres grupos por ubicación geográfica, que son coordinados por técnicos de las empresas integrantes del mismo y un coordinador de la SPF. Igualmente, como parte del programa se realizan campañas de comunicación con el objetivo de concientizar a la población general sobre el riesgo y la forma de evitar siniestros. ([www.spf.com.uy](http://www.spf.com.uy)).

A nivel departamental, en Canelones, a partir de la categorización realizada por el plan departamental de gestión del riesgo sobre la amenaza de incendio de interfaz como un riesgo inaceptable, y los mapas de riesgo elaborados por

el Centro Coordinador de Emergencias Departamentales (CECOED) sobre la franja costera, se elaboró un proyecto con el objetivo de fortalecer el sistema de prevención y gestión de riesgo de incendios de interfaz en áreas urbano-forestales. El proyecto tiene 6 líneas de acción: i) Comunicación y sensibilización; ii) Participativa (promoción de la Red Ciudadana para la Prevención y Alerta de Incendios); iii) Prevención; iv) Articulación con sistemas de respuesta; v) Coordinación (entre la Red Ciudadana, los comités municipales de emergencias y el CECOED); y vi) Conocimiento.

Según una presentación del CECOED de San José, en 2013 se realizaron, por medio de un proceso participativo, mapas de riesgo de incendio forestal en localidades de distintos departamentos del país (La Paloma, La Pedrera, Pan de Azúcar, Bella Vista, Playa Hermosa, Guichón, Orgoroso, Algorta, Porvenir, Tranqueras) y en la zona de juncos del Río de la Plata (Ciudad de la Plata), en paradores y campings (Kiyú), zona del aserradero (Arazatí) y Cufre.



Figura 11. Mapa de riesgo de incendios forestales Kiyú (San José). Fuente: (<http://www.imsj.gub.uy/porta115/images/stories/noticias/plandeincendios.ppt>)

# 3. Exposición y vulnerabilidad

## 3.1. Exposición

En general los elementos expuestos son todo aquello que puede ser afectado cuando un evento intenso se presenta, como las personas, edificaciones, equipos, carreteras, cosechas o ganado, actividades económicas, industrias, etc. Infraestructuras, líneas vitales e instalaciones como escuelas, hospitales o templos también son elementos expuestos, al igual que los ecosistemas o el ambiente natural. Estos elementos no son fácilmente agrupables y en ocasiones deben tratarse como categorías separadas, considerando aspectos tangibles e intangibles de cada uno de ellos (PNUD, 1991).

La exposición, en el marco conceptual de la gestión del riesgo, se refiere entonces a elementos en riesgo; es decir, que pueden sufrir daños y pérdidas (UNISDR, 2009). Por eso, en general, cuando se habla de la exposición se hace referencia a todos aquellos elementos que pueden ser afectados debido a la ocurrencia de un evento peligroso. Dentro de los elementos expuestos por lo tanto se pueden incluir personas, recursos, infraestructura, producción, bienes, servicios y ecosistemas. Identificar y caracterizar la exposición es un aspecto de especial importancia para la evaluación del riesgo, debido a que para que exista riesgo, un activo (o un conjunto de activos) debe estar expuesto al menos a una amenaza. El desarrollo del inventario o de las bases de datos de exposición generalmente considera dos etapas: la

identificación y la caracterización. La primera normalmente está relacionada con la selección de aquellos activos que pueden ser afectados y su geolocalización, mientras que la segunda se refiere a la asignación de aspectos relevantes asociados con el tipo estructura y el valor económico (e.g. de reposición). Las características estructurales de cada elemento, incluidas en la base de datos de exposición, determinan su vulnerabilidad física y permiten la estimación de los niveles de daño y pérdidas.

El nivel de detalle de los inventarios y las bases de datos de exposición varía dependiendo no solamente de la información disponible sino del propósito y objetivo de los análisis del riesgo, que pueden ser de comparación entre regiones y países para aumentar la conciencia acerca del riesgo o para establecer estrategias de gestión del riesgo a nivel nacional o para implementar planes específicos de medidas de intervención o reducción del riesgo o para el diseño de instrumentos financieros de transferencia del riesgo a nivel local.

Por otro lado, para el análisis de riesgo urbano, generalmente se desarrollan bases de datos de exposición de alta resolución, en donde cada elemento individual es identificado y caracterizado. Para los análisis subnacionales se usan niveles de resolución más gruesos basados en datos de población y conjunto de indicadores

económicos que proporcionen un orden de magnitud de lo que está expuesto y su localización aproximada. De hecho, hay una relación estrecha entre la resolución de las bases de datos de exposición y la resolución de la amenaza, dado que una alta resolución de solo uno de estos aspectos no significa que los resultados de riesgo sean más consistentes y confiables. Adicionalmente, la identificación y caracterización de los elementos expuestos está asociada también con el para qué y para quién tendría relevancia la pérdida. Por ejemplo, los elementos expuestos en una evaluación del riesgo para el sector salud, son las edificaciones públicas de dicho sector, debido a que las pérdidas que se puedan presentar en ellas por la ocurrencia de fenómenos peligrosos serían de relevancia y responsabilidad de las instituciones de salud pública. Las viviendas de bajos recursos, por ejemplo, son una responsabilidad fiscal del Estado, debido a la inhabilidad de los propietarios de ese tipo de casas privadas de absorber una situación de desastre. Por lo tanto, es importante determinar para quién es relevante o para quién implica una responsabilidad que se presenten pérdidas y esto define la exposición o los elementos expuestos. Por esta razón, es necesario que los elementos expuestos sean agrupados en portafolios y que el riesgo se evalúe por sectores.

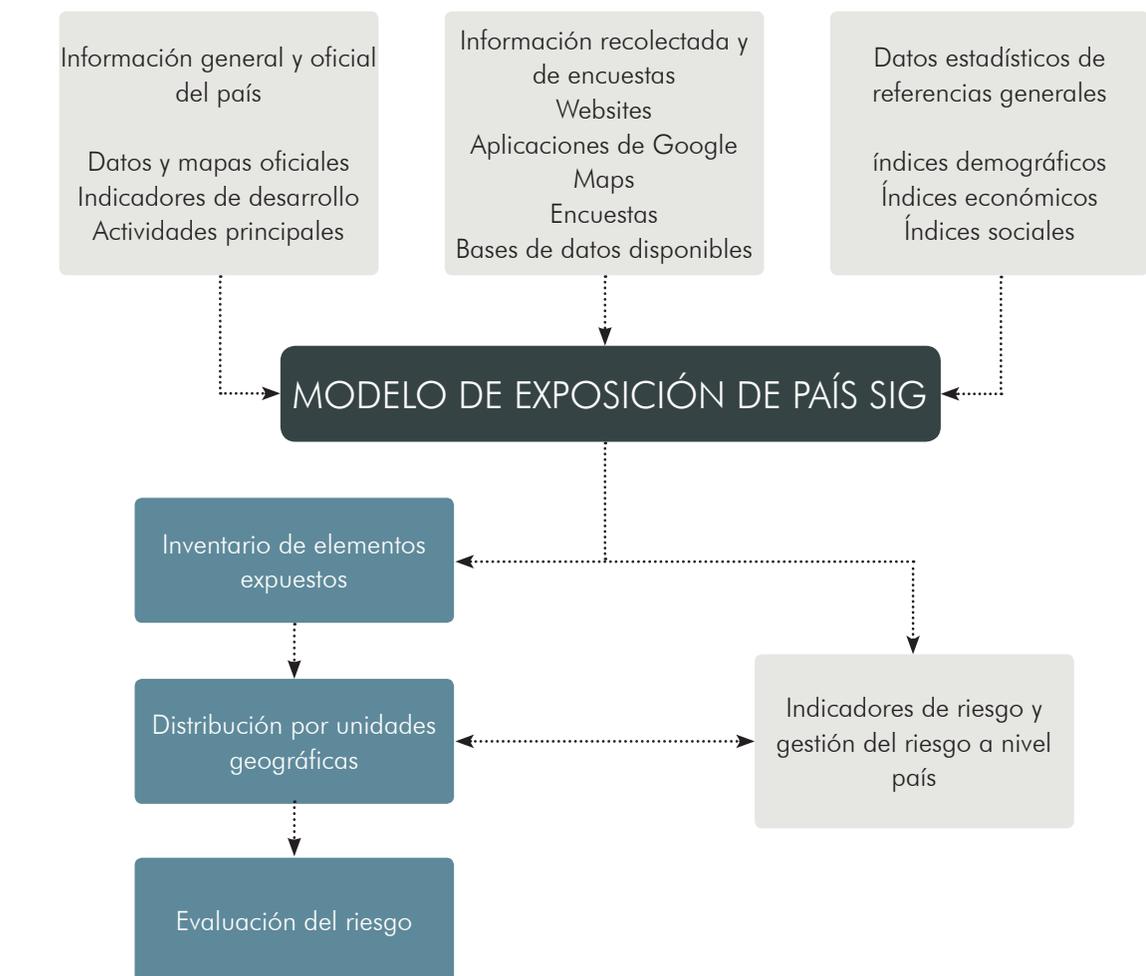
### 3.1.1. Edificaciones e infraestructura

El modelo de exposición es el inventario de activos (edificios e infraestructura) que puede ser afectado por eventos que caracterizan alguna amenaza natural; es decir, el conjunto de elementos expuestos. Definir la exposición es esencial para el análisis del riesgo y el grado de precisión de los resultados depende de su nivel de resolución y detalle. Existen diferentes niveles de resolución y cuando no existe información disponible suficientemente detallada, o una estimación detallada sobre una unidad administrativa completa (e.g. nivel nacional), es necesario llevar a cabo estimaciones aproximadas que den cuenta o representen el inventario de elementos expuestos. A esto usualmente se le denomina un proxy del modelo de exposición.

Para algunas amenazas se necesita siempre un mayor detalle o nivel de resolución, debido a que por su carácter puntual no es adecuado hacer evaluaciones gruesas o de áreas muy amplias. De igual forma a nivel local es deseable una resolución edificio por edificio, lo que implica la identificación y caracterización individual de las edificaciones y por lo tanto construir una base de datos con cada una de ellas.

La Figura 12 muestra el procedimiento general que se lleva a cabo para desarrollar un modelo simplificado (proxy) de los elementos expuestos para un país.

Como se puede ver, el modelo de exposición está basado en información oficial sobre los índices demográficos, económicos y sociales a nivel subnacional, que, combinados con estadísticas acerca de la distribución de los tipos constructivos,



**Figura 12.** Procedimiento general para la creación de un modelo simplificado de elementos expuestos

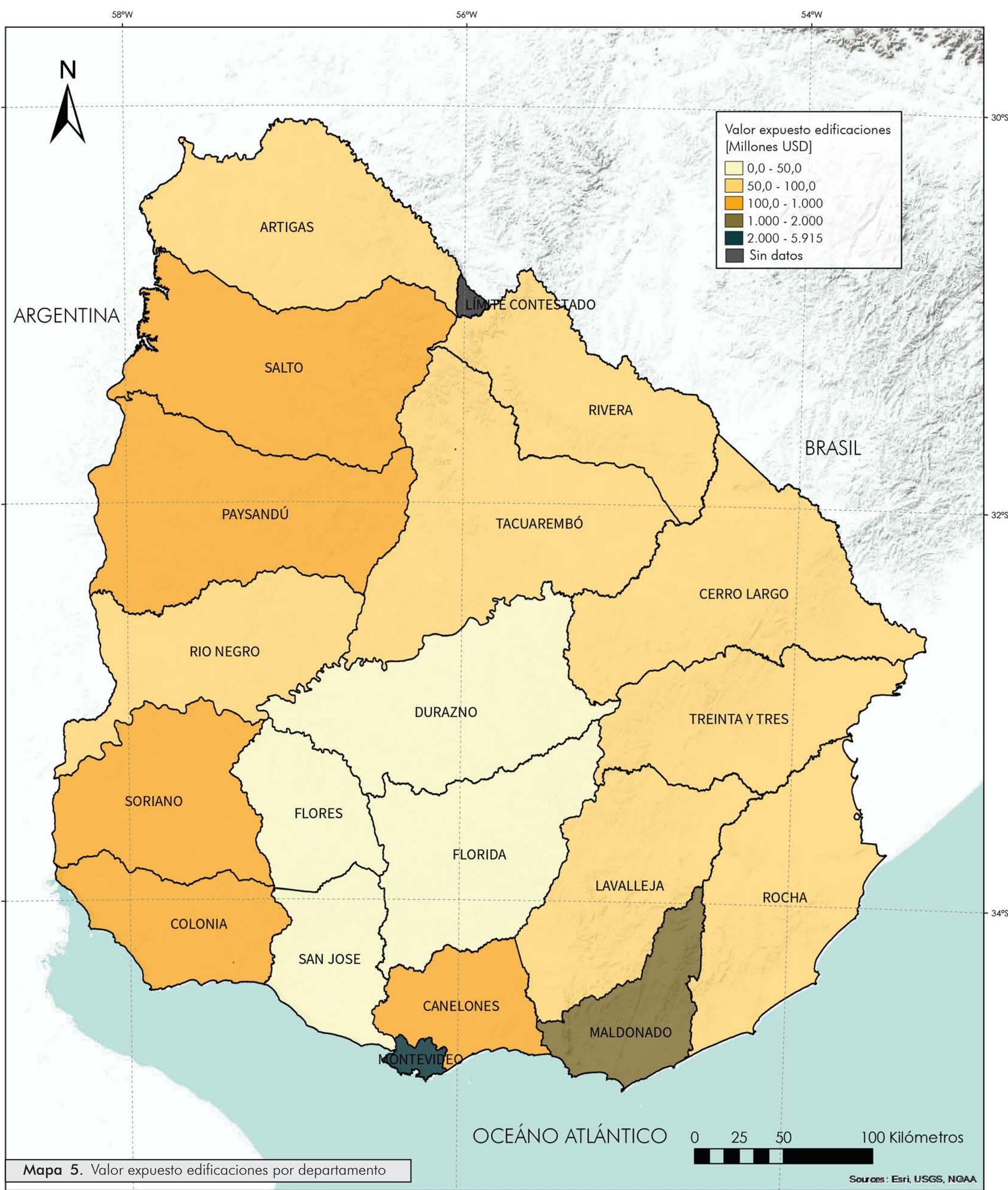
dan una idea de qué y dónde se encuentran los activos y cuánto cuestan. En resumen, el principal objetivo del proxy de un país es generar una distribución geográfica adecuada para el inventario y de esta forma representar en términos generales la ubicación de los activos y la población.

Los activos diferentes a edificios regulares también se incluyen en la base de datos de exposición permitiendo la incorporación de infraestructura nacional y local como puentes, centrales eléctricas, puertos, aeropuertos y hoteles entre otros. Adicionalmente, dado que la información se clasifica por responsable o propietario

(i.e. público, privado) y por sector (industrial, comercial, residencial, turístico), los resultados del riesgo también se pueden desagregar en dichas categorías; lo que es muy útil para el gobierno.

Cada uno de los elementos expuestos identificados e incluidos en la base de datos debe tener asociada una función de vulnerabilidad para las amenazas consideradas.

Los Mapas 5 y 6 presentan los valores expuestos de edificaciones por departamento y sección censal, respectivamente.



Mapa 5. Valor expuesto edificaciones por departamento

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

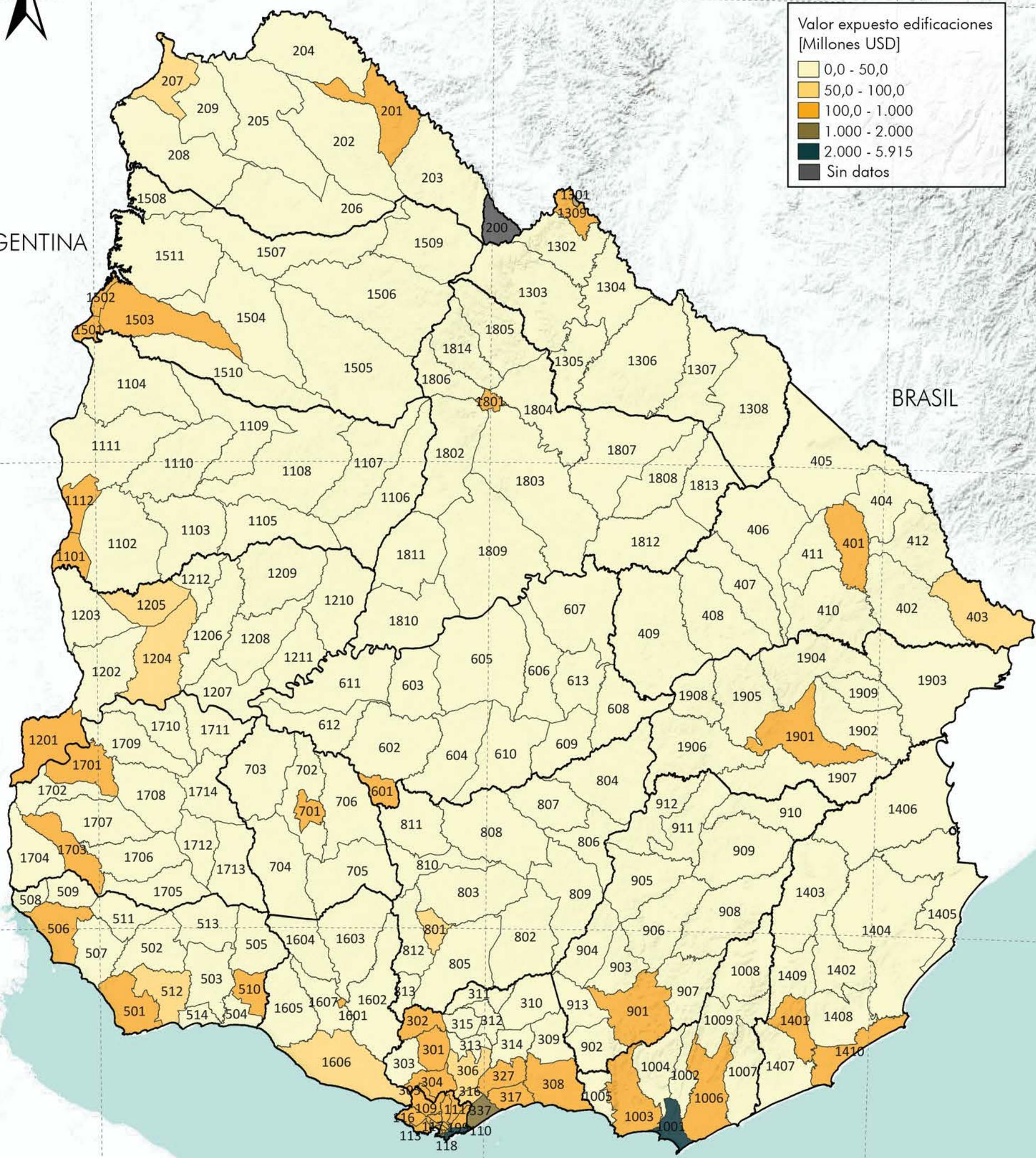
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 6. Valor expuesto edificaciones por sección censal

Sources: Esri, USGS, NOAA

### 3.1.2. Cultivos y ganado

En la metodología propuesta, los elementos expuestos para la actividad agrícola son los cultivos, mientras que para la actividad pecuaria son las pasturas y el inventario de animales situados en el área donde se estima el riesgo.

Para el caso del sector agrícola, cada elemento expuesto o unidad de tierra cultivada en la región de análisis, es necesario conocer las características del cultivo que típicamente se siembra en esa ubicación como se muestra en la Figura 13. La información que se debe conocer incluye el tipo de cultivo, su estacionalidad y área sembrada. También se debe contar con información de rendimientos típicos (toneladas producidas por unidad de área).

Dentro de la información que se debe conocer en el modelo de exposición se incluye el rendimiento típico de cada cultivo, que dentro del modelo se define como la producción total en toneladas de un cultivo por hectárea de terreno sembrada. Estos datos son utilizados en el módulo de vulnerabilidad, que relaciona el desarrollo día a día del cultivo con las series diarias de precipitación y temperatura, para evaluar posibles reducciones en el rendimiento de la cosecha debido a condiciones de déficit de agua.

Por otra parte, para cuantificar las pérdidas generadas al momento de exponer los cultivos a los escenarios que definen la amenaza por sequía, es necesario realizar una valoración económica de la producción obtenida por cultivo, para ello se consideró el valor unitario en dólares (USD) de una tonelada producida para cada cultivo. La valoración económica se define en este caso como el precio recibido por los agricultores por sus productos, sin considerar los costos de transporte, almacenamiento, procesamiento, comercialización ni impuestos, es decir, no cubre ningún otro costo después de que el producto deja la unidad de tierra cultivada.

Para el caso del sector pecuario, cada elemento expuesto o unidad de tierra en la región de análisis, es necesario conocer las características de la pastura y de la manada ubicada en dicha pastura como se muestra en la Figura 14. La información que se debe conocer incluye el tipo de pasto, su rendimiento, digestibilidad y área.

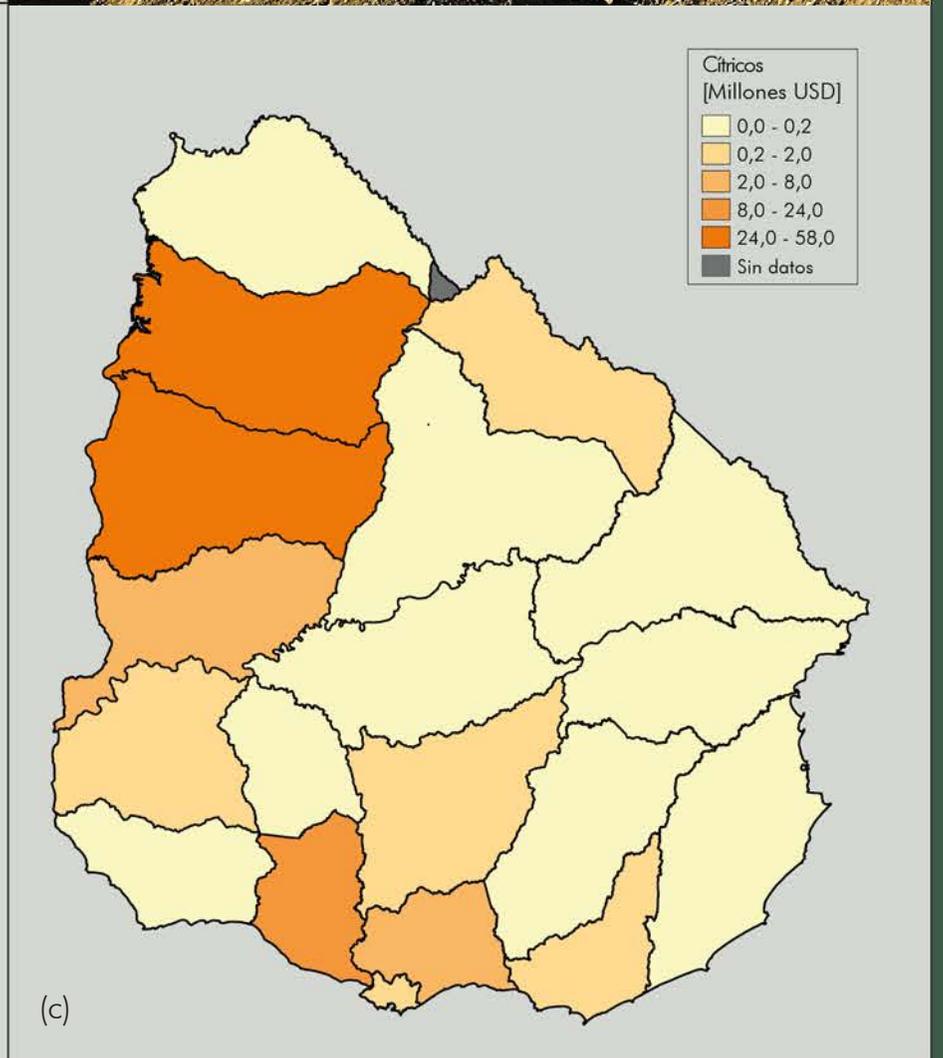
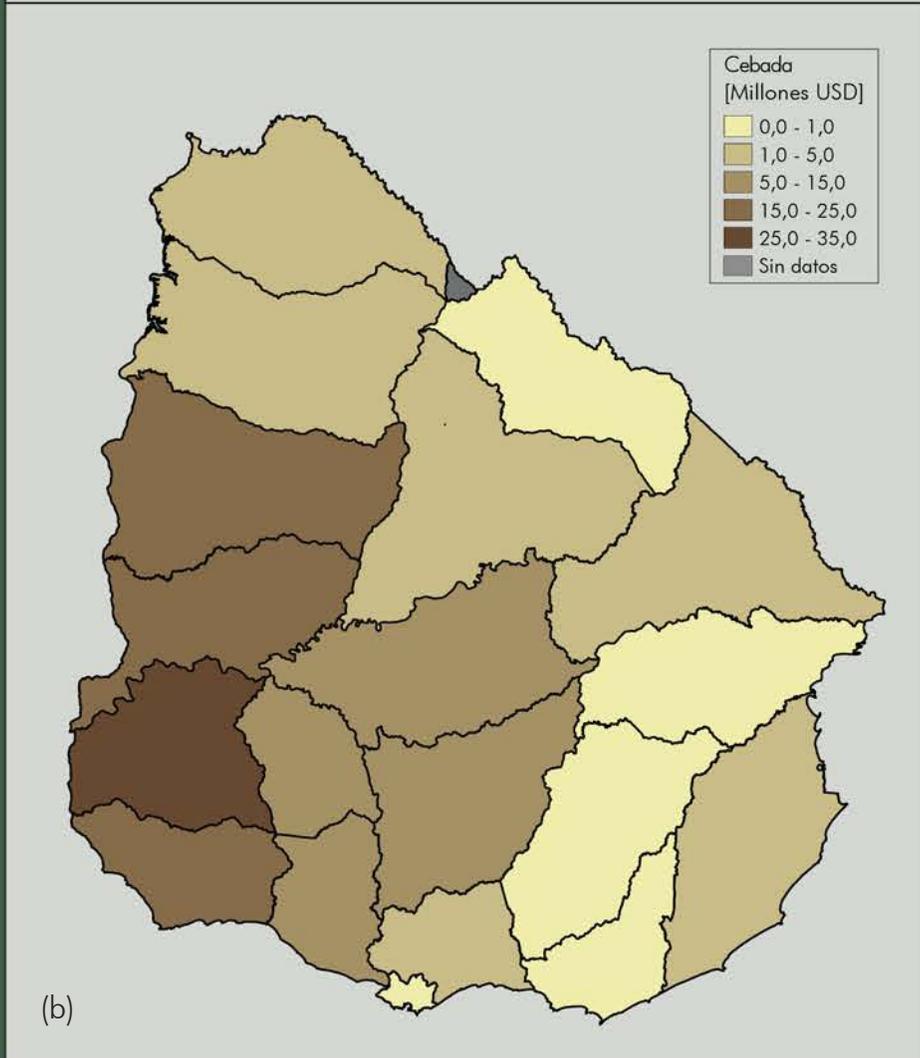
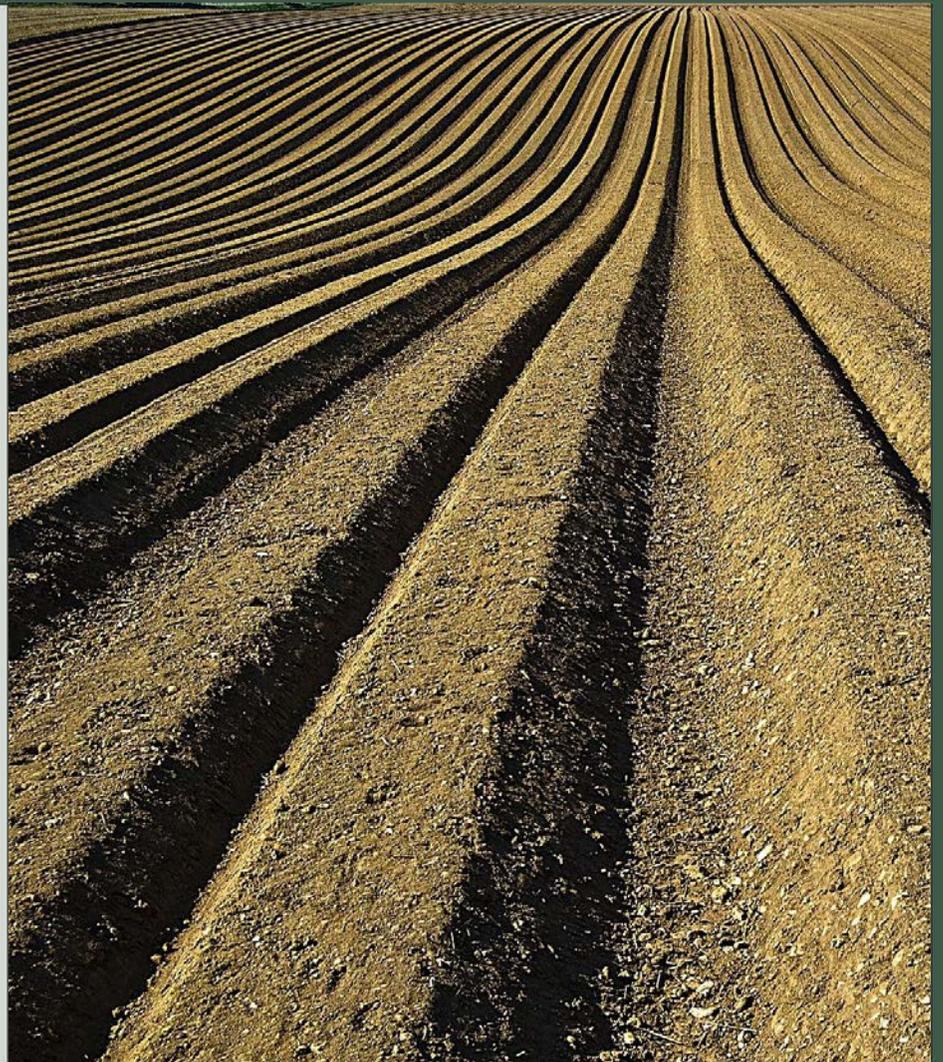
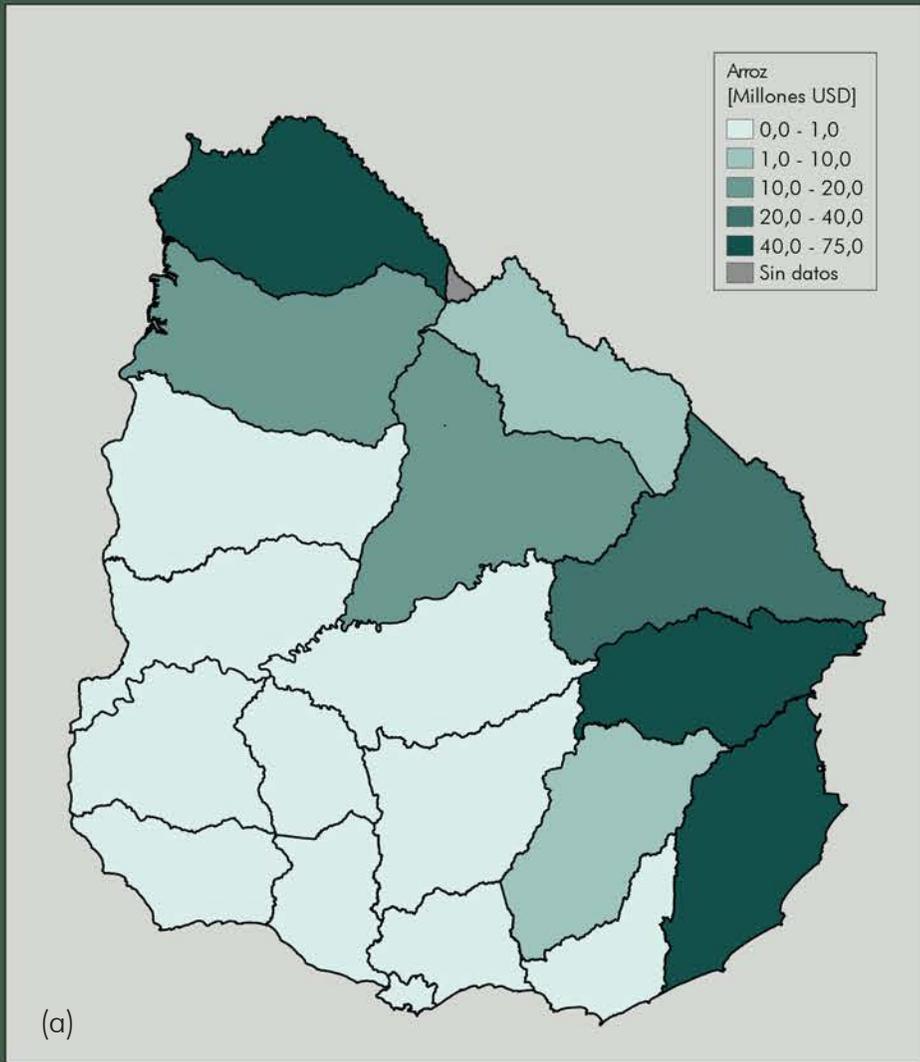
Los mapas a continuación presentan los valores expuestos del sector agropecuario. En esta evaluación se incluyeron los siguientes cultivos: arroz, cebada, cítricos, maíz (primera y segunda), soja (primera y segunda), sorgo (primera y segunda), trigo y viñedos. En el sector pecuario se incluyeron ganado bovino y ovino.

<b>Mapas de ubicación de cultivos</b>		<i>Localización y área sembrada para todos los cultivos sobre las unidades de tierra cultivada, definidas para el área de estudio.</i>
<b>Rendimiento de cultivos</b>		<i>Valores de la relación entre la producción anual y el total de área sembrada, en escala nacional, para todos los cultivos.</i>
<b>Avalúo</b>		<i>Valoración económica del cultivo definido como el valor unitario de producción, por tipo de cultivo.</i>
<b>Mapas de ubicación de cultivos</b>		<i>Definición de parámetros conservativos y no conservativos del tipo de suelo.</i>

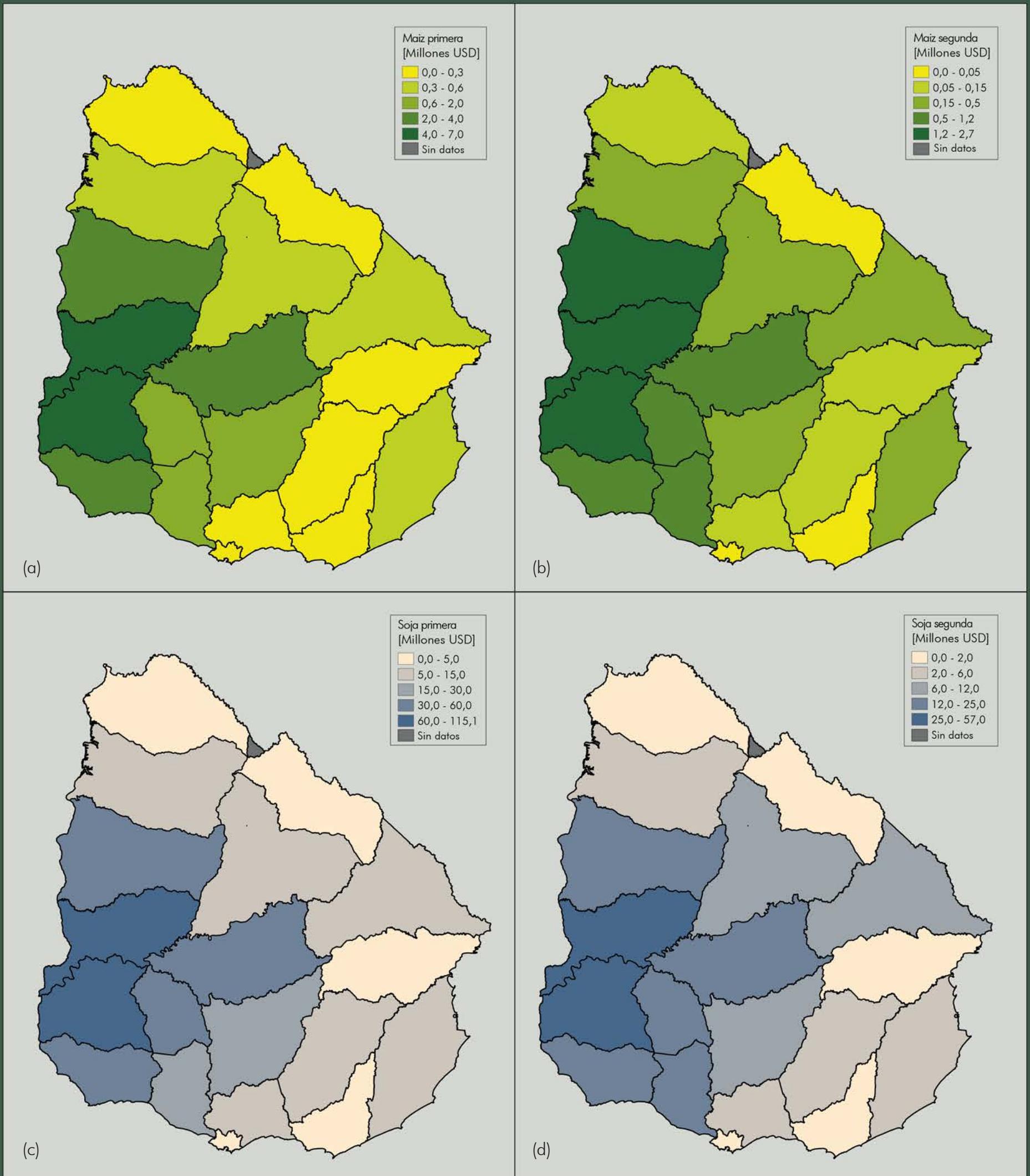
Figura 13. Insumos para la exposición del sector agrícola

<b>Mapas de ubicación de pasturas</b>		<i>Localización y área sembrada para todas las pasturas, definidas para el área de estudio.</i>
<b>Mapas de ubicación de stock animal</b>		<i>Localización y número de animales, clasificación por estado fisiológico</i>
<b>Características de pasturas</b>		<i>Valores tipo, rendimiento y digestibilidad de pasturas..</i>
<b>Avalúo</b>		<i>Valoración económica de la pastura definido como el valor unitario de producción.</i>
<b>Mapas de ubicación de cultivos</b>		<i>Definición de parámetros conservativos y no conservativos del tipo de suelo.</i>

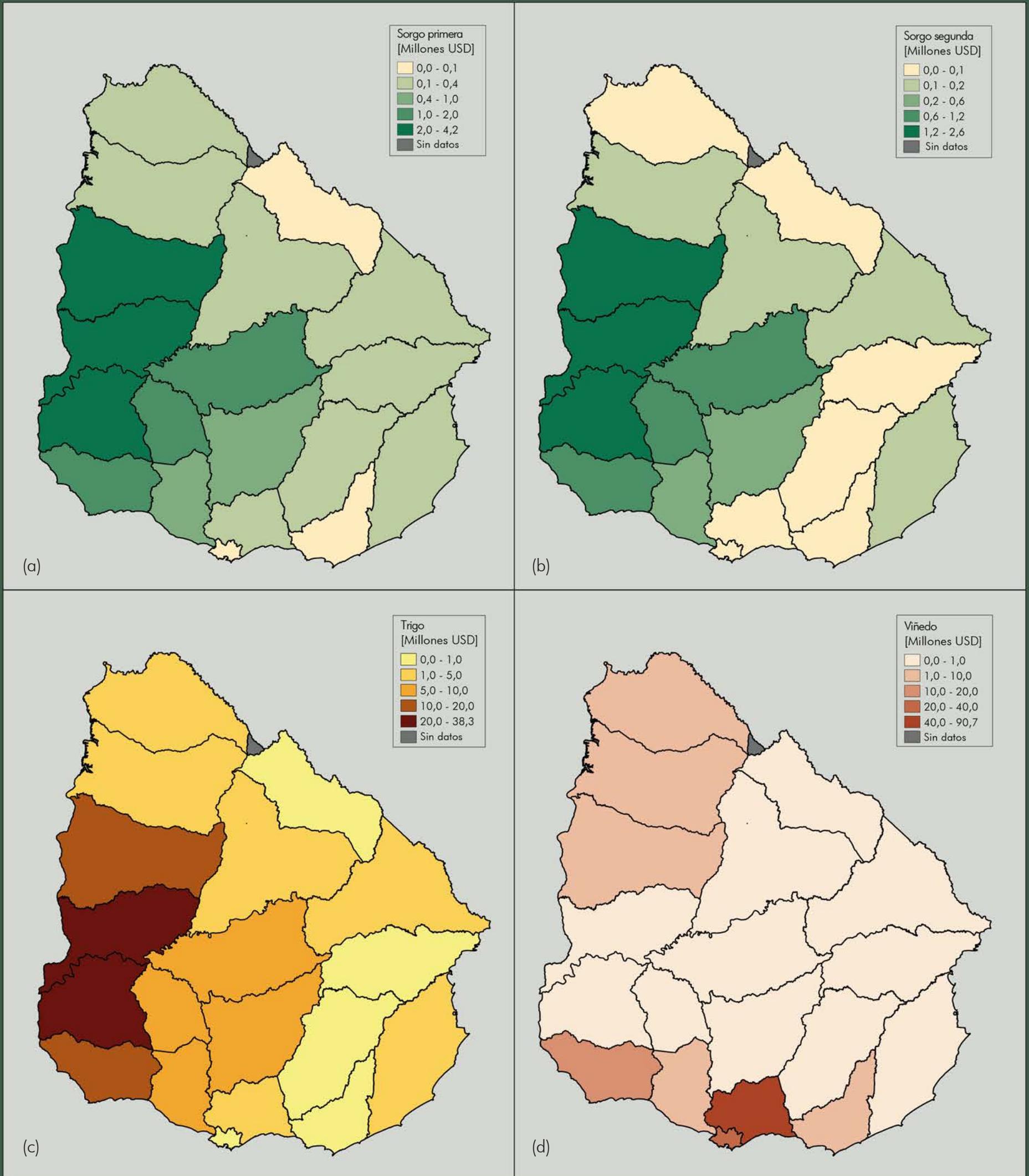
Figura 14. Insumos para la exposición del sector pecuario



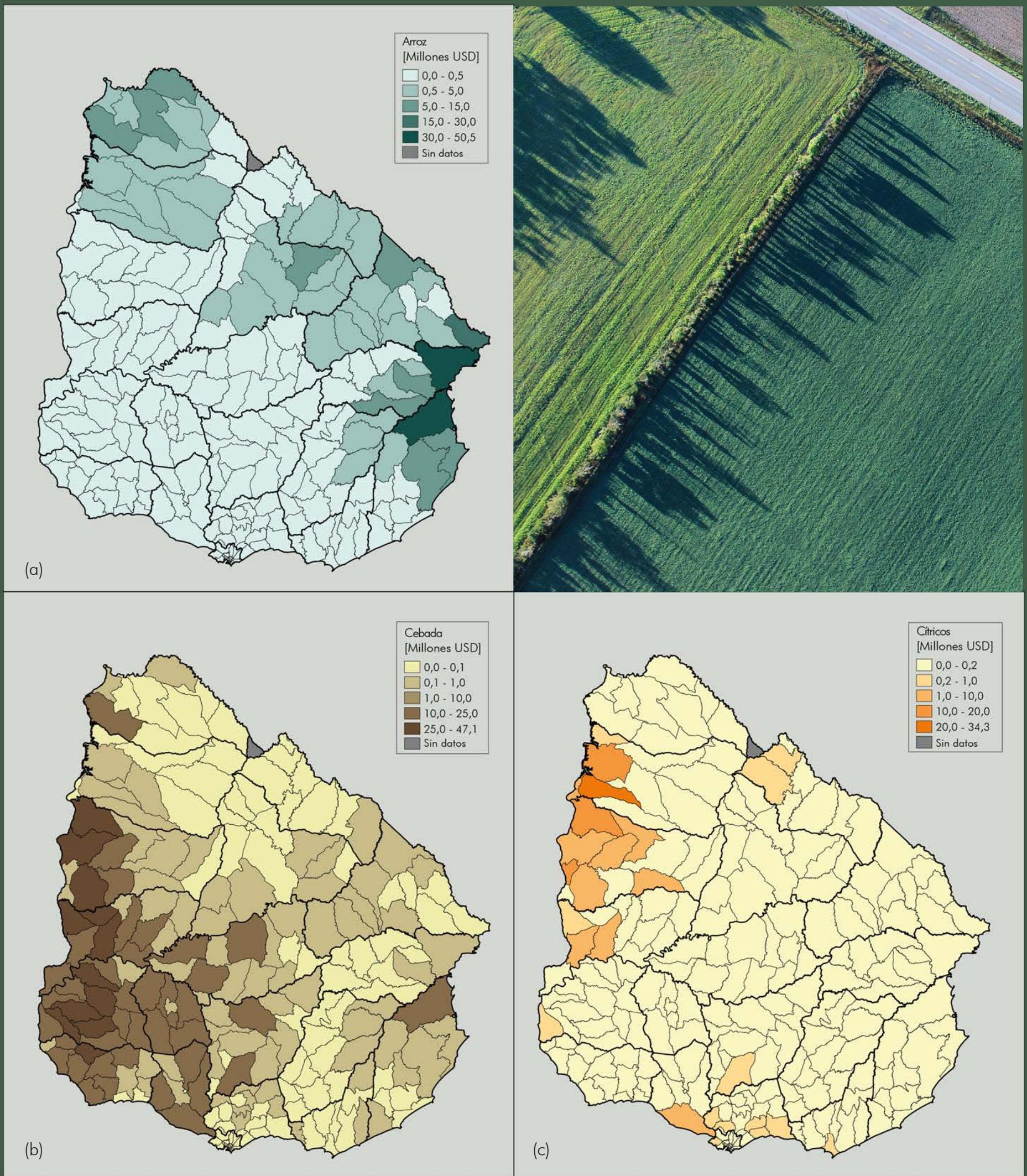
**Mapa 7.** Valor expuesto por departamento por tipo de cultivo (a) Arroz, (b) Cebada, (c) Cítricos



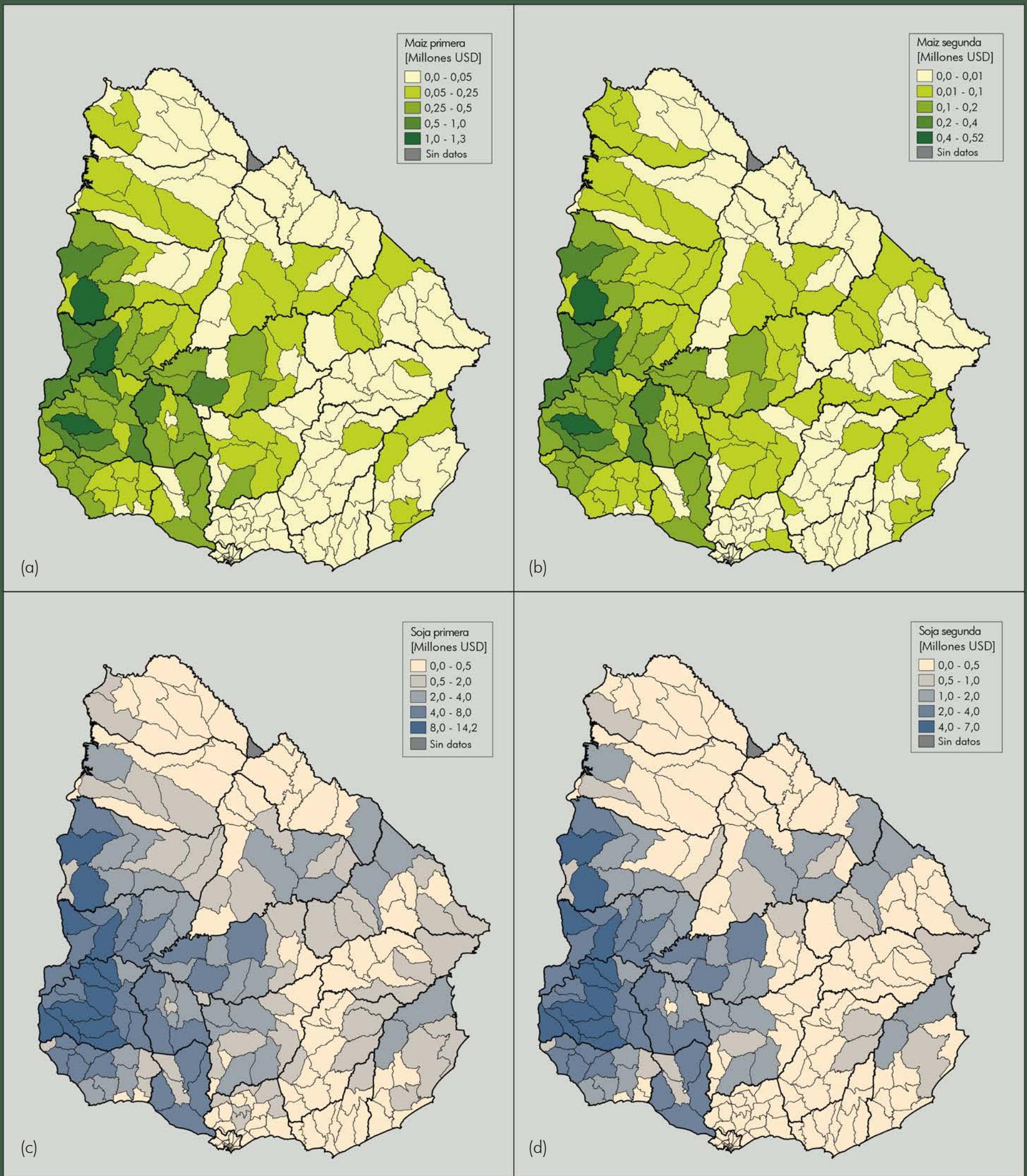
**Mapa 8.** Valor expuesto por departamento por tipo de cultivo (a) Maíz 1ra, (b) Maíz 2da, (c) Soja 1ra, (d) Soja 2da



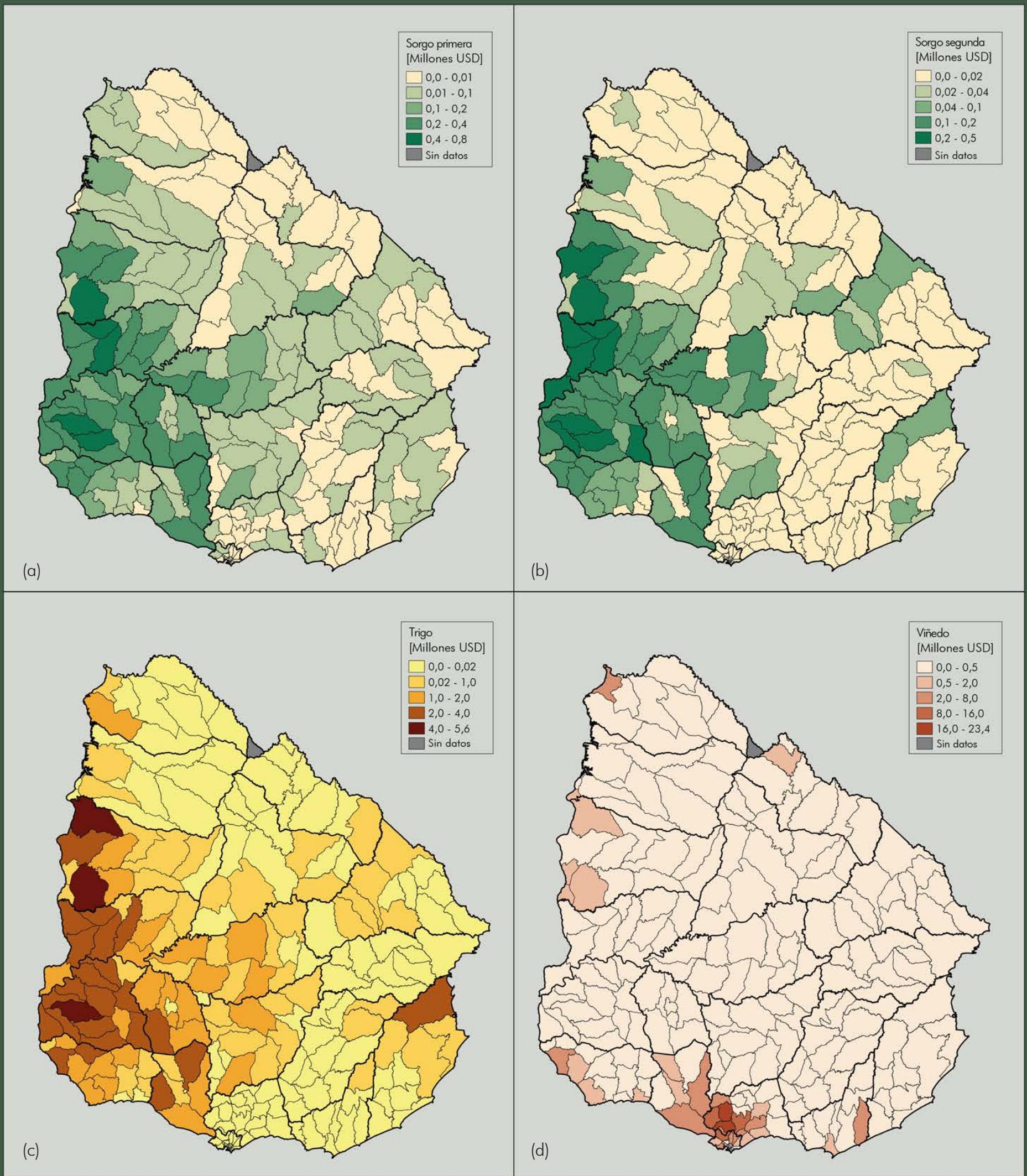
**Mapa 9.** Valor expuesto por departamento por tipo de cultivo (a) Sorgho 1ra, (b) Sorgho 2da, (c) Trigo, (d) Viñedo



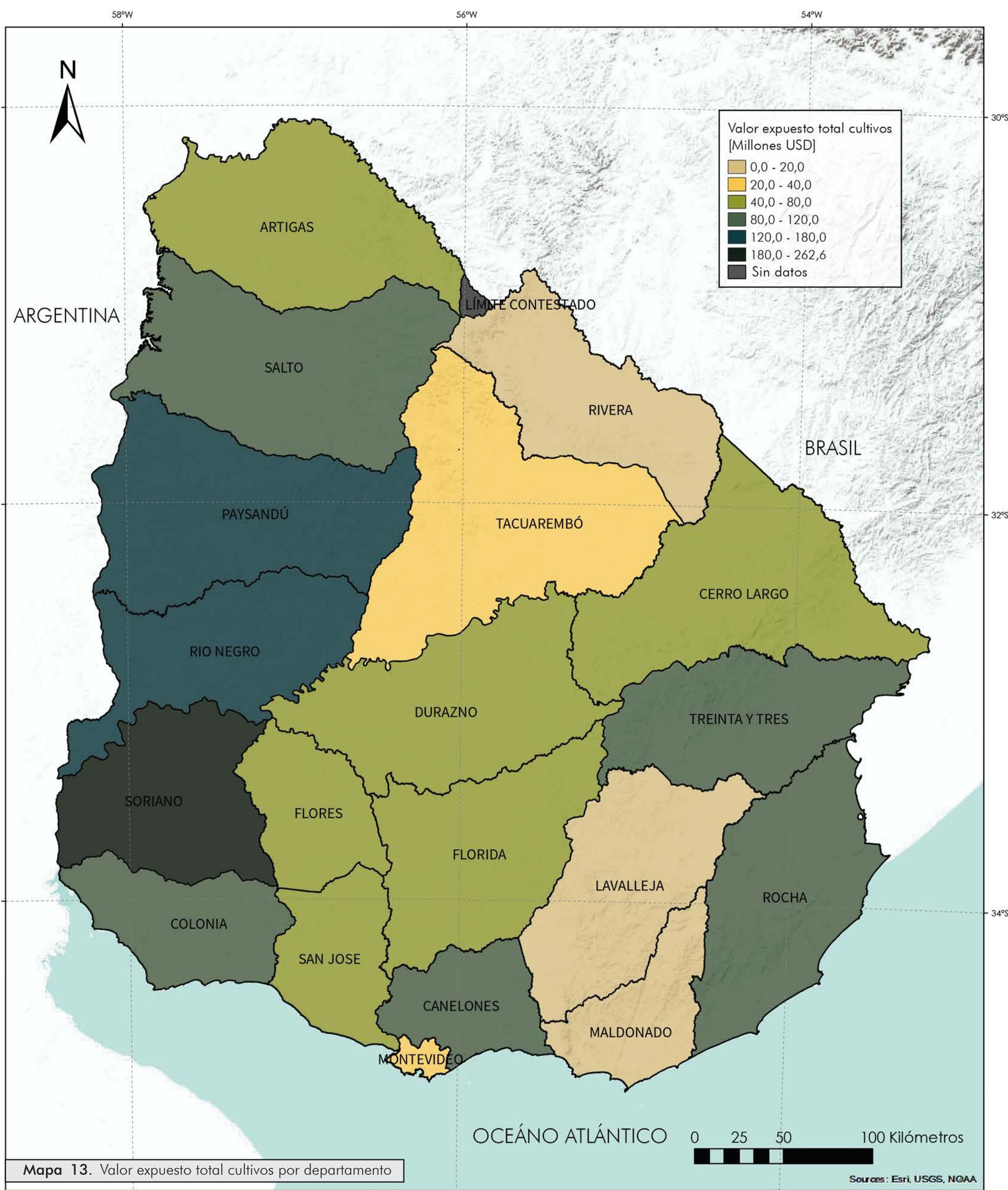
**Mapa 10.** Valor expuesto por sección censal por tipo de cultivo (a) Arroz, (b) Cebada, (c) Cítricos



**Mapa 11.** Valor expuesto por sección censal por tipo de cultivo (a) Maíz 1ra, (b) Maíz 2da, (c) Soja 1ra, (d) Soja 2da



**Mapa 12.** Valor expuesto por sección censal por tipo de cultivo (a) Sorgo 1ra, (b) Sorgo 2da, (c) Trigo, (d) Viñedo



58°W

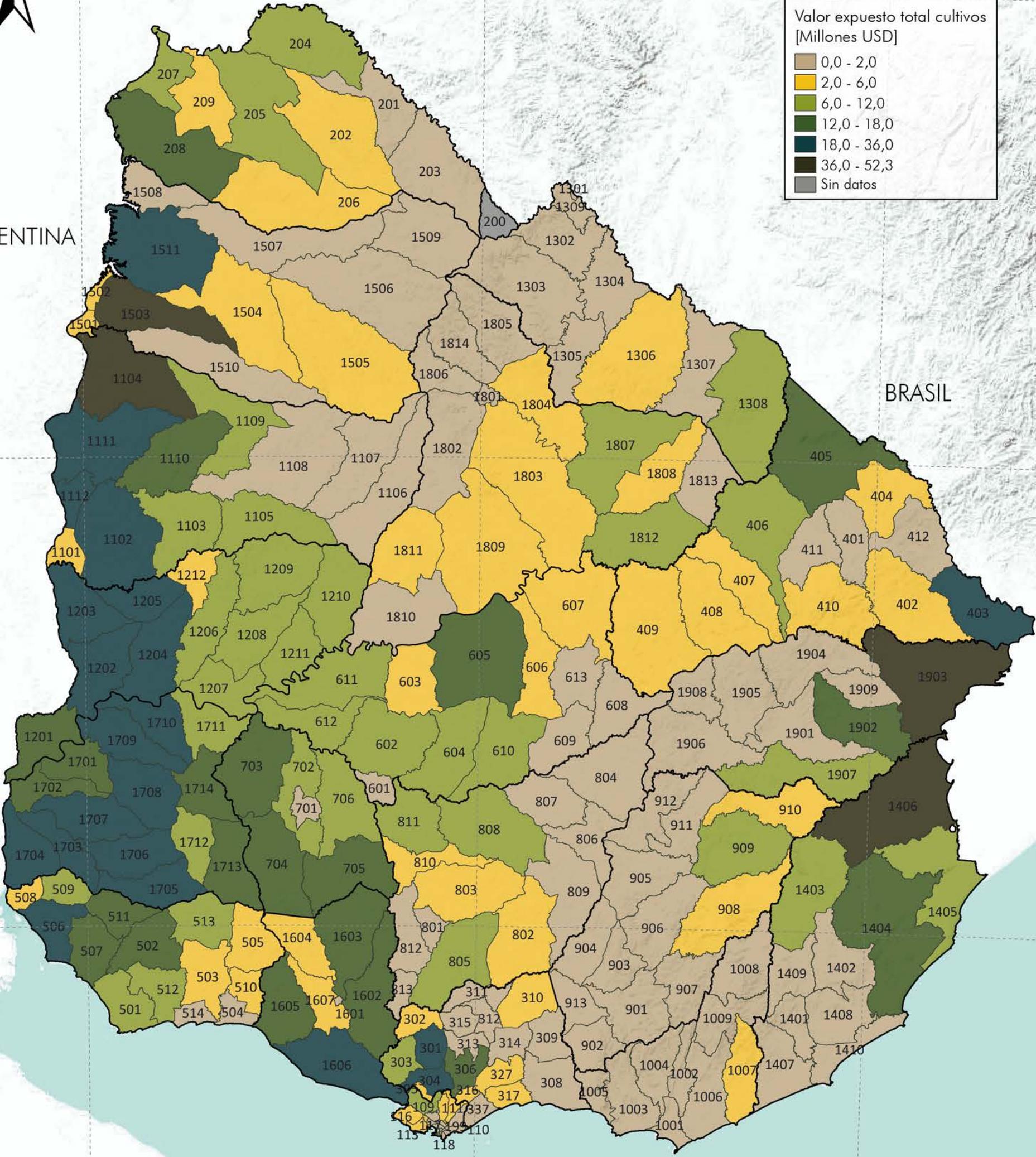
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 14. Valor expuesto total cultivos por sección censal

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

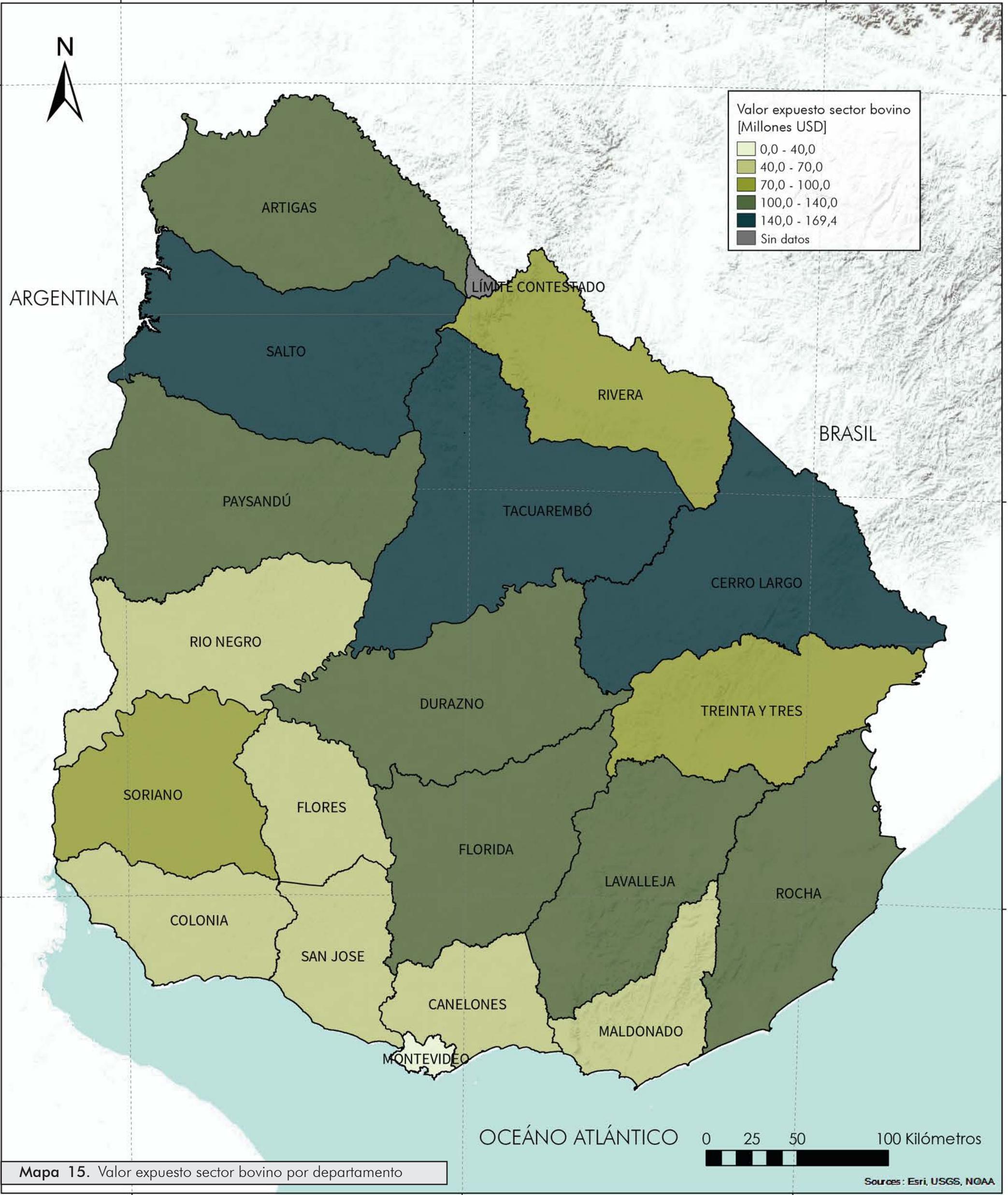
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



Mapa 15. Valor expuesto sector bovino por departamento

OCEÁNO ATLÁNTICO



Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

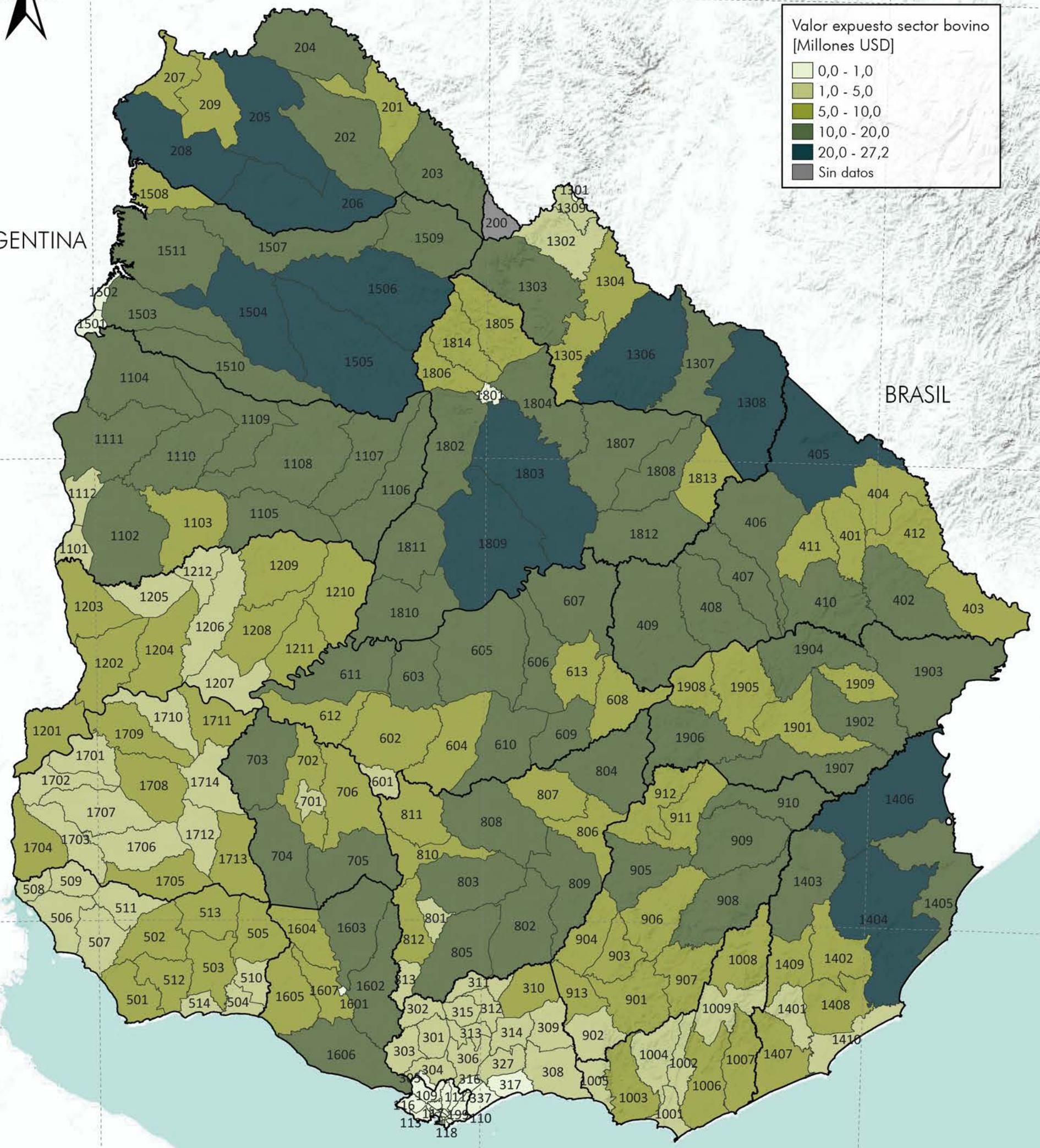
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 16. Valor expuesto sector bovino por sección censal

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

54°W



ARGENTINA

30°S

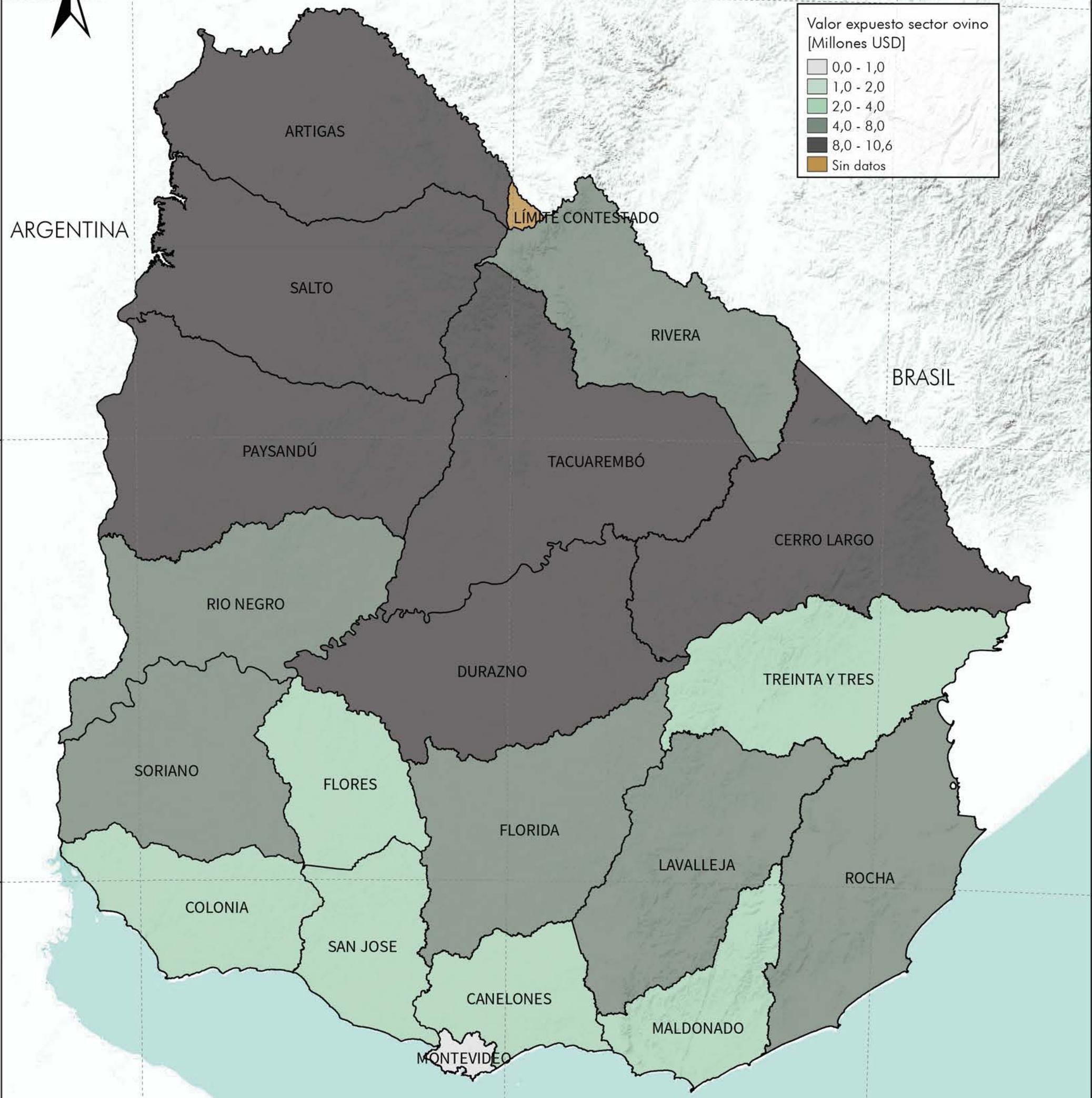
32°S

34°S



BRASIL

LÍMITE CONTESTADO



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 17. Valor expuesto sector ovino por departamento

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL

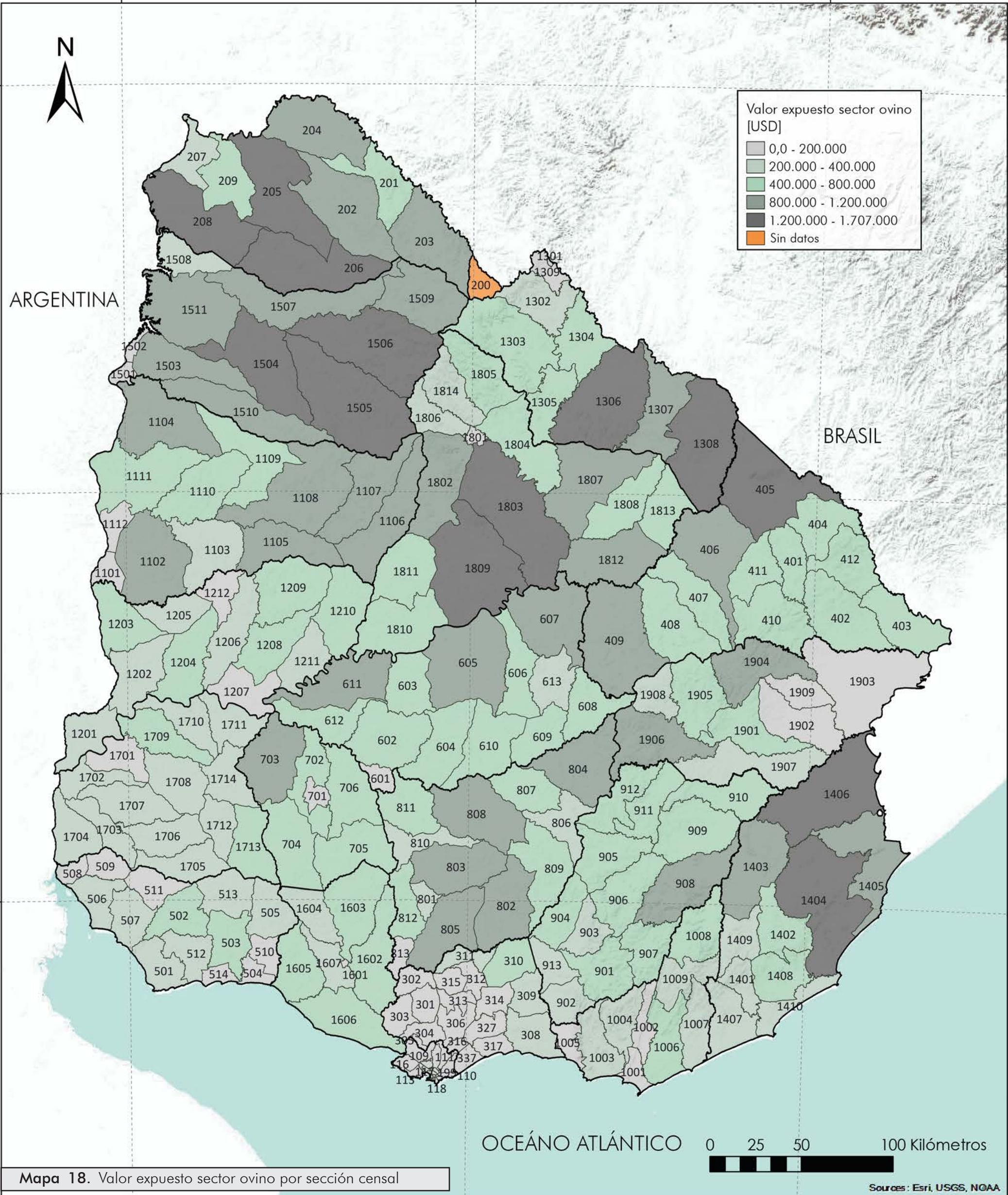
OCEANO ATLANTICO

0 25 50 100 Kilómetros



Mapa 18. Valor expuesto sector ovino por sección censal

Sources: Esri, USGS, NOAA



58°W

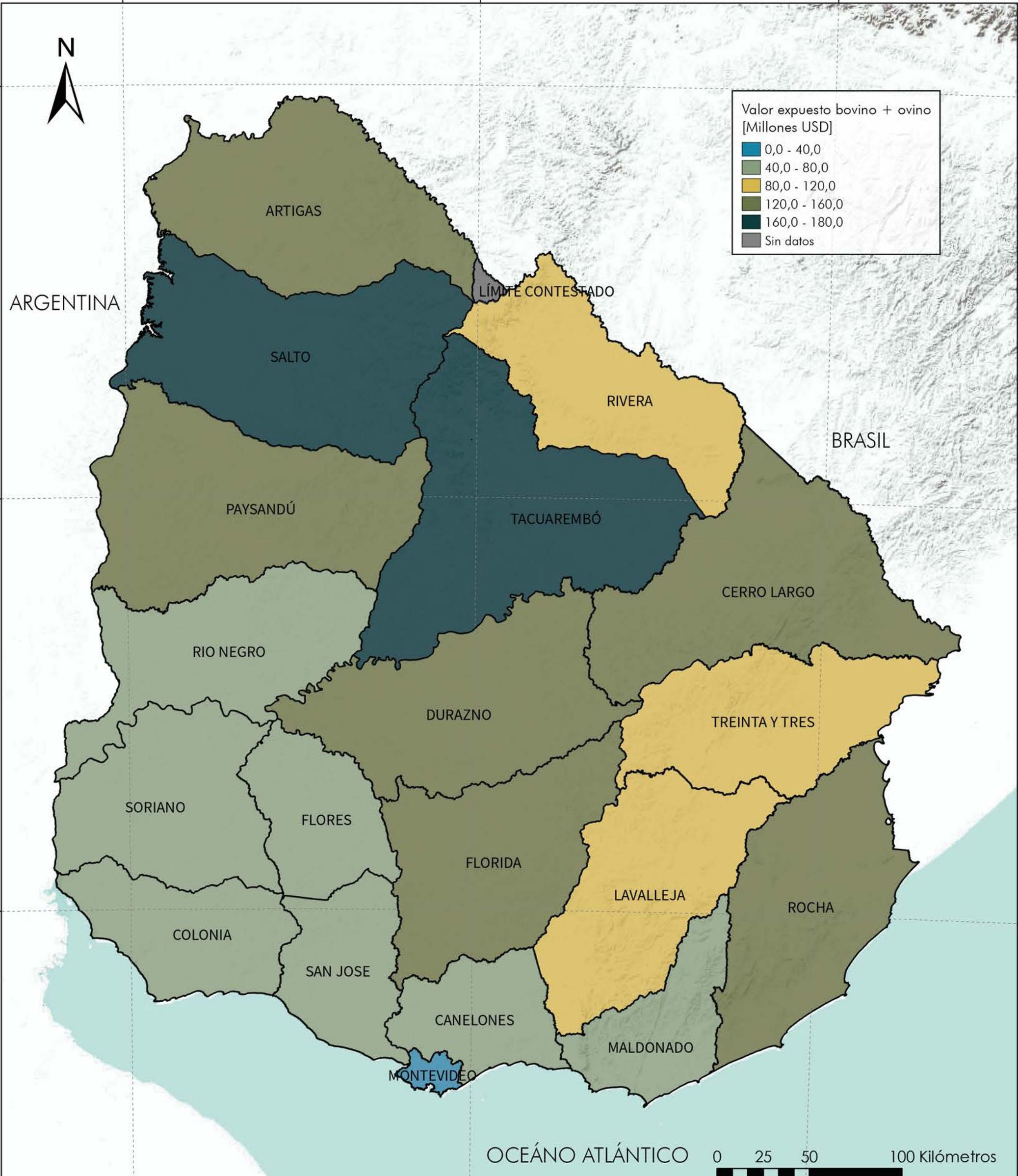
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 19. Valor expuesto sector bovino + ovino por departamento

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

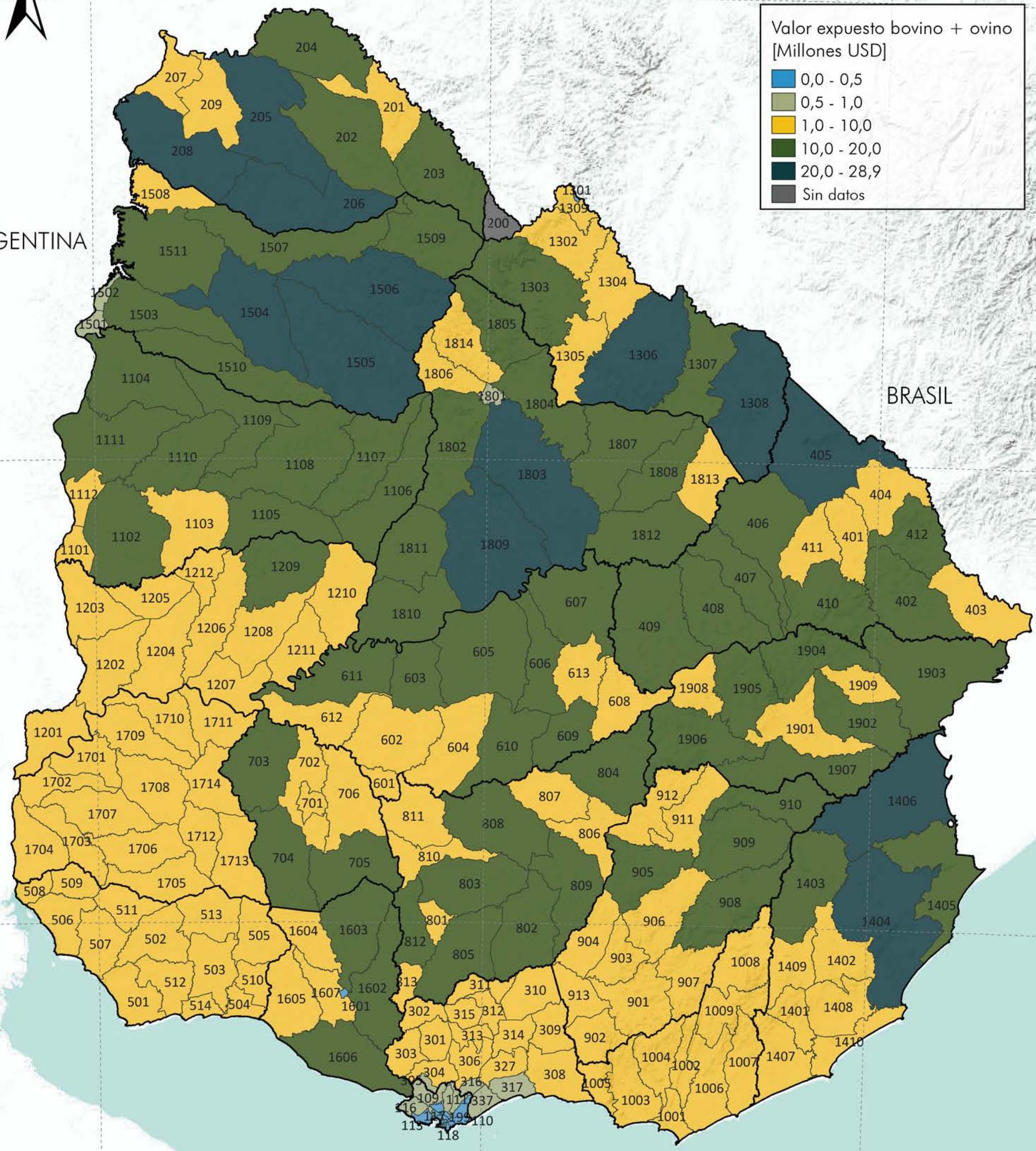
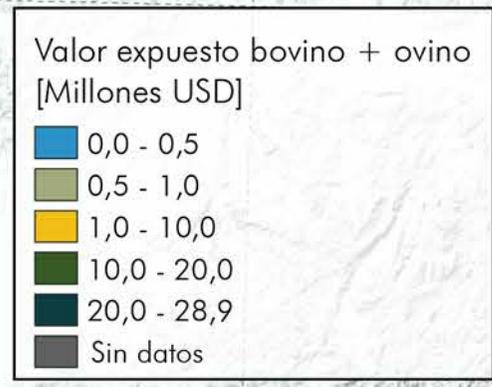
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 20. Valor expuesto sector bovino + ovino por sección censal

Sources: Esri, USGS, NOAA

### 3.1.3. Vegetación susceptible a incendios forestales

La vegetación presente en el área donde se estima el riesgo es considerada como el elemento expuesto susceptible a ser afectado por la ocurrencia de un incendio forestal. Tipos de coberturas de suelo diferentes a la vegetación, como afloramientos rocosos, cuerpos de agua, humedales<sup>1</sup> entre otros, son considerados como no combustibles; así como las áreas urbanas que, a pesar de ser elementos combustibles, no se consideran en el modelo de incendios forestales.

Para conformar el portafolio de elementos expuestos para incendios forestales es necesario conocer el tipo de vegetación (pastizales, bosques, cultivos, plantaciones, forestales etc.), si es natural o sembrada, si presta un servicio ecológico o tiene un uso agrícola, pecuario o de plantación forestal y genera un beneficio económico. Para el caso de Uruguay, las coberturas vegetales con cultivos, frutales y plantaciones forestales son sembradas para el desarrollo de una actividad productiva, que en este caso es agrícola y genera un beneficio económico. Los pastizales de las regiones ganaderas también son usados para el desarrollo de una actividad productiva, pero crecen naturalmente. Por otro lado, el monte nativo de Uruguay es considerado de uso ecológico al cumplir una función ambiental en la conservación de cuencas hídricas y del suelo, la protección de la fauna y favorecer la formación de microclimas benéficas para la ganadería y el bienestar humano (Carrere, 1990). Con base en las características anteriormente mencionadas la cobertura del suelo de Uruguay 2015 fue detallada y agrupada en clases de elementos expuestos a partir de información suministrada por las instituciones uruguayas e información oficial disponible y de libre acceso. La Figura 15 especifica los Insumos asociados

<sup>1</sup> Las coberturas de suelo diferentes a las de cobertura vegetal, son consideradas como clases no combustibles, en consecuencia, no se hace un avalúo de las clases con este tipo de coberturas, por ejemplo, los humedales.

a la exposición para la evaluación de riesgo por incendios forestales.

Uno de los insumos más importantes es el avalúo de los elementos expuestos, este avalúo se describe como la valoración económica de las clases de elementos expuestos dependiendo del tipo de vegetación dentro de la cobertura y su uso. Debido a que, el valor de la vegetación no puede ser capturado por los mercados comerciales ni cuantificado adecuadamente en términos de área y producción como un stock de capital, es necesario considerar la valoración económica de los servicios ecosistémicos asociados a dicha vegetación con el fin de cuantificar las pérdidas generadas por los escenarios que definen la amenaza por incendios forestales.

Los servicios ecosistémicos se definen como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas y su valor es, por tanto, la contribución relativa de los ecosistemas al bienestar humano (Constanza et al., 2014). El valor económico de los servicios ecosistémicos puede entenderse como el valor monetario necesario para compensar los impactos generados por la no prestación de estos servicios o como el costo de replicarlos en una biosfera artificial (Constanza et al., 1997, 2014).

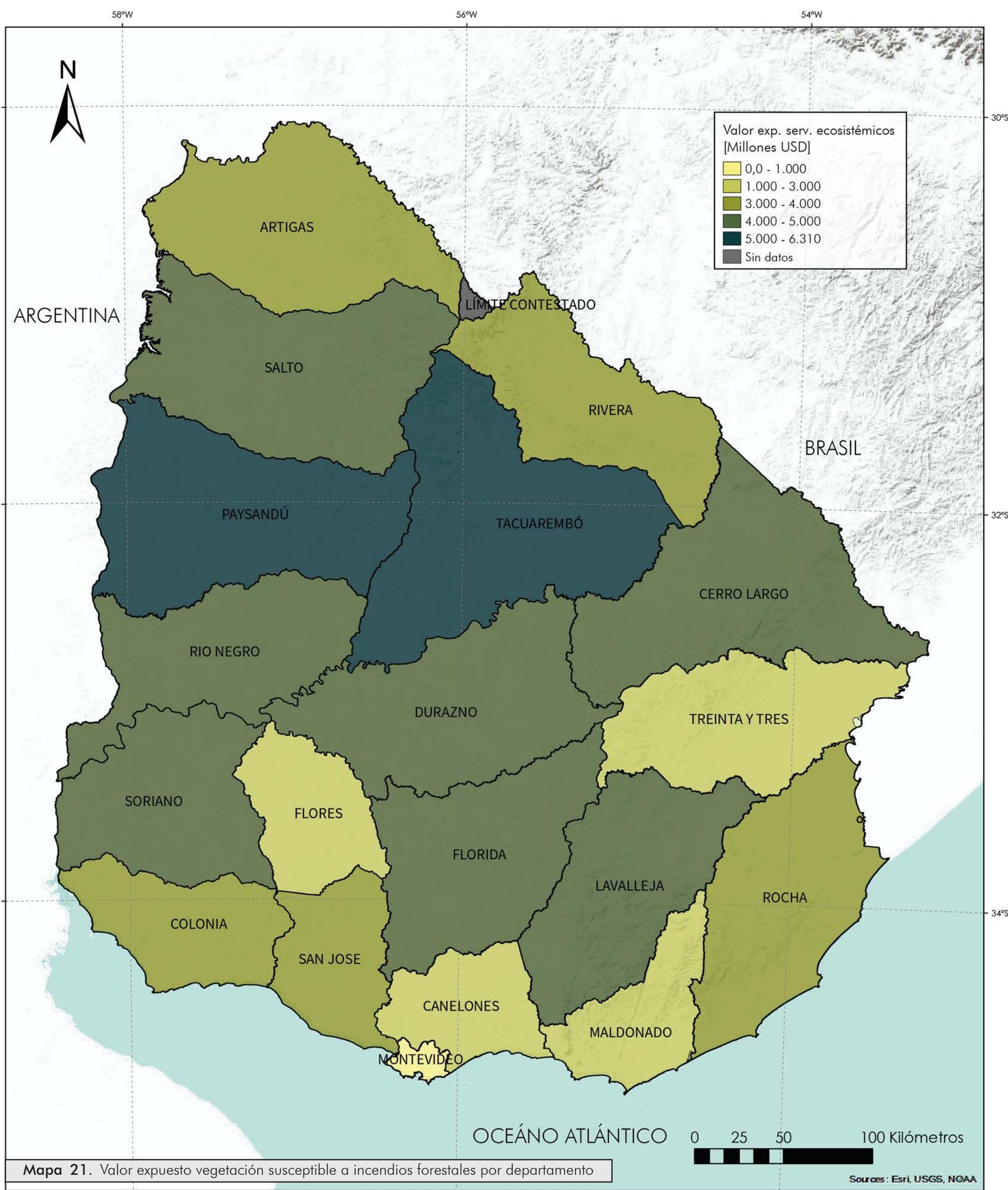
Dado que el país no cuenta con una valoración monetaria detallada de los servicios ecosistémicos, y hacer dicha valoración para Uruguay se sale del alcance

de este proyecto, se realizó una valoración de los servicios ecosistémicos mediante el método de transferencia de beneficios. Esta técnica consiste en emplear los valores monetarios de bienes ambientales que se han obtenido en otro contexto, para cuantificar aquellos bienes que se desean valorar (UN et al., 2005). Los valores anuales de los servicios ecosistémicos se obtuvieron de los cálculos realizados por Groot et al. (2012) y Constanza et al. (2014). Los valores utilizados están basados en estudios de casos locales en todo el mundo que fueron recopilados en La Base de Datos de Valoración de Servicios Ecosistémicos- ESVD (Ecosystem Services Value Database), la cual cuenta con más de 1350 puntos de información y más de 300 ubicaciones de casos de estudio. Los valores anuales de los servicios ecosistémicos de los biomas principales se encuentran detallados por 22 servicios, los cuales se encuentran enmarcados en 4 servicios principales: servicios de aprovisionamiento, reguladores de hábitat y culturales. Dentro de estos servicios principales se consideran aspectos de biodiversidad, ciclo hidrológico, cultura, entre otros.

Una vez se establece el valor unitario constante por hectárea (USD/ha/año) para cada clase de los elementos expuestos, se multiplica este valor por el área de cada clase para calcular el valor expuesto total en el país y poder evaluar el riesgo por incendios forestales.



Figura 15. Insumos asociados a la exposición para la evaluación de riesgo por incendios forestales.



58°W

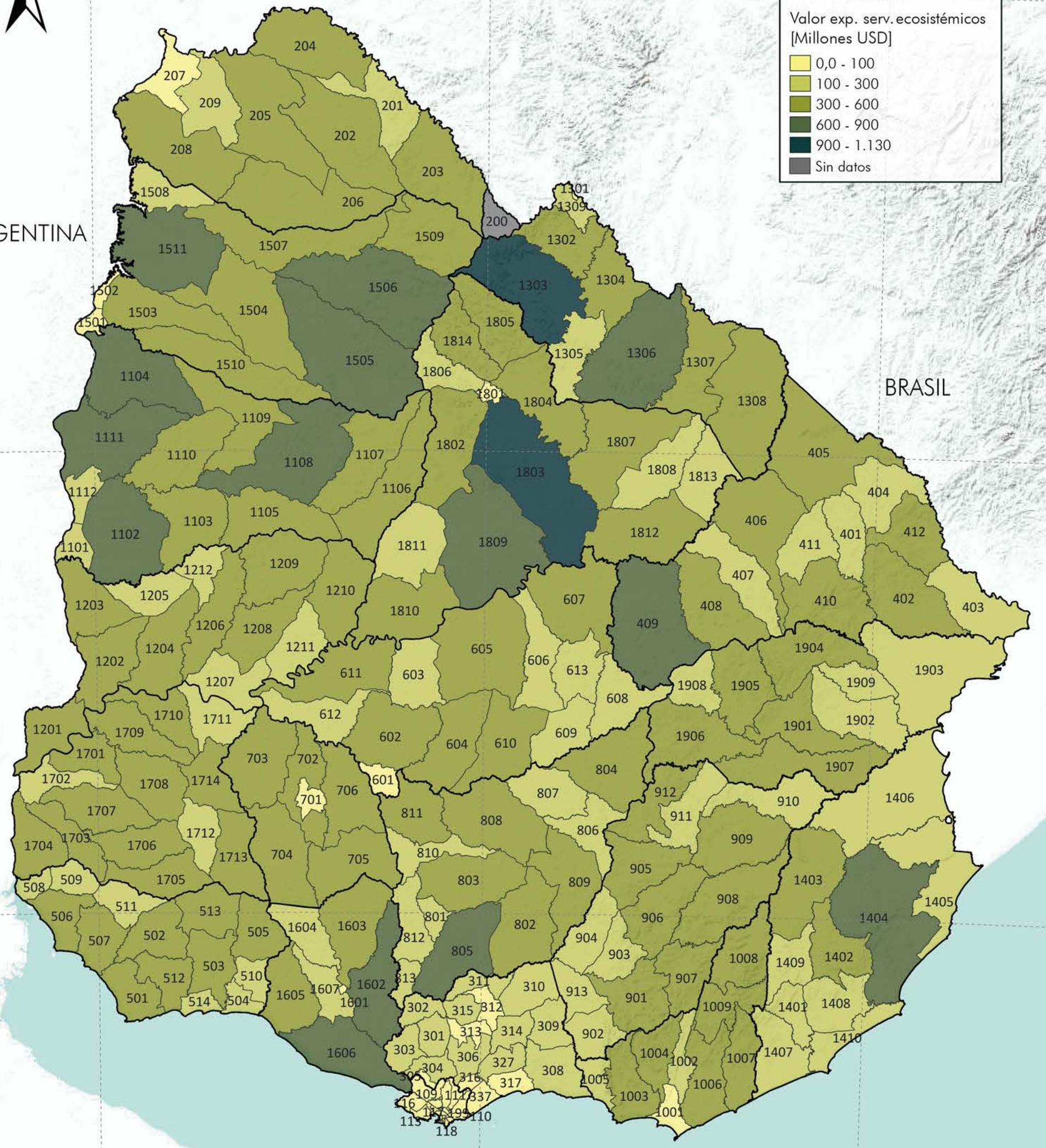
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO



Mapa 22. Valor expuesto vegetación susceptible a incendios forestales por sección censal

Sources: Esri, USGS, NOAA

## 3.2. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se puede entender como la susceptibilidad o predisposición de un elemento expuesto a sufrir afectación debido a su fragilidad o a su falta de capacidad para resistir el impacto derivado de la ocurrencia de un evento peligroso. Esta falta de capacidad depende de una serie de características que determinan el grado en el cual la integridad del entorno construido, así como la vida y medios de subsistencia de quienes habitan dicho entorno, quedan en riesgo por cuenta del evento. La vulnerabilidad cuantifica entonces las condiciones de inseguridad del entorno construido, cuya generación, acumulación e incremento responden a un proceso social.

Por lo tanto, la vulnerabilidad debe entenderse como un fenómeno de origen social, controlado por las condiciones sociales, políticas y económicas de una región, el cual deriva en un estado

vulnerable del entorno construido que, desde el punto de vista físico, materializa dicho proceso en términos de las pérdidas que pudieran ocurrir. Desde el punto de vista físico, la vulnerabilidad está directamente relacionada con las características estructurales de cada activo. No obstante, se hace especial énfasis en establecer que la vulnerabilidad física del entorno construido en una región depende de factores no físicos, como los mencionados anteriormente, y que, dentro de una estrategia integral de desarrollo, deben ser objeto de intervención para evitar la exacerbación de la vulnerabilidad y de esta forma el aumento o la creación de nuevos riesgos.

Por otro lado, la vulnerabilidad es multidimensional; cada elemento, un edificio, una persona, una actividad podrían afectarse de forma diferente por amenazas de distintas intensidades.

Mientras más severa sea la amenaza, mayor será el daño que se causa en cada elemento expuesto. Esta relación entre la severidad del evento peligroso y el nivel de daño que puede causar representa la relación de vulnerabilidad (PNUD, 1991). En el marco de la evaluación probabilista del riesgo catastrófico, la dimensión física de la vulnerabilidad es la que es objeto de modelación. La relevancia de este componente en el proceso de la evaluación del riesgo es evidente dado que relaciona la intensidad de la amenaza con los daños esperados y por lo tanto con las pérdidas que pueden presentarse.



### 3.2.1. Vulnerabilidad de inmuebles

Tal como se definió anteriormente, la vulnerabilidad corresponde a la predisposición o susceptibilidad que tiene un elemento a ser afectado. En consecuencia, la diferencia de vulnerabilidad de los elementos determina el carácter selectivo de la severidad de los efectos de un evento. La vulnerabilidad de bienes inmuebles se caracteriza mediante funciones de vulnerabilidad, las cuales determinan el comportamiento de un elemento expuesto durante la ocurrencia de un fenómeno peligroso. Las funciones de vulnerabilidad relacionan la intensidad de los eventos que caracterizan una amenaza con el daño o pérdida esperada, ejemplos de ese tipo de intensidades son la aceleración espectral para el caso de los terremotos, la velocidad del viento para ciclones, la profundidad o la velocidad del agua para inundaciones, el espesor de ceniza para erupciones volcánicas y la altura de la ola e inundación para la marea de tormenta y el tsunami.

Muchos factores pueden influenciar el daño y la pérdida de los elementos expuestos, como las diferentes prácticas constructivas, los materiales y la ubicación, por lo tanto, la relación de daño para cada intensidad de cada amenaza no corresponde a un valor único, sino que es tratada como una variable aleatoria que considera la distribución de las posibles pérdidas. En otras palabras, es necesario que cada función se defina en términos del valor esperado del daño y su desviación estándar, con la intensidad del fenómeno, como se muestra esquemáticamente en la Figura 17.

En resumen, las funciones de vulnerabilidad caracterizan el nivel de capacidad de cada elemento frente la acción de eventos peligrosos. Estas no solamente proporcionan una representación cuantitativa, objetiva y continua de los niveles de pérdida sino una representación probabilista. Cada función define una

distribución de probabilidad de la pérdida (relación de daño medio) para un activo dado como función la intensidad registrada durante un evento específico, es decir, condicional a la ocurrencia de un nivel de intensidad en la ubicación del elemento expuesto. La pérdida generalmente se entiende como la pérdida relativa al valor de reposición del elemento expuesto.

Existen diferentes conjuntos de funciones de vulnerabilidad considerando diferentes prácticas constructivas. Grupos de expertos definen las funciones de vulnerabilidad

teniendo en cuenta todas las amenazas a considerar.

La Figura 18 ilustra un ejemplo esquemático de una función de vulnerabilidad para amenaza por inundación. En esta figura se puede observar que para niveles de intensidad bajos (cerca de cero) no existe daño, pero el daño aumenta en la medida que la intensidad de la amenaza aumenta. El punto de mayor incertidumbre o variabilidad de la pérdida está generalmente localizado cerca al 50% de la pérdida, pero esta no es la regla general.

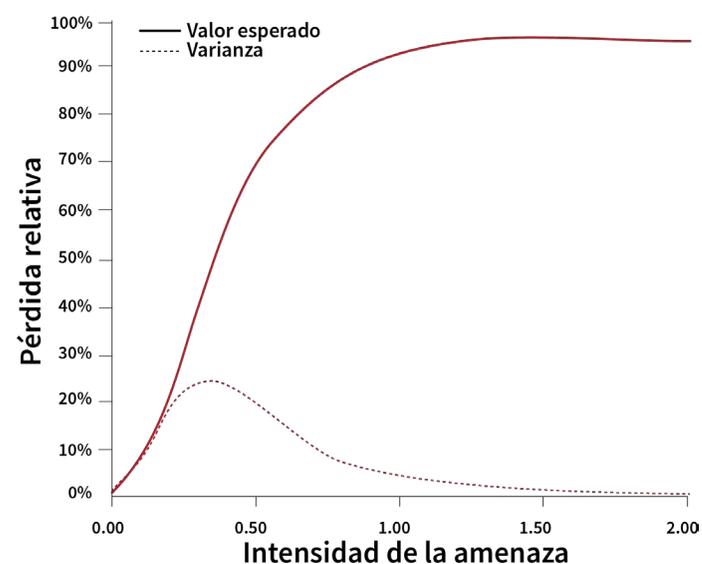


Figura 16. Función de vulnerabilidad en términos del valor esperado y la varianza

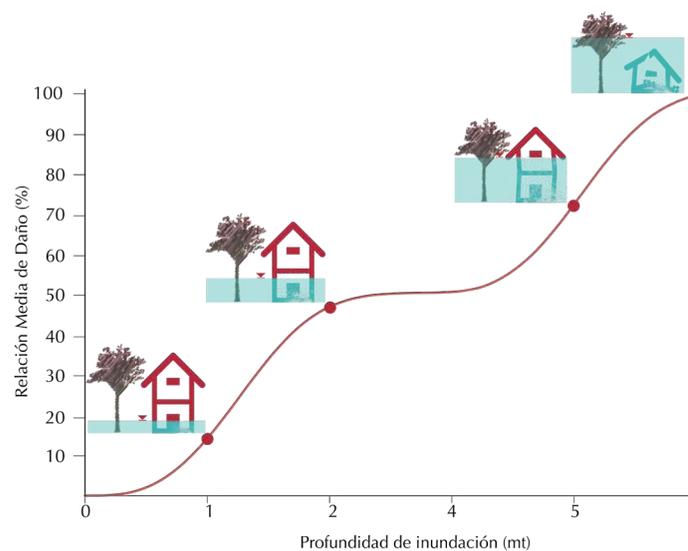


Figura 17. Esquema de función de vulnerabilidad debido a inundaciones

### 3.2.2. Vulnerabilidad de cultivos

La vulnerabilidad de cultivos está relacionada con la pérdida de rendimiento sufrida por un cultivo durante un periodo extendido de escasez de agua (FAO's Irrigation and Drainage Paper No. 66 Crop yield response to water by Steduto, Hsiao, Fereres, & Raes, 2012), lo que significa que los modelos de vulnerabilidad son diferentes para cada tipo de cultivo y son independientes de la ocurrencia y frecuencia de la amenaza (Quijano et al. 2015).

La modelación de la vulnerabilidad en cultivos, y específicamente para sequías, se realiza siguiendo la metodología de cálculo de rendimientos definida por la FAO (Steduto, Hsiao, Fereres, & Raes, 2012). La vulnerabilidad se define en términos de la pérdida de rendimiento que sufre el cultivo durante un período prolongado de escasez de agua. Dado que se aplica un modelo agronómico de respuesta de cultivos, no se emplearán curvas o funciones de vulnerabilidad. El modelo de respuesta de cultivos al consumo de agua de FAO ha sido ampliamente utilizado en el desarrollo de programas de riego y en general en la administración de cultivos alrededor del mundo. La metodología propuesta por este grupo consultor es la única actualmente que utiliza un modelo de esta complejidad en la evaluación probabilista del riesgo de sequía.

En el enfoque de la FAO (Steduto et al. 2012), la respuesta al agua de la producción de cultivos se evalúa con base en parámetros que describen los procesos internos de la planta, su interacción con el suelo y los sistemas de aire en dos etapas: 1) producción bajo condiciones óptimas, sin límites de nutrientes ni recursos hídricos de la planta, y 2) producción bajo condiciones de estrés hídrico. La metodología calcula la biomasa del cultivo basada en la cantidad de agua transpirada y la producción del cultivo como la proporción de biomasa que va a las partes cosechables de la planta.

Los principales componentes del modelo son el clima (temperatura, precipitación, demanda evaporativa y concentración de dióxido de carbono), cultivos (desarrollo, crecimiento y procesos de producción), suelo (balance de agua y sal) y manejo de cultivos (prácticas agrícolas). Algunas de las características del modelo que son de interés para la evaluación del riesgo por sequía son:

- Relación proporcional entre estrés hídrico y producción reducida de biomasa. En consecuencia, la producción reducida de biomasa está relacionada con la reducción en la producción y las pérdidas económicas asociadas con la amenaza de sequía.
- Esto incluye el efecto de las anomalías de la humedad del suelo y la respuesta fisiológica de los cultivos a déficits hídricos, parámetros no incorporados en la evaluación de la amenaza.
- El modelo calcula la producción de biomasa en una escala de tiempo diaria para representar mejor las dinámicas de la respuesta de los cultivos al agua en diferentes etapas de crecimiento. Esta característica es conveniente dado que los parámetros climáticos usados para calcular la

amenaza de sequía también tienen una escala de tiempo diaria.

- Como la producción de biomasa es calculada de series de precipitación y temperatura, el modelo puede introducir el efecto de escenarios de cambio climático. Este incluye a concentración del dióxido de carbono en la atmósfera.

En general, el modelo permite calcular los efectos del déficit hídrico (entendido como falta de agua en la región radicular del suelo) en el crecimiento de la cobertura vegetal, conducción de estomas, senescencia del follaje, profundidad de las raíces e índice de cosecha. Considera el proceso completo de crecimiento y desarrollo de los cultivos (vegetativo, florecimiento, formación de la producción y maduración), incluyendo diferentes etapas fenológicas para los cultivos herbáceos o forraje. La Figura 19 muestra estos 5 procesos (líneas punteadas), dentro del esquema general de desarrollo de rendimiento bajo estrés hídrico. Cabe anotar que todos los procesos son calculados en series de tiempo diarias. Para mayores detalles ver el Manual de Referencia AquaCrop (Raes, Steduto, Hsiao, & Fereres, 2011; Steduto et al. 2012).

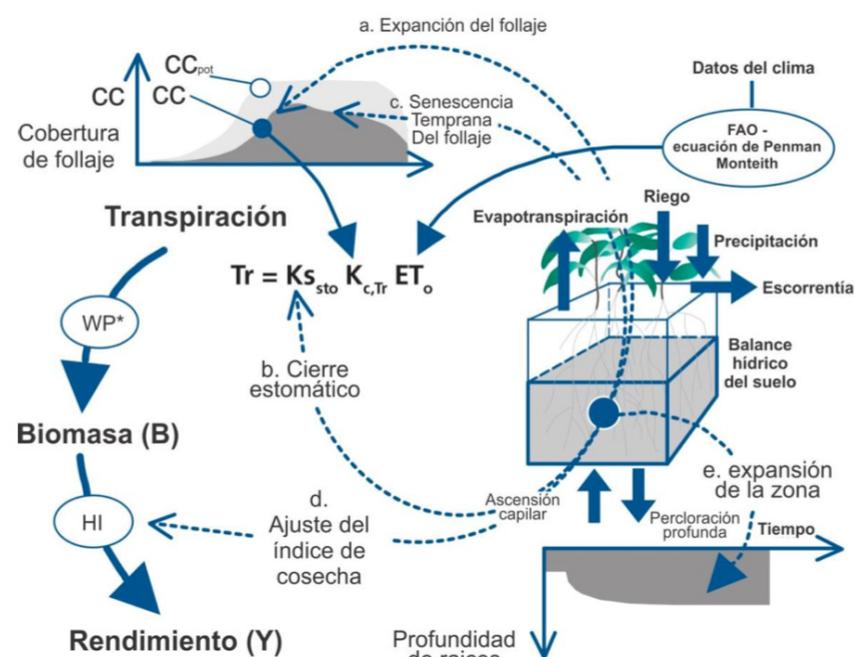


Figura 18. Representación esquemática de la respuesta del cultivo al estrés hídrico (Figura 1.2 en Raes et al. 2011, Capítulo 1)

### 3.2.3. Vulnerabilidad en ganadería extensiva

En la evaluación de la vulnerabilidad del sector pecuario, se establecen las características fisiológicas de los animales que determinan su respuesta biológica al consumo de alimento. La disponibilidad de alimento se obtiene a partir de la respuesta de pasturas naturales a la disponibilidad de agua, que puede reducirse en condiciones de déficit hídrico. La susceptibilidad de las pasturas a la sequía determina el volumen de materia seca que se ofrece al animal. Por otro lado, la demanda de alimento depende del tipo de animal, su edad, peso, estado fisiológico y condiciones ambientales (temperatura y lluvia). Entonces, la susceptibilidad de los animales a la sequía relaciona la demanda y oferta de alimento, y las pérdidas se determinan a partir de la relación entre el volumen de alimento que dejan de consumir los animales y el alimento que deberían consumir para alcanzar su peso óptimo.

La modelación de la vulnerabilidad en el sector pecuario se realiza siguiendo la metodología de cálculo aplicada en

la Tesis Doctoral de Juan Manuel Soares de Lima "Modelo Bioeconómico para la Evaluación del impacto de la Genética y otras variables sobre la cadena Cárnica Vacuna de Uruguay" (2009) la cual se basa en investigaciones hechas en Australia y publicadas en el documento "Requerimiento de Nutrientes de Rumiantes Domesticados" (CSIRO, 2007). La vulnerabilidad se define en términos de la disminución de alimento consumido por los animales durante un período prolongado de escasez de agua, por disminuciones en el rendimiento de producción de materia seca de pastura natural. Dado que se aplica un modelo fisiológico de reducción de ingesta de alimentos, no se emplearán curvas o funciones de vulnerabilidad. La metodología propuesta por este grupo consultor es la única actualmente que utiliza un modelo de esta complejidad en la evaluación probabilista del riesgo de sequía en el sector pecuario.

Siguiendo el modelo de respuesta de cultivos a la disponibilidad de agua

propuesto por la FAO, empleado en la evaluación probabilista de riesgo para el sector agrícola de este estudio, se estima el rendimiento de pasturas naturales en condiciones de estrés hídrico. La Figura 20 muestra el esquema de cálculo de la oferta de masa seca utilizable obtenido a partir de la producción de biomasa de la pastura natural. El procedimiento inicia con la definición de las condiciones de clima (en series diarias de precipitación y temperatura) que definen eventos de sequía. También se define el tipo de suelo y tipo de pasto que depende de la localización dentro del país. Para ajustar los resultados a las condiciones locales de clima y producción de pastura como alimento para animales, se debe incluir también un valor de referencia de rendimiento del pasto, siendo ideal que este rendimiento está desagregado por meses o estaciones del año, entendiendo que la producción de pasto es mayor en temporadas de verano y primavera y menor en época de invierno y otoño.

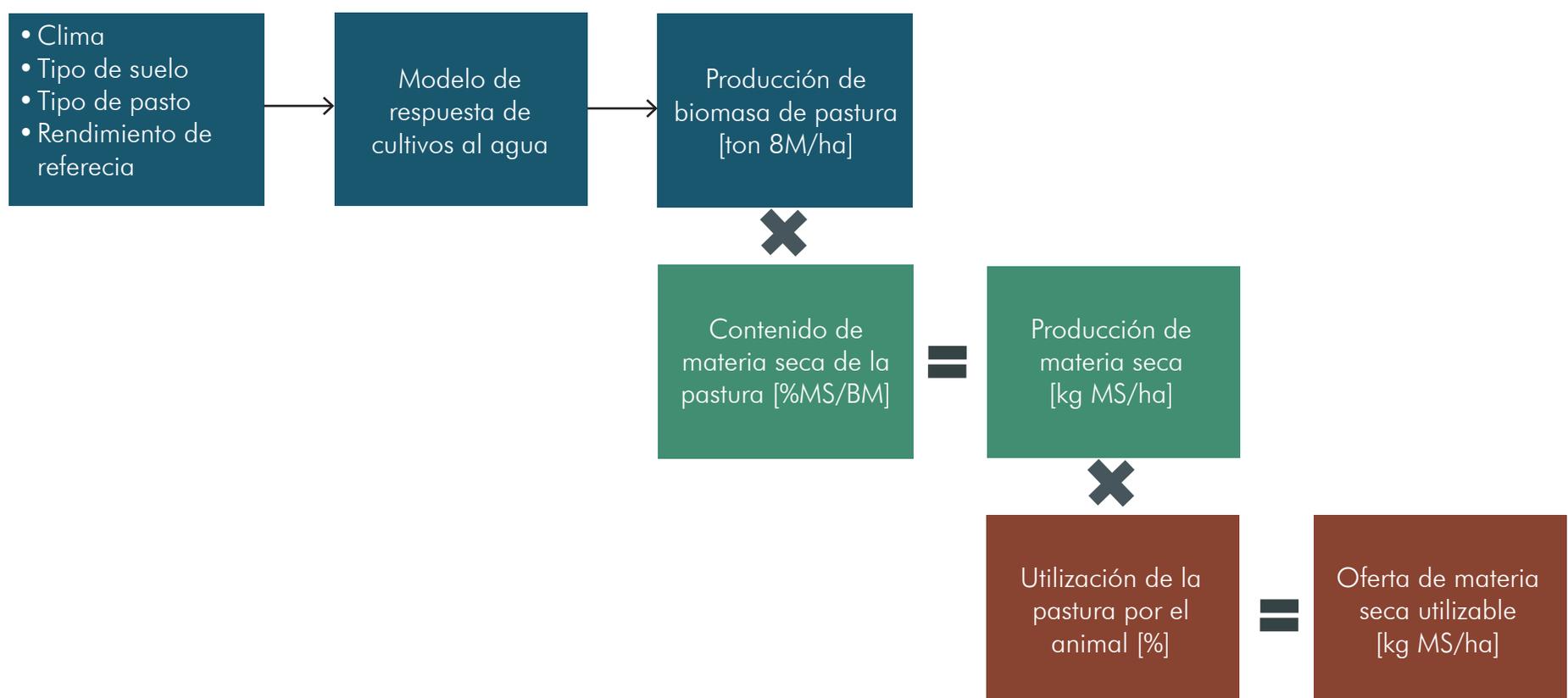


Figura 19. Esquema para el cálculo de la oferta de masa seca utilizable a partir de biomasa de pastura. Fuente: elaboración propia

# 4. Riesgo

## 4.1. Evaluación probabilista del riesgo

Entender la configuración del riesgo es un paso importante para hacerle frente con acciones de reducción, prevención o atención de desastres una vez el riesgo se ha materializado. La manera de entender e identificar el riesgo es cuantificándolo, y la precisión de su estimación depende del estado del conocimiento de los factores que lo componen (fenómenos naturales, exposición, vulnerabilidad asociada a los elementos expuestos) y de la calidad de la información disponible; en cuanto más información detallada se tenga sobre eventos ocurridos, más fácil será cuantificarlo. Cuando se conoce el riesgo es posible tomar medidas para su gestión. Si bien el riesgo puede ser evaluado tanto retrospectiva como prospectivamente, para una evaluación retrospectiva es necesario contar con una amplia base de datos de eventos ocurridos. En el caso de eventos menores y recurrentes, como inundaciones o deslizamientos, es posible contar con un alto número de registros de eventos y consecuencias, mientras que, dado que la frecuencia de los eventos catastróficos es particularmente baja, queda descartada la posibilidad de evaluar el riesgo formulando modelos puramente empíricos del proceso de ocurrencia de estos eventos. Esto obliga a que la evaluación del riesgo se realice con un enfoque prospectivo a través de la construcción de modelos probabilistas basados en los registros de eventos ocurridos.

Para evaluar el riesgo se deben considerar tres componentes, ninguno de los cuales puede definirse sin la existencia de los otros dos (UNISDR, 2009):

- Amenaza: Fenómeno, sustancia, actividad humana o situación peligrosa que puede causar la muerte, lesiones u otros impactos sobre la salud, daños materiales, pérdida de los medios de vida y servicios, interrupción de la actividad social y económica, o degradación ambiental.
- Exposición: Personas, infraestructura, viviendas, sistemas u otros activos humanos tangibles ubicados en zonas

de amenaza sujetos, por lo tanto, a pérdidas potenciales.

- Vulnerabilidad: Las características y circunstancias que hacen susceptible a una persona, comunidad, bienes o sistemas a los efectos de las amenazas.

Las Figuras 21 y 22 presentan las componentes principales para la evaluación probabilista del riesgo. La Figura 21 hace referencia a amenazas que pueden afectar el medio ambiente construido como terremotos, tsunamis, inundaciones o ciclones, la Figura 22 está relacionada con amenazas que pueden afectar cultivos.

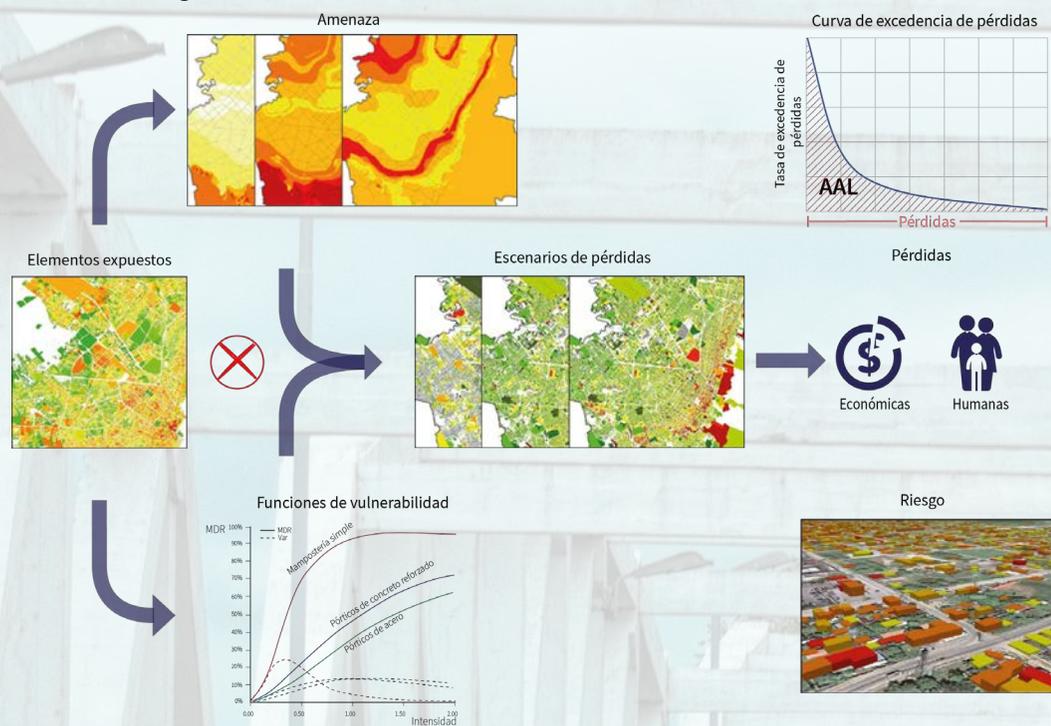


Figura 20. Marco conceptual de la evaluación probabilista de riesgo multi-amenaza. (Cardona, 2001)

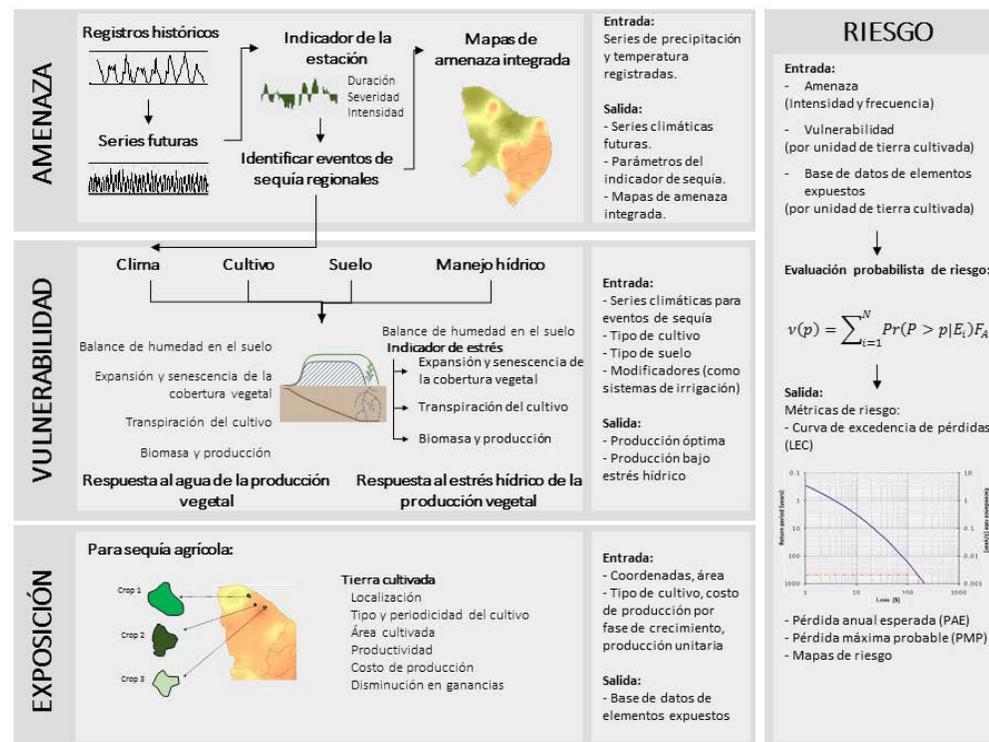


Figura 21. Marco conceptual de la evaluación probabilista de riesgo por sequía (Bernal et al., 2017)

Dada la incertidumbre inherente a los fenómenos que caracterizan la amenaza y sus efectos debido a su naturaleza aleatoria, además de la escasa información histórica, tanto las intensidades de los eventos como la vulnerabilidad asociada a los elementos expuestos deben cuantificarse a través de la dispersión con respecto al valor promedio. Estos valores se asumen como variables aleatorias que se representan a través de distribuciones de probabilidad. El cálculo del riesgo se debe realizar, por lo tanto, integrando la distribución de probabilidad de la amenaza y la distribución de probabilidad de la pérdida. En grosso modo, el procedimiento consiste en evaluar las pérdidas en un grupo de activos expuestos durante cada uno de los escenarios que colectivamente describen la amenaza y luego, integrar en forma probabilista los resultados obtenidos, utilizando como factores de peso las frecuencias de ocurrencia de cada escenario.

El análisis probabilista del riesgo involucra incertidumbres que no pueden despreciarse

y deben propagarse rigurosamente a lo largo del proceso de cálculo. Las pérdidas probables se obtienen a través de un proceso de convolución entre las intensidades de la amenaza y la vulnerabilidad física de los elementos expuestos; los valores obtenidos de la evaluación probabilista proporcionan entonces un orden de magnitud de las pérdidas esperadas.

Los resultados son obtenidos en términos de pérdidas y daños potenciales en un conjunto de elementos expuestos (exposición) en un periodo determinado, resultado de la ocurrencia de eventos modelados con diferentes intensidades y origen (amenaza), y del nivel de susceptibilidad al daño de los elementos a dichos eventos e intensidades (vulnerabilidad).

El modelo para el análisis probabilista se construye a partir de cuatro módulos principales:

i. Evaluación de la amenaza. Los resultados de esta evaluación son representados en un catálogo de

eventos estocásticos que deben ser mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos y tener una frecuencia de ocurrencia asignada. Esta representación permite considerar eventos que no han ocurrido aún pero que son posibles.

ii. Identificación y caracterización de los elementos expuestos. A cada uno de los elementos considerados para la evaluación se le asignan unos atributos de acuerdo con sus características estructurales, material de construcción, valor catastral, tipo de cultivo, costo de producción por fase de crecimiento, producción por unidad, entre otros.

iii. Definición de la vulnerabilidad. De acuerdo con las características asociadas a cada uno de los elementos expuestos, se asigna una función de vulnerabilidad o un modelo de vulnerabilidad (para el caso de los cultivos), específica a cada una de las amenazas. Estas funciones y modelos permiten una representación probabilista del grado de daño, que permite a su vez definir las pérdidas

económicas y humanas esperadas para cada uno de los componentes.

iv. Cálculo del riesgo. Integración de daños para estimación de pérdidas

Para el cálculo del riesgo se debe considerar un conjunto exhaustivo de eventos que representen aquellos eventos que pueden afectar los elementos expuestos. Las pérdidas esperadas asociadas a cada uno de ellos sirven como dato de entrada para la construcción de la función de densidad de probabilidad que proporciona el panorama completo del riesgo. La Figura 22 muestra el diagrama de flujo de la evaluación probabilista del riesgo (Ordaz, 2000; CIMNE & Ingeniar, 2015).

El resultado principal de la evaluación probabilista del riesgo es la Curva de Excedencia de Pérdidas (CEP), que relaciona los diferentes valores de pérdida con la tasa de excedencia, usualmente expresada en años. La curva de excedencia de pérdidas tiene toda la información relevante de riesgo necesaria para definir el proceso de ocurrencia de eventos que pueden causar pérdidas en los elementos expuestos. Una vez se tiene esta curva, se pueden obtener otras métricas probabilistas que pueden ser útiles para fines de comunicación del riesgo (Cardona et al. 2012). Las métricas puntuales del riesgo son:

- Pérdida Anual Esperada (PAE o AAL en inglés), es el valor anual esperado de la pérdida o el equivalente al pago anual que se necesitaría para compensar las pérdidas acumuladas en una ventana de tiempo larga. Para el cálculo de la AAL, el proceso de ocurrencia de los escenarios de daño se supone estacionario. En un sistema simple de aseguramiento, la AAL es el equivalente a la prima pura anual. La pérdida anual promedio es una métrica útil porque encierra en un valor único los impactos (en términos de pérdidas económicas) de la ocurrencia de escenarios peligrosos sobre elementos expuestos vulnerables. La AAL es un indicador robusto dado que determina el valor esperado de la pérdida y no su

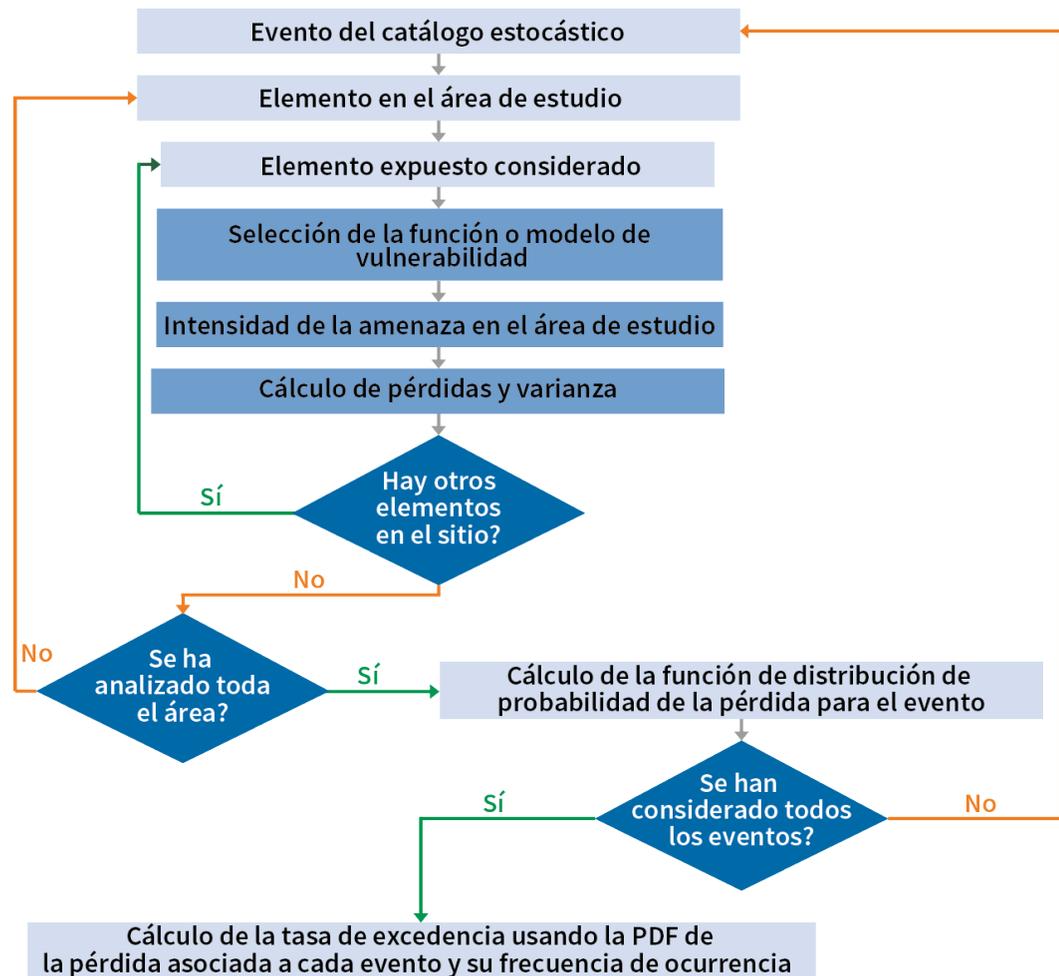


Figura 22. Diagrama de flujo de la evaluación probabilista del riesgo (Marulanda, 2013)

- incertidumbre.
- Pérdida Máxima Probable (PMP o PML en inglés), es el valor asociado a una pérdida que no ocurre muy frecuentemente y por lo tanto generalmente está relacionada con periodos de retorno largo (o lo que es lo mismo, con bajas tasas de excedencia). En realidad, la PML es una curva que relaciona las pérdidas con sus correspondientes periodos de retorno. No existen estándares para seleccionar periodos de retorno fijos para análisis, lo que responde al hecho de que depende del nivel de aversión de quien está haciendo la evaluación.

La población está expuesta a una amplia gama de amenazas. Evidentemente es

imposible pronosticar todas las amenazas a las que se está expuesto, por lo que es importante identificar aquellas amenazas que pueden afectar de forma severa ciertas áreas, así como caracterizar correctamente los elementos expuestos y la vulnerabilidad frente a esas amenazas asociada a ellos para tomar medidas para prevenir o reducir el riesgo. Sin embargo, es esencial reconocer que muchos elementos de la vulnerabilidad (sociales, económicos, culturales, ambientales) a cualquier amenaza son similares y por lo tanto se deben considerar y fortalecer para tener una sociedad más robusta (PNUD, 1991)

## 4.2. Evaluación integral del riesgo – Índice integrado de riesgo ante eventos extremos (IREE)

Actualmente es ampliamente aceptado que el riesgo de desastres es el resultado de la posible ocurrencia de eventos y de la fragilidad que tienen los elementos que son susceptibles a sufrir posibles daños. El impacto para las comunidades expuestas está asociado tanto con los daños directos e indirectos como con las consecuencias de dichos daños o pérdidas. Existe suficiente conocimiento y entendimiento en la actualidad, por ejemplo en términos del alcance de los códigos de construcción, donde se establece que para que una infraestructura sea resiliente, tiene que ser capaz de resistir eventos de ciertas características, por lo tanto, se puede decir que los eventos naturales son “destruyentes sólo en la medida en que el hombre lo ha hecho así, al invertir o construir su bienestar sin considerar los efectos que las amenazas de la naturaleza pueden causar sobre ese bienestar” (Ambraseys, 2010).

El riesgo de desastres no está asociado únicamente a la ocurrencia de eventos peligrosos intensos sino también a las condiciones de vulnerabilidad. La vulnerabilidad está estrechamente asociada a insostenibilidad y deficiente gobernanza en áreas propensas a eventos peligrosos. Esa insostenibilidad y deficiencias normalmente están vinculadas a fragilidades socioeconómicas y a falta de resiliencia de los asentamientos humanos expuestos. La vulnerabilidad física de los elementos expuestos es, usualmente, el resultado de prácticas inadecuadas de una comunidad como parte de procesos de desarrollo no planificados que conducen a la construcción de elementos o infraestructura susceptibles, y en muchos casos, a la generación de nuevas amenazas (amenazas antropogénicas). Cabe anotar que la vulnerabilidad física que existe actualmente es el producto de decisiones

que se tomaron en el pasado y que fueron el resultado de diferentes situaciones sociales, culturales, económicas, institucionales y ambientales. Aunque en las últimas décadas se ha venido trabajando de manera más comprometida en la gestión del riesgo, y se han desarrollado buenas prácticas, políticas y acciones enfocadas a reducir el riesgo de desastres, es muy difícil, sino imposible, reducir el riesgo físico existente en el corto plazo. La reducción del riesgo físico implica un proceso permanente a largo plazo, cuyos resultados sólo se verán reflejados con el pasar del tiempo.

Las características intrínsecas actuales de la sociedad definen mejores o peores condiciones que amplifican o reducen el impacto y la capacidad de las comunidades para recuperarse de eventos adversos y crear un nuevo ambiente construido más fuerte o débil. Así pues, las condiciones socioeconómicas adversas actuales, así como la falta de resiliencia, inevitablemente, van a derivar en más daños y pérdidas en las próximas décadas. Mediante el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de la sociedad se pueden abordar dos aspectos: i) mayor capacidad de recuperación frente al impacto de los eventos y ii) mayor capacidad para “reconstruir mejor” y evitar futuros desastres.

Dado que se quiere contar con un índice de riesgo que cuantifique los aspectos físicos y sociales asociados al problema, se propone la definición del Índice de Riesgo ante Eventos Extremos (IREE), como el resultado de la conjunción del riesgo físico y los factores de agravamiento asociados a las condiciones subyacentes de falta de resiliencia y fragilidad social.

La evaluación integral del riesgo tiene como objetivo revelar el riesgo desde una

perspectiva integral usando por un lado las pérdidas o el daño físico potencial como riesgo físico, que está vinculado directamente con la ocurrencia de eventos, y por otro, capturando cómo los factores subyacentes o amplificadores del riesgo – sociales, económicos, o ambientales – que no son dependientes de la amenaza, pueden empeorar las condiciones del riesgo debido a la falta de capacidad para anticiparse, resistir o responder y recuperarse de los efectos adversos. Este tipo de evaluación se ha llevado a cabo a nivel urbano para diferentes ciudades en el mundo (Cardona 2001; Birkman et al. 2013; Cardona et al. 2012; Carreño et al. 2007; Jaramillo, 2014; Marulanda et al. 2009; Marulanda et al. 2013; Salgado-Gálvez et al. 2016), a nivel de país (Burton and Silva, 2014; UNGRD, 2018), y a nivel global (UNISDR, 2017; Marulanda et al. 2017).

El IREE es una forma útil de evaluar, comparar y comunicar el riesgo para promover acciones efectivas para la intervención de las condiciones de vulnerabilidad medidas en sus diferentes dimensiones, además es una herramienta eficaz para el análisis de políticas públicas. Mediante este tipo de indicadores se logra comunicar aspectos complejos de la ciencia a la política o al público dado que describe un problema de un sistema complejo en términos simples. Es importante resaltar que los indicadores en general no identifican las medidas de gestión del riesgo, pues éstas se deben identificar usando modelos integrados y análisis completos. Los indicadores compuestos son imágenes que permiten una interpretación más fácil de los aspectos multidimensionales en lugar de tratar de encontrar una tendencia en muchos indicadores por separado. Los indicadores compuestos son útiles para resaltar algunos aspectos del riesgo y, por

lo tanto, se puede obtener información más detallada al desagregar los resultados para llegar a conclusiones y definir cursos de acción. Por su capacidad de síntesis, los indicadores compuestos permiten atraer la atención de los grupos de interés, facilitan la interpretación de escenarios y ayudan a enfocar los debates de las políticas integradas para el desarrollo sostenible. De esta manera, se da un primer paso para el entendimiento del riesgo, que, acompañado con métricas del riesgo y en algunos casos estudios más detallados, son útiles para toma de decisiones con información relevante.

La Figura 24 presenta el marco conceptual del enfoque integral del riesgo, donde se muestra como el riesgo es función de la amenaza y la vulnerabilidad (factores físicos y socioeconómicos). La evaluación integral indica que para reducir el riesgo

existente o prevenir la generación de nuevo riesgo se requiere de un sistema de gestión del riesgo integral basado en una estructura institucional acompañada por la implementación de políticas y estrategias para intervenir no sólo los elementos susceptibles sino diversos factores de la sociedad que pueden crear o incrementar el riesgo, así como intervenir, cuando sea posible, las amenazas creadas (antropogénicas, tecnológicas, etc). De la misma manera, en el caso de que ocurra un evento peligroso, se deben llevar a cabo acciones de respuesta a emergencia y recuperación como parte del marco de la gestión del riesgo.

En resumen, el IREE considera el riesgo total de los efectos físicos directos de las amenazas naturales sobre los elementos expuestos, así como las condiciones socioeconómicas de contexto que dan

cuenta de la fragilidad social y falta de resiliencia. De esta manera, se incorpora explícitamente el carácter natural, socio-natural y antrópico de los diversos aspectos que controlan el riesgo de desastres. El riesgo físico se obtiene a partir de una métrica probabilista de riesgo para cada unidad de análisis (territorial, división política, etc). El riesgo total se obtiene al afectar el riesgo físico por un factor de impacto determinado a partir de las condiciones de fragilidad socioeconómica y falta de resiliencia que se puede atribuir y medir en cada unidad de análisis.

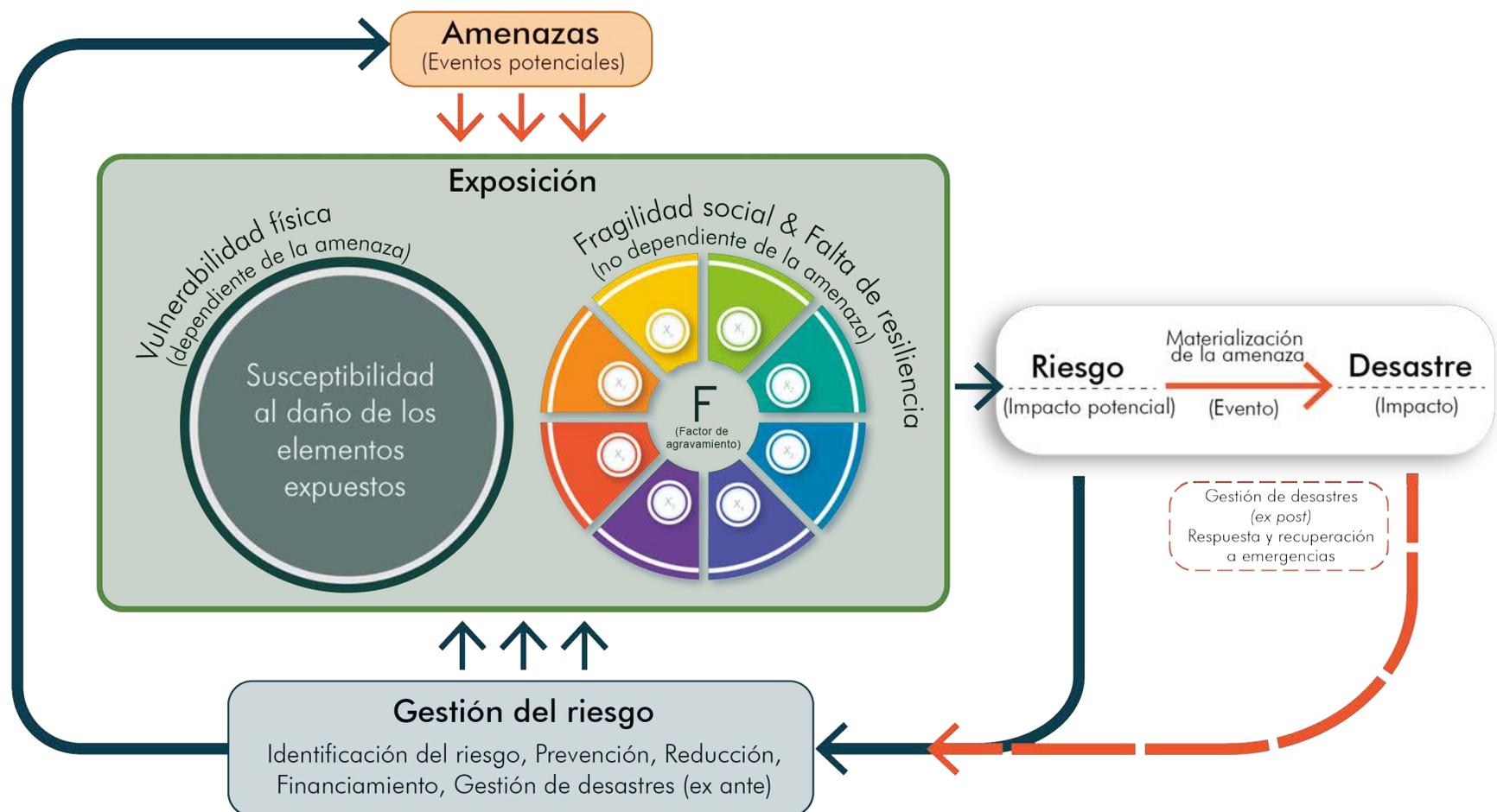


Figura 23. Marco conceptual del enfoque holístico a la evaluación probabilista del riesgo. Cardona & Barbat (2000)

### 4.3. Resultados

En esta sección se presentan los resultados del riesgo físico por inundaciones, sequías, incendios forestales y vientos fuertes y del Índice Integrado de Riesgo ante Eventos Extremos (IREE). Los resultados se presentan en mapas nacionales, en términos de la Pérdida Anual Esperada (PAE), en valores absoluto y relativo, para cada una de las amenazas consideradas. Finalmente, se incluyen perfiles de riesgo departamentales que incluyen mapas de distribución de la PAE en las secciones censales que cubre el departamento<sup>10</sup> y los resultados del IREE. Si bien a partir de la aprobación de la Ley de Descentralización Política y Participación Ciudadana en 2009, varios departamentos han constituido municipios en grandes segmentos de sus territorios (hasta hoy se han conformado 112 municipios), estos abarcan tan solo el 31% de la superficie del territorio nacional (solamente los departamentos de Montevideo, Canelones y Maldonado se encuentran municipalizados al 100%). Por esta razón, las unidades geográficas utilizadas para la presentación de resultados a nivel subnacional fueron las secciones censales (231) definidas por el INE con fines estadísticos, considerando que estas corresponden al tercer nivel jerárquico y cubren todo el territorio nacional. Las secciones censales abarcan porciones de territorio que permiten una buena diferenciación de los resultados. Los perfiles de riesgo también presentan los valores de PAE relativa para las diferentes amenazas, el ranking del departamento a nivel nacional según su PAE relativa, así los resultados del IREE y sus componentes (riesgo físico (RF) y factor de impacto (F)), así como los valores transformados de las variables utilizadas para el cálculo del F, y el ranking del departamento, para el IREE y el IREE agropecuario. Finalmente se presentan en una tabla los resultados de riesgo físico, factor de impacto e IREE

<sup>10</sup> Cada Departamento se divide en Secciones Censales, porciones importantes de territorio que pueden incluir áreas amanzanadas y no amanzanadas. Sus límites corresponden a los de las Secciones Judiciales vigentes en el Censo del año 1963; al haberse registrado cambios en los límites de las Secciones Judiciales la coincidencia actual entre ambas divisiones es parcial (INE).

para cada una de las secciones censales cubiertas por el departamento.

Para la evaluación del riesgo físico se utilizó un enfoque probabilista cuyo objetivo fundamental es determinar las distribuciones de probabilidad de las pérdidas que pueden sufrir en lapsos dados los activos expuestos, como consecuencia de la ocurrencia de eventos peligrosos (amenaza), integrando de manera racional las incertidumbres que existen en las diferentes partes del proceso.

El procedimiento de cálculo probabilista consiste entonces, en forma resumida, en evaluar las pérdidas en el grupo de activos expuestos durante cada uno de los escenarios o eventos que colectivamente describen la amenaza, y luego integrar en forma probabilista los resultados obtenidos utilizando como factores de peso las frecuencias de ocurrencia de cada evento. Para cada amenaza se evalúa el riesgo de desastres de manera cuantitativa a nivel nacional, que incluye las estimaciones de pérdidas máximas probables y pérdidas promedio anuales a nivel regional. La metodología utilizada para la evaluación de cada una de las amenazas consideradas se presenta en el informe técnico.

Para esta evaluación, el IREE se calculó a nivel departamental y de sección censal utilizando la metodología de *evaluación holística del riesgo*, desarrollada por Cardona (2001). Para el riesgo físico, evaluado mediante modelos probabilistas, se usaron los valores de pérdida anual esperada. Por otra parte, la fragilidad socioeconómica y la falta de resiliencia se miden en base a un conjunto de factores (relacionados con los efectos indirectos o intangibles) que agravan el riesgo físico. Así, el riesgo total depende del riesgo físico y de los efectos indirectos expresados como un factor de agravamiento:

$$\text{IREE} = R_F (1 + F)$$

Esta expresión se conoce como la ecuación

de Moncho, en donde  $R_F$  es el riesgo físico y  $(1 + F)$  es el factor de impacto, en el cual  $F$  es el coeficiente de agravamiento que depende de las condiciones de contexto.

Los valores de Riesgo Físico ( $R_F$ ) se obtuvieron a partir de la normalización por medio de funciones de transformación de la pérdida anual esperada de la evaluación probabilista del riesgo (Carreño et al. 2007).

Para esta evaluación se calcularon 2 IREE: uno usando los valores de PAE por viento e inundación sobre las edificaciones tanto a nivel departamental como de sección censal, utilizando diferentes indicadores para el factor de impacto, según pertinencia y disponibilidad de información. El segundo es el IREE agropecuario, que se calculó utilizando los valores de PAE por sequía e inundación sobre cultivos y ganado.

Para el IREE a nivel departamental, todos los valores relativos de pérdida anual esperada mayores a 3.5 ‰ se consideran como el valor máximo de riesgo físico (1), mientras para el nivel de sección censal los valores relativos mayores a 10 ‰. Finalmente, para el IREE agropecuario, se consideran como el valor máximo de riesgo físico todos los valores de PAE superiores a 25 ‰. Estos valores se definieron de acuerdo a los resultados obtenidos con el objetivo de reflejar adecuadamente la incidencia de los factores subyacentes del riesgo sobre el riesgo físico.

La selección de los factores descriptores de fragilidad social y falta de resiliencia se realizó en función de la información disponible, buscando dar prelación a indicadores obtenidos por instituciones nacionales, y también buscando cubrir de manera apropiada el amplio espectro de temas que subyacen la noción del riesgo en términos de condiciones de vulnerabilidad prevalente que favorecen los impactos indirectos e intangibles en caso de ocurrencia de un evento peligroso. Para la evaluación integral del riesgo a nivel

departamental se utilizaron 18 indicadores socioeconómicos disponibles en bases de datos nacionales. Debido a la limitada información disponible a nivel de sección censal, para la evaluación a este nivel se utilizó un conjunto diferente de indicadores (12), disponibles en los resultados del Censo 2011. Aunque la escasez de información parece limitar el alcance de la evaluación a nivel subnacional, esta logra el objetivo de reflejar una situación comparativamente desfavorable y su incidencia en el riesgo

físico. Los resultados son útiles para priorizar áreas y zonas de intervención, así como estudios de mayor resolución. Las variables escogidas para el factor de impacto son independientes de la amenaza dado que lo que se quiere representar son los factores subyacentes del riesgo que existen o se crean independientemente de las amenazas a las que una sociedad se encuentre expuesta. Estos indicadores dan cuenta de la fragilidad social y la falta de resiliencia, que son aspectos que

agranan el impacto directo o riesgo físico actual y que a su vez son impulsores o causas subyacentes del aumento del riesgo o de los futuros desastres, visto desde una perspectiva integral. Las Tablas a continuación presentan los indicadores seleccionados para el factor de impacto para el nivel departamental y de sección censal, respectivamente.

**Tabla 1.** Indicadores nivel departamental

		DESCRIPTOR	DEFINICIÓN	FUENTE
FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA	X <sub>FS1</sub>	Tasa de mortalidad infantil	Cada 1000 nacidos vivos - 2017	Observatorio territorio Uruguay – Indicadores departamentales
	X <sub>FS2</sub>	Pobreza	Porcentaje de la población debajo de la línea de pobreza (%) - 2018	Observatorio territorio Uruguay – Perfiles departamentales
	X <sub>FS3</sub>	Tasa de desempleo	% Personas - 2017	Ministerio de trabajo y seguridad social - Unidad estadística del trabajo y la seguridad social. Indicadores de empleo (Informes departamentales)
	X <sub>FS4</sub>	Índice de Desarrollo Humano (Inv)	Medida resumen de los logros en las dimensiones claves del desarrollo humano (una vida larga y saludable, el acceso al conocimiento y un nivel de vida decente) (0-1) - 2018	Observatorio territorio Uruguay – Índice de Desarrollo Humano por departamento (PDF)
	X <sub>FS5</sub>	Índice de GINI	El índice de Gini mide hasta qué punto la distribución del ingreso (o, en algunos casos, el gasto de consumo) entre individuos u hogares dentro de una economía se aleja de una distribución perfectamente equitativa (0-1) - 2013	Programa vial departamental (Informe por departamento)
	X <sub>FS6</sub>	Hogares sin agua potable	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas – Componente agua potable. El agua no llega por cañería dentro de la vivienda que habita el hogar, o su origen no es red general o pozo surgente protegido (%) - 2011	Observatorio territorio Uruguay – Perfiles departamentales -Censo 2011
	X <sub>FS7</sub>	Conexión a internet (Inv)	Tasa de hogares con conexión a internet fija por sobre el total de hogares - 2018	Observatorio territorio Uruguay – Perfiles departamentales
	X <sub>FS8</sub>	Asentamientos irregulares	Porcentaje de personas que viven en asentamientos irregulares (agrupamiento de más de 10 viviendas, construidos sin autorización del propietario en condiciones formalmente irregulares, sin respetar la normativa urbanística) - 2011	Observatorio territorio Uruguay – Indicadores departamentales
	X <sub>FS9</sub>	Salud – IDERE (Inv)	Índice de Desarrollo Regional (IDERE) – Dimensión salud. Se entiende como la capacidad de la población de disfrutar de una vida duradera y saludable, tanto desde el punto de vista físico como mental. Las variables que se consideran son la cobertura de los servicios de salud, la esperanza de vida, la mortalidad infantil y la tasa de suicidios (0-1) - 2018	Informe Índice de Desarrollo Regional Chile-Uruguay

		DESCRIPTOR	DEFINICIÓN	FUENTE
FALTA DE RESILIENCIA	X <sub>FR1</sub>	Participación en el PIB nacional	(%) - 2012	Observatorio territorio Uruguay – Perfiles departamentales
	X <sub>FR2</sub>	Gastos de los gobiernos departamentales por habitante	2018	Observatorio territorio Uruguay – Perfiles departamentales
	X <sub>FR3</sub>	Índice departamental de actividad económica - IDAE	Muestra la evolución del volumen físico producido por cada departamento, tomando como período base el año 2008. Se trata de un índice de Laspeyres construido a partir de la actividad económica a precios constantes. (Actividad económica del departamento a precios constantes en el año t)/(Actividad económica del departamento a precios constantes en el año t-1)*100 (Índice de volumen físico) -2018	Indicadores Departamentales de Actividad Económica – Oficina de Planeamiento y Presupuesto, Presidencia.
	X <sub>FR4</sub>	Calidad Institucional Subnacional – IDERE	Índice de Desarrollo Regional (IDERE) – Dimensión calidad institucional subnacional. Compreendida como la fortaleza institucional y la capacidad de los niveles subnacionales de cada país para ser factores efectivos de promoción del territorio. Considera como variables a la proporción del presupuesto del gobierno subnacional que se financia con fondos propios, los ingresos propios de los gobiernos subnacionales per cápita en relación con el PIB per cápita nacional, una aproximación a la cualificación de los funcionarios de los gobiernos subnacionales, así como el nivel de participación electoral subnacional - 2018	Informe Índice de Desarrollo Regional Chile-Uruguay
	X <sub>FR5</sub>	Bienestar y cohesión socioeconómica - IDERE	Índice de Desarrollo Regional (IDERE) – Dimensión bienestar y cohesión socioeconómica. Concebida como una dimensión integral de diversos indicadores de calidad de vida y equidad social, tales como pobreza, indigencia, trabajo informal, desigualdad de ingresos, brecha de ingresos por género, brecha de desempleo femenino y brecha de desempleo juvenil. Debido a la relevancia que los distintos tipos de desigualdad adquieren en el contexto latinoamericano, se ha optado por considerarla como una dimensión relevante para el desarrollo - 2018	Informe Índice de Desarrollo Regional Chile-Uruguay
	X <sub>FR6</sub>	Economía - IDERE	Índice de Desarrollo Regional (IDERE) – Dimensión economía. Entendido como la posibilidad de los habitantes de una región para vivir en un entorno cuya economía sea sana y estable, que promueva oportunidades laborales y mejoras salariales. Ello con el objeto de permitirles optar a bienes y servicios mínimos que aseguren una calidad de vida apropiada. Así, se consideran variables relacionadas a desempleo, ingresos per cápita y una aproximación al nivel de actividad económica de las regiones.	Informe Índice de Desarrollo Regional Chile-Uruguay
	X <sub>FR7</sub>	Educación - IDERE	Índice de Desarrollo Regional (IDERE) – Dimensión educación. Se concibe como la capacidad de los habitantes de una región para acceder a una educación de calidad, que promueva el conocimiento, la cultura y amplíe el rango de oportunidades para la vida adulta. Por ello, se consideran variables de cobertura y calidad en educación en los niveles preescolar, primaria, secundaria y superior (0-1) - 2018	Informe Índice de Desarrollo Regional Chile-Uruguay
	X <sub>FR8</sub>	Conectividad - IDERE	Índice de Desarrollo Regional (IDERE) – Dimensión conectividad. Se concibe como la capacidad de vivir en un espacio geográfico debidamente conectado, tanto de manera física como virtual, de modo que favorezca el acceso a más oportunidades, servicios y bienes. Por ello, se consideran variables relacionadas a conexión a internet, densidad de la red de carreteras y caminos pavimentados - 2018	Informe Índice de Desarrollo Regional Chile-Uruguay
	X <sub>FR9</sub>	Ambiente – IDERE	Índice de Desarrollo Regional (IDERE) – Dimensión ambiente. Se asume la perspectiva de la sostenibilidad, como la posibilidad que tienen los habitantes de una región para vivir en un contexto que permita satisfacer sus necesidades actuales, sin comprometer las de las futuras generaciones (0-1) - 2018	Informe Índice de Desarrollo Regional Chile-Uruguay

Tabla 2. Indicadores nivel de sección censal

	DESCRIPTOR		DEFINICIÓN	FUENTE
FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA	$X_{FS1}$	Materiales vivienda	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas – Componente materiales vivienda. El hogar habita una vivienda con techos o paredes construidas predominantemente con materiales de desecho o piso de tierra sin piso ni contrapiso (%) - 2011	Censo 2011 – INE
	$X_{FS2}$	Espacio habitable	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas – Componente espacio habitable. Más de dos miembros del hogar por habitación en la vivienda (excluyendo baño y cocina) (%) - 2011	Censo 2011 – INE
	$X_{FS3}$	Artículos básicos de confort – Refrigeración de alimentos	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas – Componente conservación. El hogar no cuenta con heladera o freezer (%) - 2011	Censo 2011 – INE
	$X_{FS4}$	Artículos básicos de confort – Agua caliente	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas – Componente calentador de agua para baño. El hogar no posee calefón, termofón, caldereta o calentador instantáneo (%) - 2011	Censo 2011 – INE
	$X_{FS5}$	Artículos básicos de confort – Calefacción	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas – Componente calefacción. El hogar no cuenta con ningún medio para calefaccionar la vivienda que habita (%) - 2011	Censo 2011 – INE
	$X_{FS6}$	Población rural	(%) - 2011	Censo 2011 – INE
FALTA DE RESILIENCIA	$X_{FR1}$	Acceso a internet	% de hogares con acceso a internet - 2018	Indicadores sociodemográficos seleccionados por Sección Censal, Localidades Censales y áreas gestionadas por municipios a partir de la información del censo 2011 (INE, Ministerio de Desarrollo Social y Fondo de Población de la ONU)
	$X_{FR2}$	Tasa de desempleo (Inv)	% Personas - 2017	Encuesta Continua de Hogares (ECH)
	$X_{FR3}$	Tasa de analfabetismo (Inv)	Personas de 15 años y más (%) - 2011	Indicadores sociodemográficos
	$X_{FR4}$	Hogares sin agua potable (Inv)	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas – Componente agua potable. El agua no llega por cañería dentro de la vivienda que habita el hogar, o su origen no es red general o pozo surgente protegido (%) - 2011	Censo 2011 – INE
	$X_{FR5}$	Hogares sin conexión al sistema sanitario (Inv)	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas – Componente saneamiento. El hogar no accede a baño de uso exclusivo o la evacuación del servicio sanitario no es través de la red genera, fosa séptica o pozo negro (%) - 2011	Censo 2011 – INE
	$X_{FR6}$	Hogares sin energía eléctrica (Inv)	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas – Componente electricidad. El hogar no cuenta con energía eléctrica en la vivienda que habita (%) - 2011	Censo 2011 – INE

Para el componente de fragilidad social, los indicadores se seleccionaron como funciones de desarrollo económico, considerando que las condiciones de vida reflejan una situación comparativamente desfavorable que indican una noción de susceptibilidad de una comunidad frente a eventos de amenaza, cualquiera que sea su naturaleza o severidad. Las diferencias en la vulnerabilidad del contexto social y físico de los elementos expuestos, determina la naturaleza selectiva de los efectos de

fenómenos naturales (Cardona, 2001).

Para el componente de falta de resiliencia se seleccionaron indicadores que se consideran relevantes para representar la desigualdad de ingresos y los efectos de desequilibrio en la distribución fiscal, la calidad de vida de la población y el desempeño gubernamental. Estos factores reflejan la capacidad de una comunidad de hacer frente a los desastres; cuando son débiles, indican un funcionamiento

particularmente frágil, una condición de vulnerabilidad que refleja, en general, una predisposición intrínseca y adversa a ser afectado cuando un evento ocurre.

Como se puede ver en las tablas, entre los indicadores seleccionados para los dos componentes, se utilizaron 7 indicadores que hacen parte del Índice de Desarrollo Regional (IDERE), de la Universidad de la República de Uruguay y la Universidad Autónoma de Chile, por considerarlos

factores representativos de diferentes dimensiones socioeconómicas relevantes para la evaluación integral del riesgo. El IDERE, calculado para Chile y Uruguay, es una herramienta que mide el desarrollo a nivel territorial desde una perspectiva multidimensional (Universidad de la República y Universidad Autónoma de

Chile, 2018).

Adicionalmente, se calculó un IREE específico para el sector agropecuario nivel departamental, donde los valores de Riesgo Físico (RF) corresponden a los valores normalizados de la pérdida anual esperada por sequía e inundación y para

los factores descriptores de fragilidad social y falta de resiliencia se seleccionaron indicadores que buscan reflejar condiciones de vulnerabilidad prevalente en el sector agropecuario. La Tabla 3 presenta los indicadores seleccionados para el factor de impacto.

**Tabla 3.** Indicadores nivel departamental para IREE agropecuario

	DESCRITOR		DEFINICIÓN	FUENTE
FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA	$X_{FS1}$	Ocupados rurales	% de ocupados de la población rural - 2016	Ministerio de trabajo y seguridad social
	$X_{FS2}$	Ocupados en agricultura, forestación y pesca	% Total ocupados - 2017	Ministerio de trabajo y seguridad social - Unidad estadística del trabajo y la seguridad social. Indicadores de empleo (Informes departamentales)
	$X_{FS3}$	Población rural	(%) - 2011	Ministerio de trabajo y seguridad social - Unidad estadística del trabajo y la seguridad social. Indicadores de empleo (Informes departamentales)
	$X_{FS4}$	Hogares sin agua potable	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas – Componente agua potable. El agua no llega por cañería dentro de la vivienda que habita el hogar, o su origen no es red general o pozo surgente protegido (%) - 2011	Observatorio territorio Uruguay – Perfiles departamentales -Censo 2011
	$X_{FS5}$	Pobreza	Porcentaje de la población debajo de la línea de pobreza (%) – 2018	Observatorio territorio Uruguay – Perfiles departamentales
FALTA DE RESILIENCIA	$X_{FR1}$	Superficie ganadera (Inv)	Hectáreas	MGAP – Indicadores basados en la declaración jurada anual de existencias 2016
	$X_{FR2}$	Total vacunos + total ovinos (Inv)	Existencia de vacunos en miles de cabezas - 2018	MGAP – Indicadores basados en la declaración jurada anual de existencias 2016
	$X_{FR3}$	Aporte del sector primario al PIB departamental	(%) - 2011	Ministerio de trabajo y seguridad social - Unidad estadística del trabajo y la seguridad social. Indicadores de empleo (Informes departamentales)
	$X_{FR4}$	Hectáreas cultivadas (Inv)	Cultivos forrajeros + campos fertilizados + tierra de labranza + huertas, frutales y viñedos - 2018	MGAP – Indicadores basados en la declaración jurada anual de existencias 2016
	$X_{FR5}$	Ambiente – IDERE	Índice de Desarrollo Regional (IDERE) – Dimensión ambiente. Se asume la perspectiva de la sostenibilidad, como la posibilidad que tienen los habitantes de una región para vivir en un contexto que permita satisfacer sus necesidades actuales, sin comprometer las de las futuras generaciones (0-1) - 2018	Informe Índice de Desarrollo Regional Chile-Uruguay

En las Tablas 4 y 5 se presentan los resultados de PAE, riesgo físico (RF), factor de impacto (F) y de el IREE para edificaciones y sector agropecuario, los resultados de IREE por sección censal se presentan en la sección 6 de perfiles departamentales. En los Mapas 23 a 31 se puede ver la distribución de los diferentes componentes para los 3 IREE calculados en el marco de este proyecto. Los Mapas 32 a 121 presentan

los resultados de la evaluación probabilista del riesgo por amenaza y sector, a niveles departamental y de sección censal. Para las amenazas de inundación y viento, se presentan los mapas de PAE absoluta y relativa en edificaciones, así como mapas que integran las pérdidas de las dos amenazas. Para el sector agrícola, se presentan mapas de PAE por sequía e inundación, por cultivo y total cultivos y

para el sector pecuario se presentan PAE por sequía, para el sector bovino, ovino y pérdidas integradas. Finalmente, se presentan mapas de pérdida por incendios forestales, para los servicios ecosistémicos.

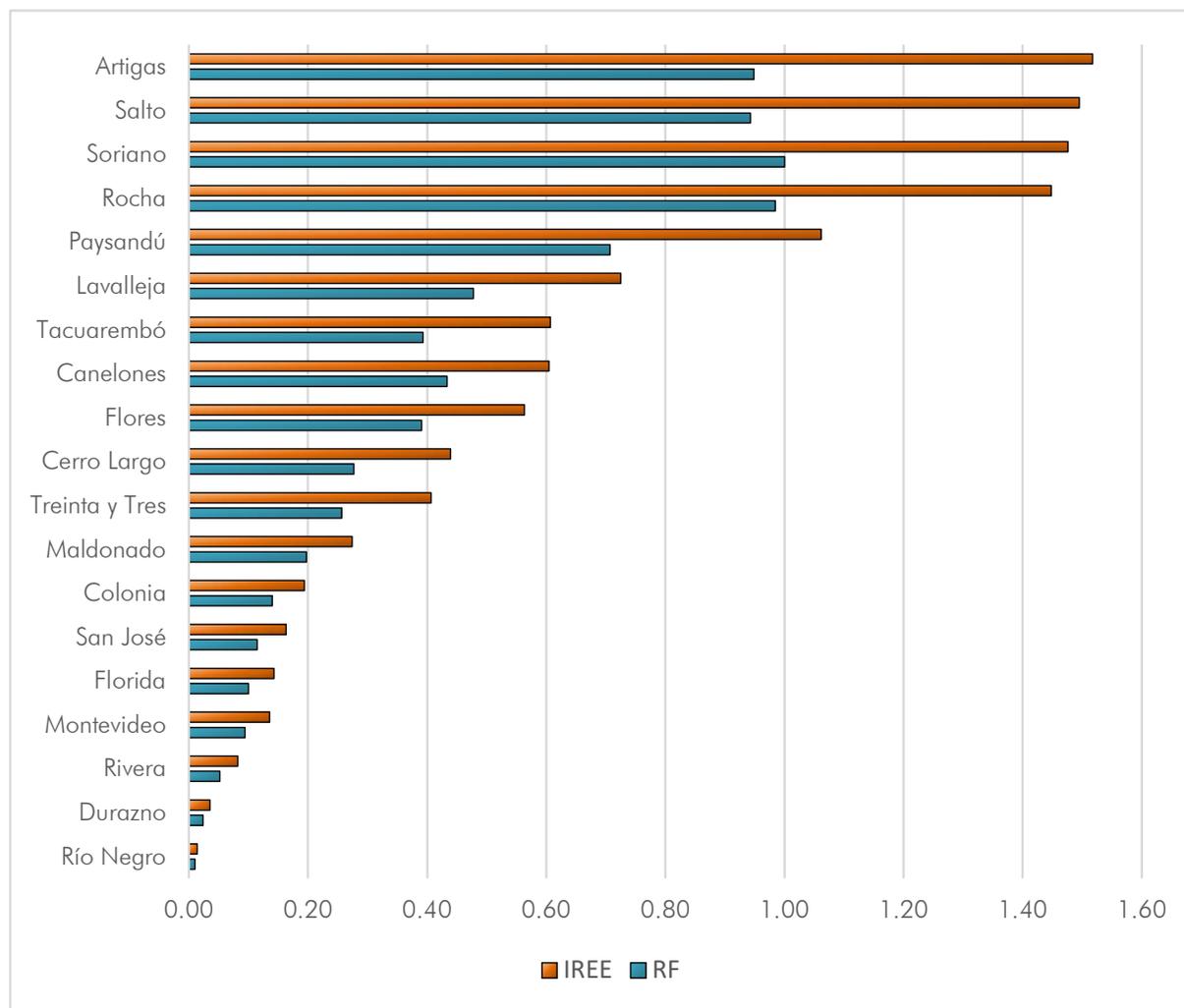


Figura 24. Resultados de riesgo físico e IREE departamental

Tabla 4. Resultados de PAE e IREE para edificaciones

Departamento	PAE [USD]	PAE [%]	RF	F	RT
	Inund. + viento	Inund. + viento			
Río Negro	\$ 77,531	0.25	0.01	0.41	0.01
Durazno	\$ 97,823	0.38	0.02	0.49	0.04
Rivera	\$ 315,744	0.56	0.05	0.58	0.08
Montevideo	\$ 17,657,575	0.76	0.09	0.44	0.14
Florida	\$ 90,271	0.78	0.10	0.43	0.14
San José	\$ 197,380	0.84	0.11	0.42	0.16
Colonia	\$ 1,298,590	0.93	0.14	0.39	0.19
Maldonado	\$ 7,010,845	1.10	0.20	0.39	0.27
Treinta y Tres	\$ 377,363	1.25	0.26	0.58	0.41
Cerro Largo	\$ 611,384	1.30	0.28	0.59	0.44
Flores	\$ 347,056	1.55	0.39	0.44	0.56
Canelones	\$ 6,640,143	1.63	0.43	0.39	0.60
Tacuarembó	\$ 637,301	1.55	0.39	0.54	0.61
Lavalleja	\$ 687,420	1.71	0.48	0.52	0.72
Paysandú	\$ 1,688,572	2.16	0.71	0.50	1.06
Rocha	\$ 1,361,975	3.19	0.98	0.47	1.45
Soriano	\$ 2,461,328	3.60	1.00	0.48	1.48
Salto	\$ 2,905,051	2.91	0.94	0.59	1.49

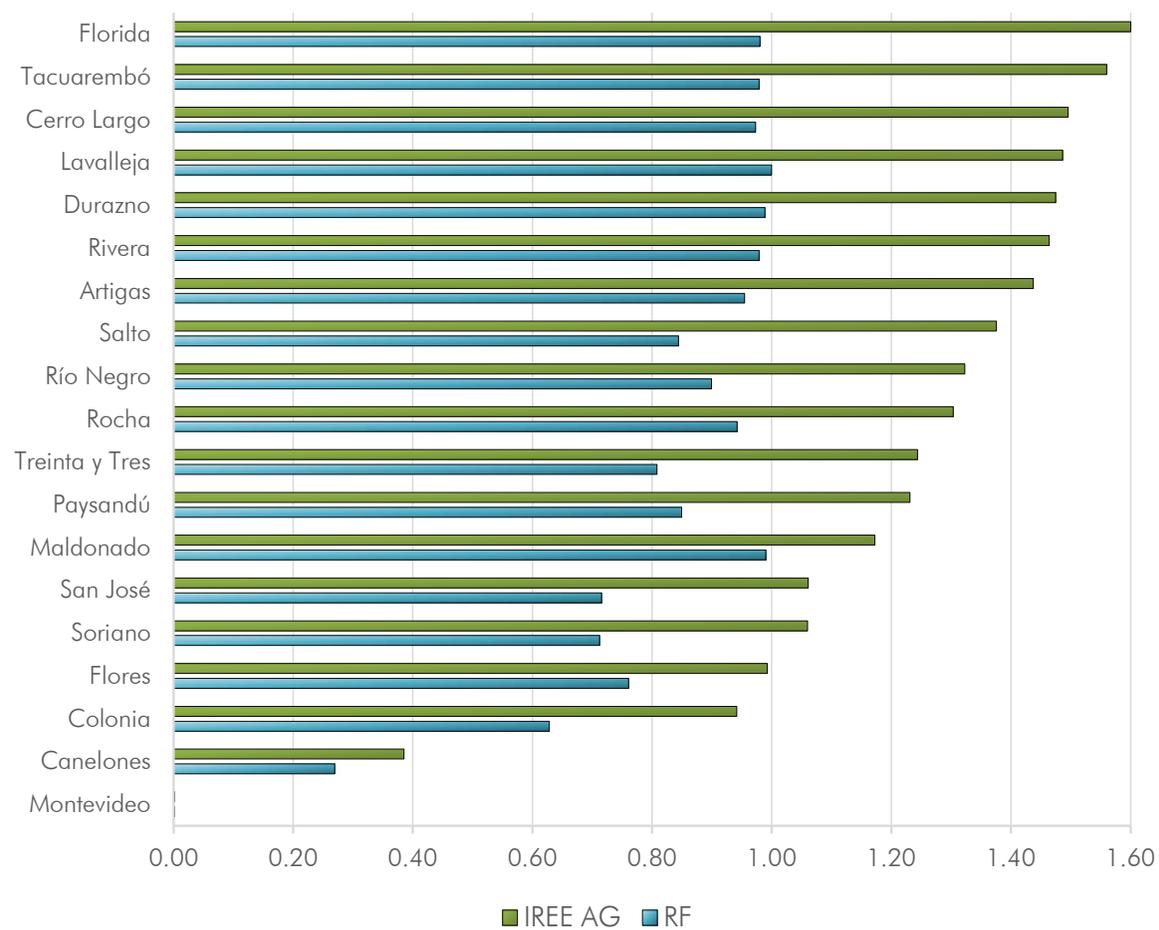


Figura 25. Resultados de riesgo físico e IREE agropecuario

Tabla 5. Resultados de PAE e IREE para el sector agropecuario

Departamento	PAE [USD]	PAE [%]	RF	F	RT
	Sequía + inund.	Sequía + inund.			
Montevideo	\$ 12,308	0.57	0.00	0.29	0.00
Canelones	\$ 1,362,576	9.17	0.27	0.43	0.39
Colonia	\$ 2,529,536	14.22	0.63	0.50	0.94
Flores	\$ 2,068,171	16.35	0.76	0.31	0.99
Soriano	\$ 5,230,814	15.51	0.71	0.49	1.06
San José	\$ 2,066,789	15.57	0.72	0.48	1.06
Maldonado	\$ 1,230,610	23.24	0.99	0.18	1.17
Paysandú	\$ 5,647,480	18.14	0.85	0.45	1.23
Treinta y Tres	\$ 3,160,708	17.25	0.81	0.54	1.24
Rocha	\$ 4,180,962	20.74	0.94	0.38	1.30
Río Negro	\$ 4,667,622	19.39	0.90	0.47	1.32
Salto	\$ 4,506,205	18.02	0.84	0.63	1.38
Artigas	\$ 4,236,565	21.23	0.95	0.51	1.44
Rivera	\$ 2,747,206	22.43	0.98	0.50	1.46
Durazno	\$ 4,864,547	23.12	0.99	0.49	1.47
Lavalleja	\$ 3,367,923	24.80	1.00	0.49	1.49
Cerro Largo	\$ 4,830,487	22.08	0.97	0.54	1.50
Tacuarembó	\$ 4,884,627	22.41	0.98	0.59	1.56

58°W

56°W

54°W



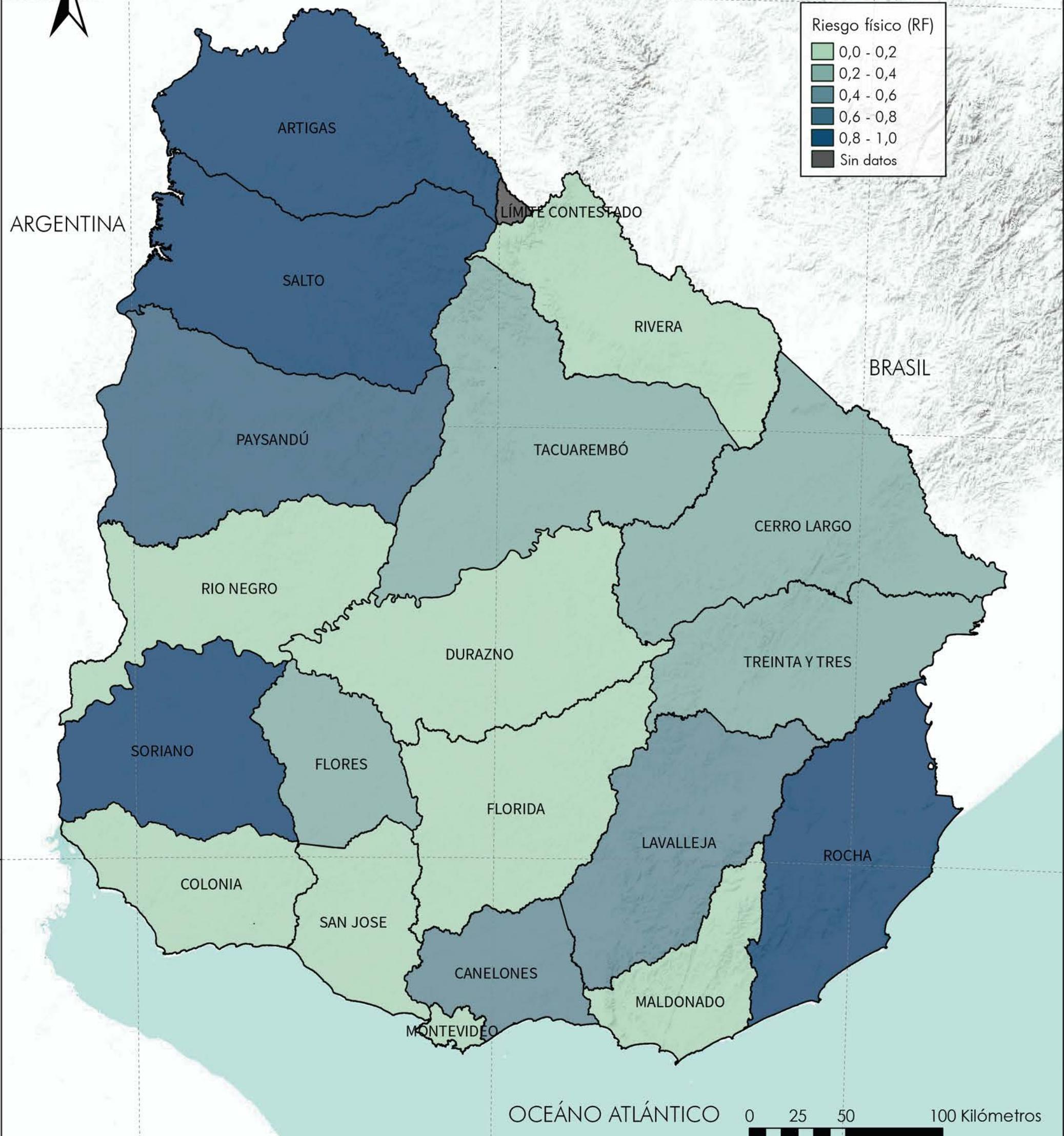
ARGENTINA



30°S

32°S

34°S



OCEANO ATLANTICO



Mapa 23. Riesgo físico [RF] departamental

Sources: Esri, USGS, NOAA

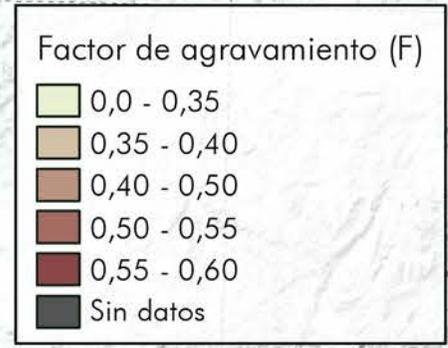
58°W

56°W

54°W



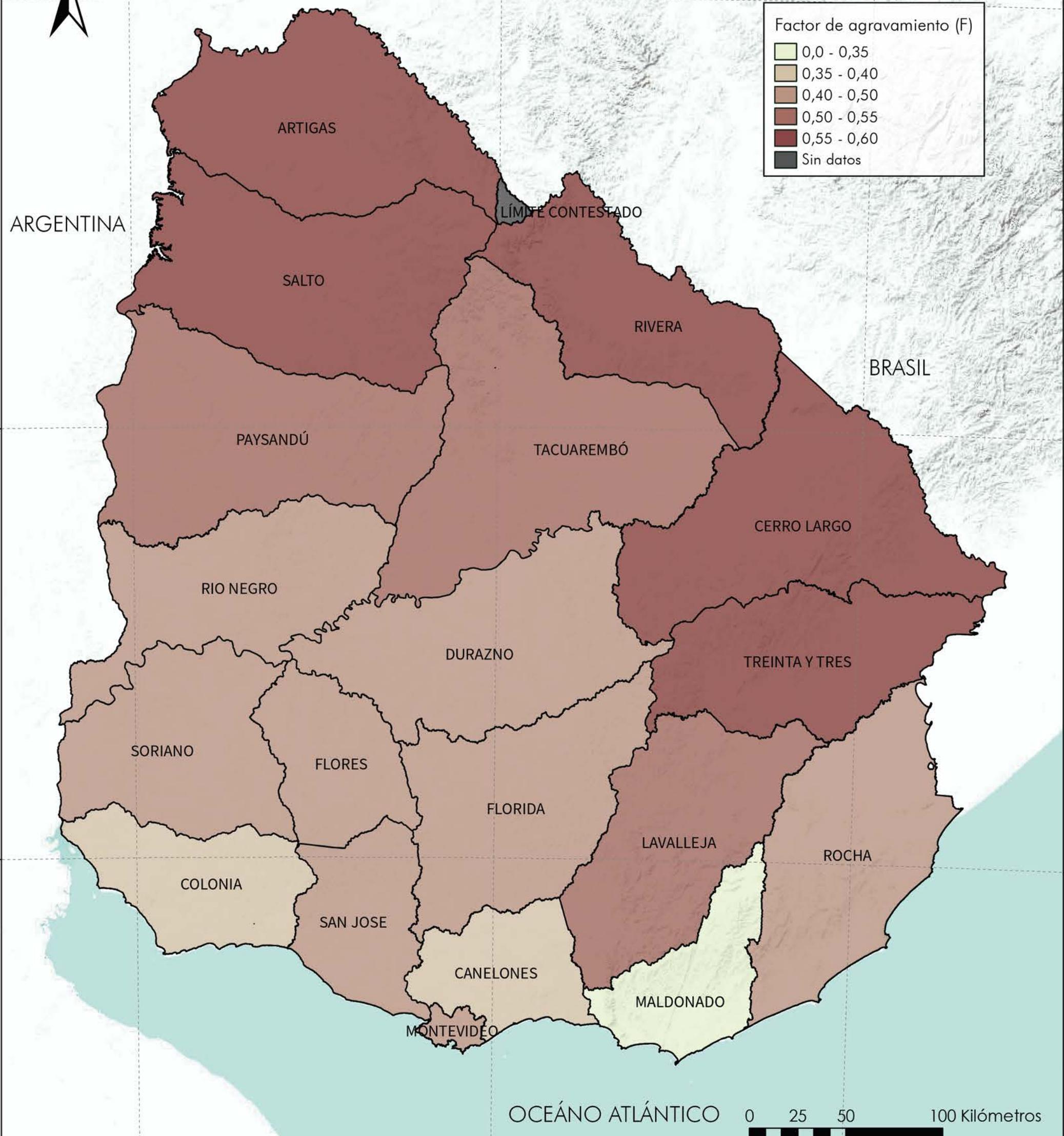
ARGENTINA



30°S

32°S

34°S



LÍMITE CONTESTADO

BRASIL

ARTIGAS

SALTO

RIVERA

PAYSANDÚ

TACUAREMBÓ

CERRO LARGO

RIO NEGRO

DURAZNO

TREINTA Y TRES

SORIANO

FLORES

FLORIDA

LAVALLEJA

ROCHA

COLONIA

SAN JOSE

CANELONES

MALDONADO

MONTEVIDEO

OCEÁNO ATLÁNTICO

0 25 50 100 Kilómetros

Mapa 24. Factor de agravamiento [F] departamental

Sources: Esri, USGS, NOAA

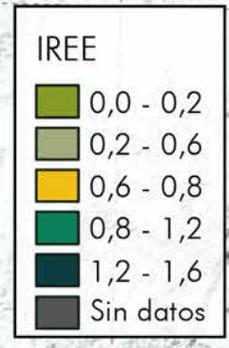
58°W

56°W

54°W



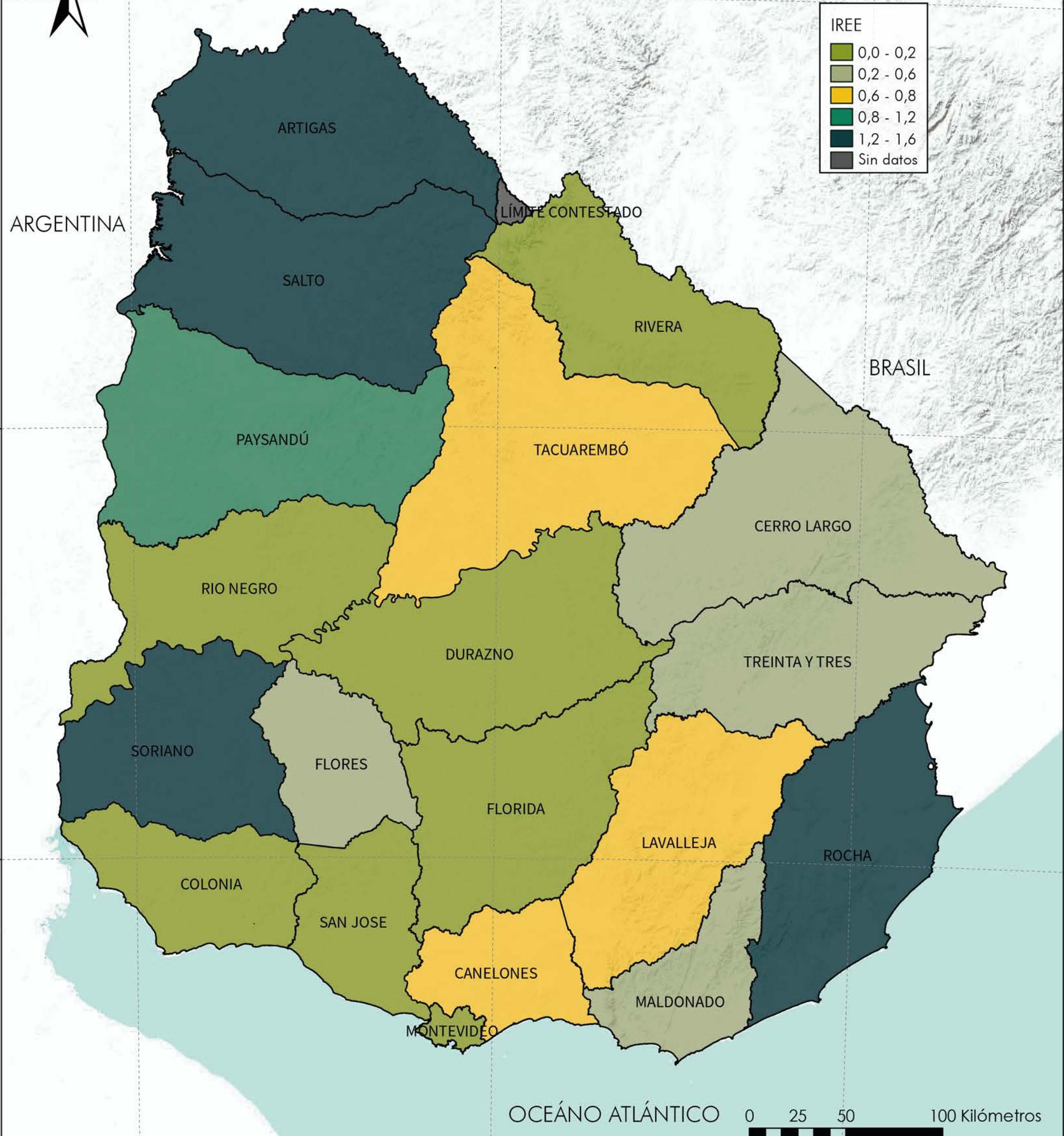
ARGENTINA



30°S

32°S

34°S



OCEÁNO ATLÁNTICO

0 25 50 100 Kilómetros



Mapa 25. Índice de Riesgo ante eventos extremos [IREE] departamental

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

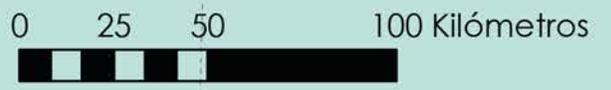
54°W



ARGENTINA

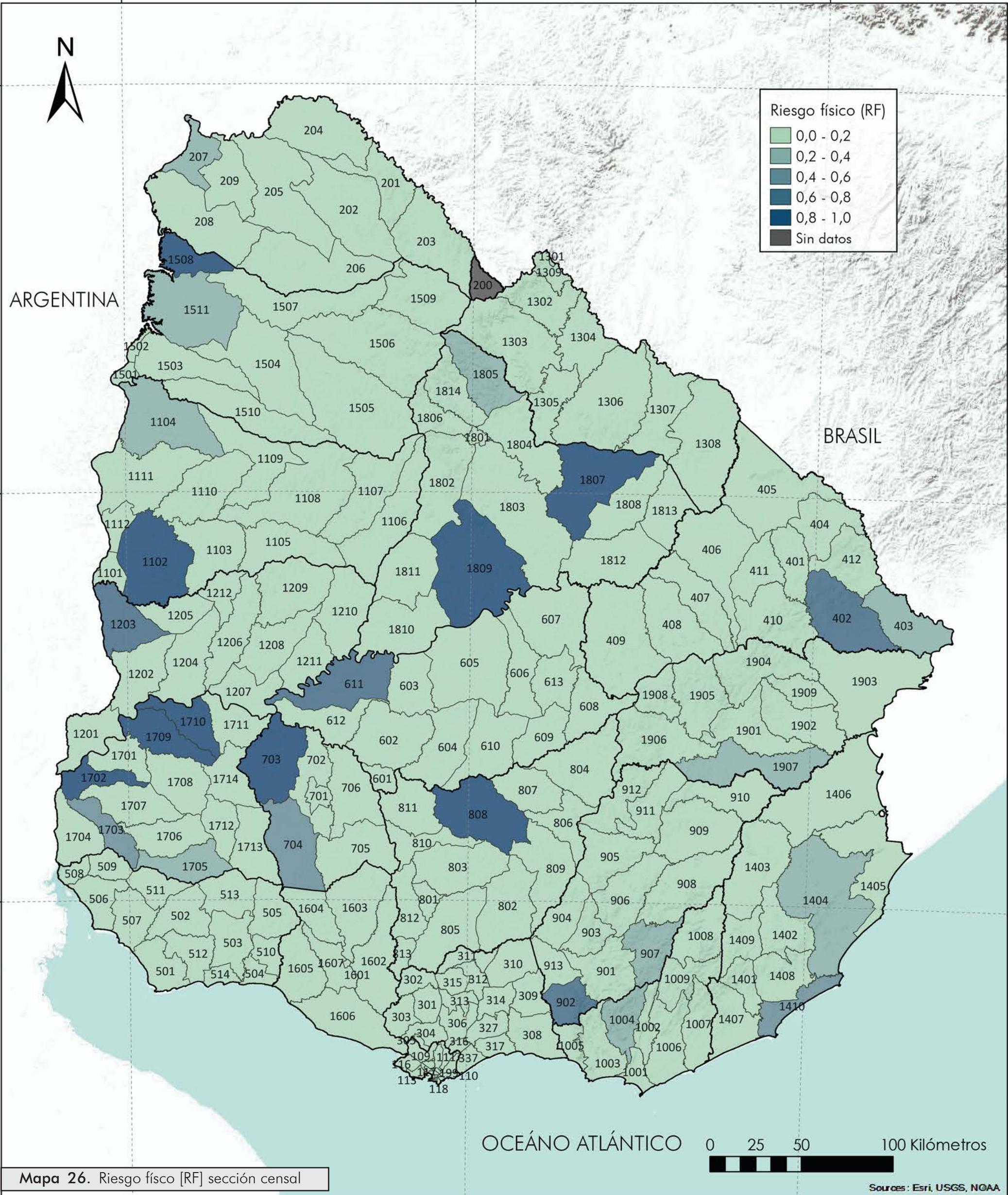
BRASIL

OCEANO ATLANTICO



Mapa 26. Riesgo físico [RF] sección censal

Sources: Esri, USGS, NOAA



58°W

56°W

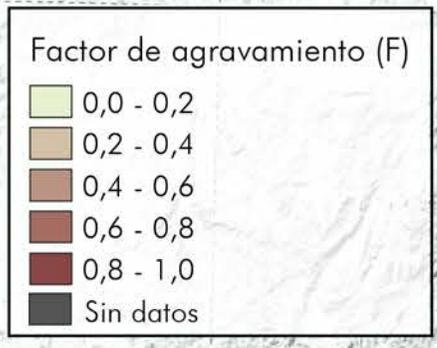
54°W



ARGENTINA

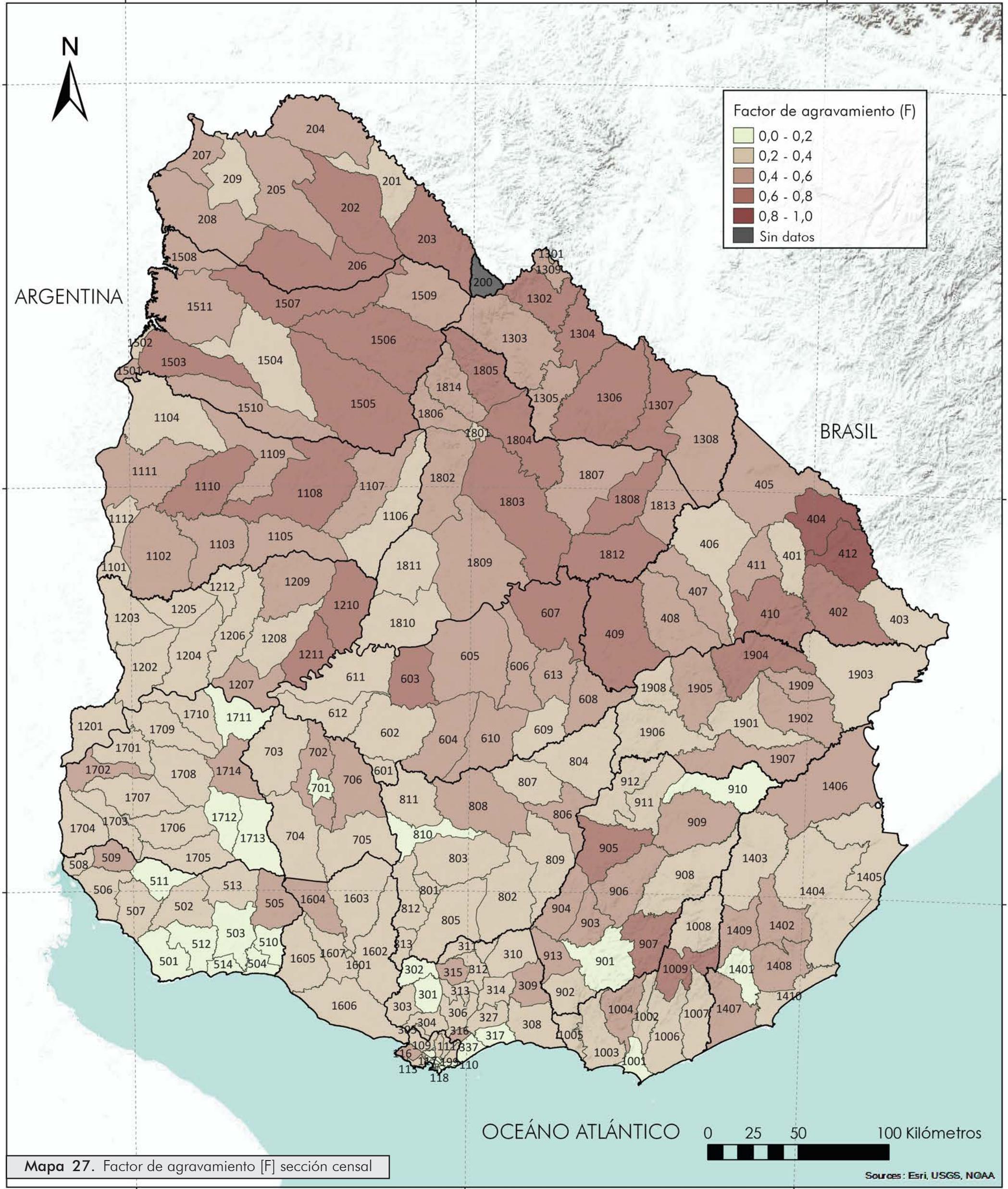
BRASIL

OCEANO ATLANTICO



Mapa 27. Factor de agravamiento [F] sección censal

Sources: Esri, USGS, NOAA



58°W

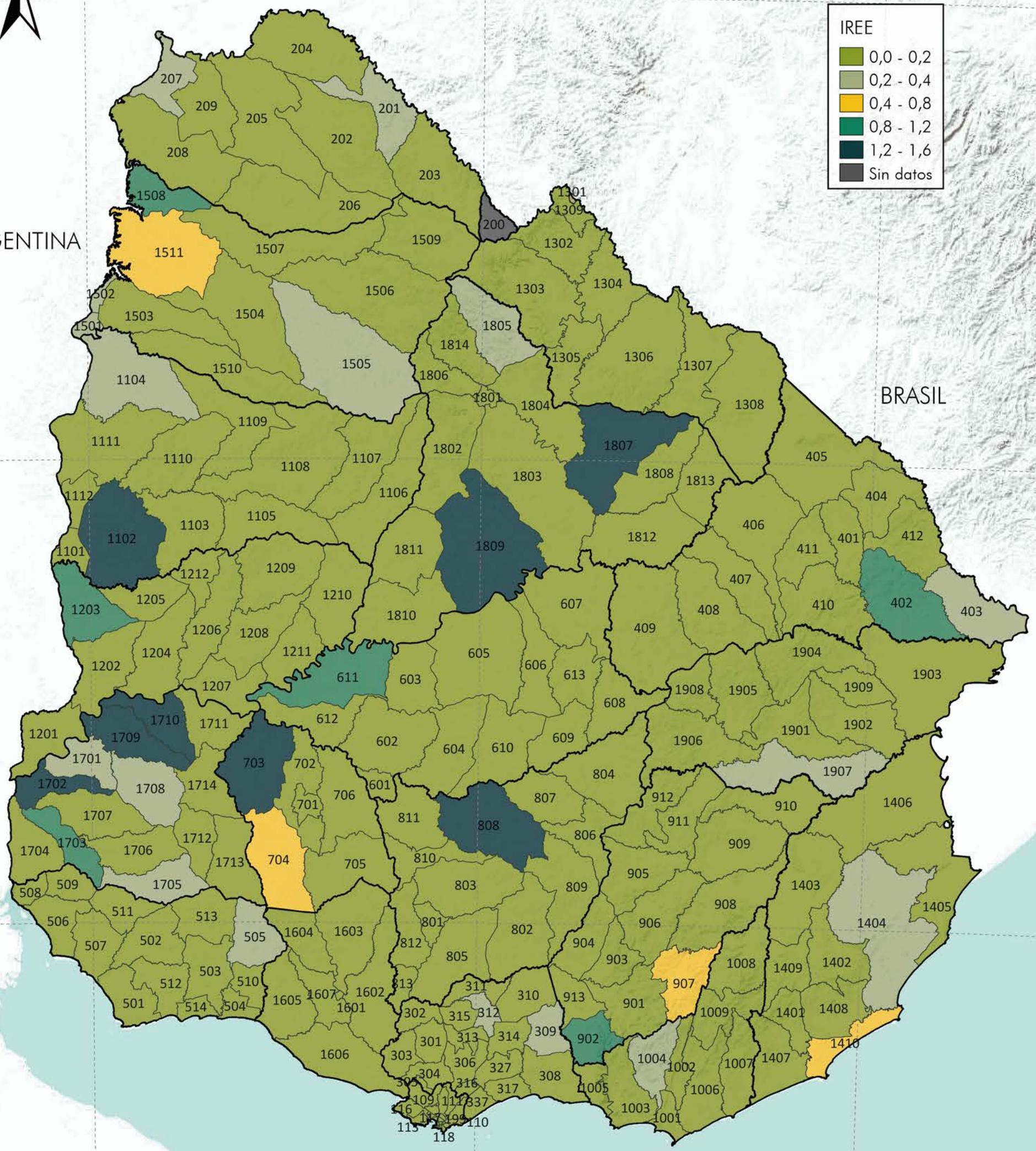
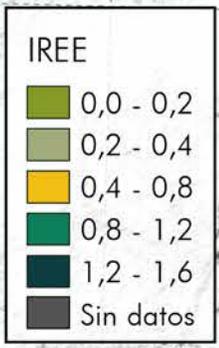
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO



Mapa 28. Índice de Riesgo ante eventos extremos [IREE] sección censal

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

54°W



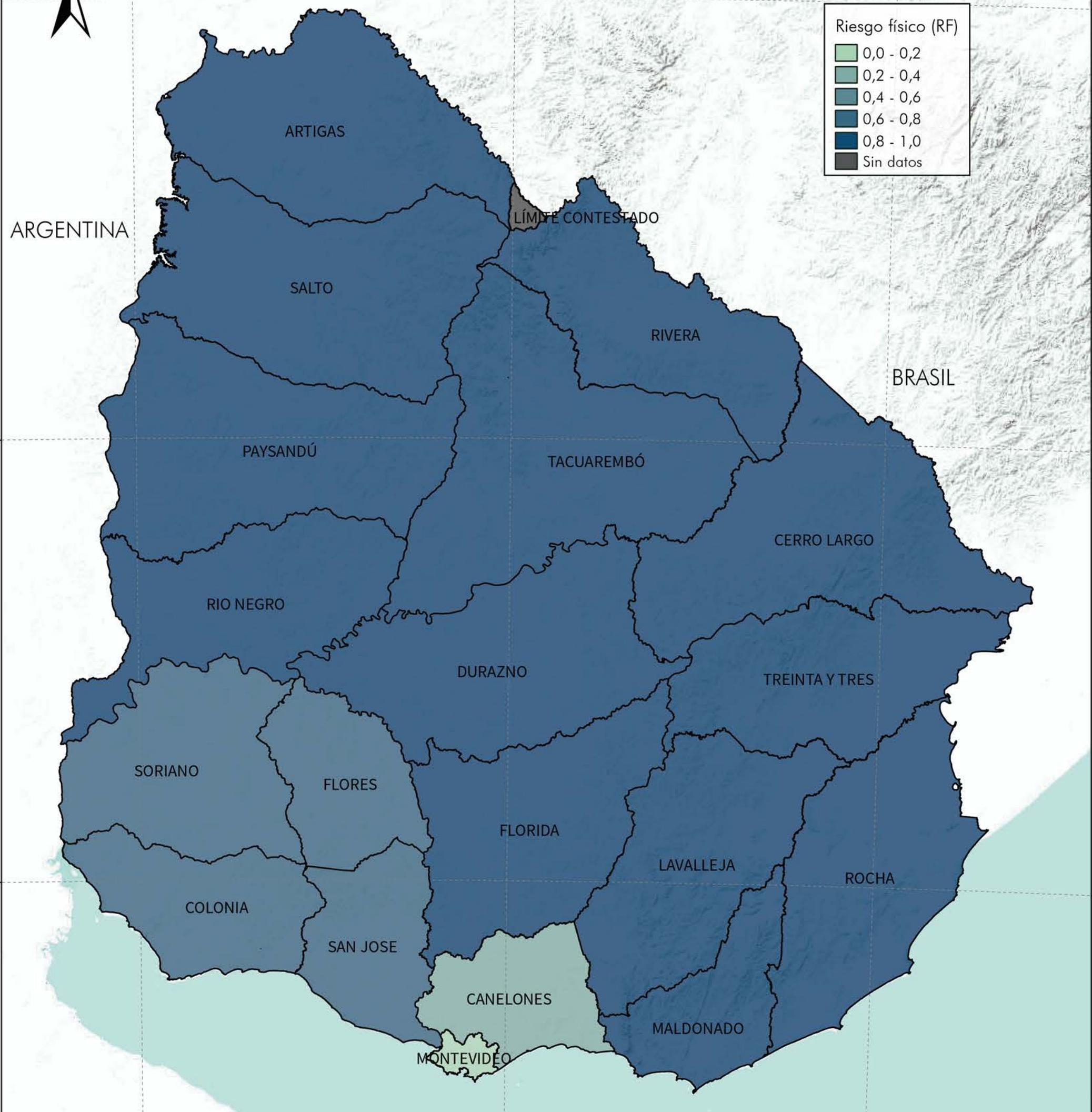
ARGENTINA



30°S

32°S

34°S



LÍMITE CONTESTADO

BRASIL

ARTIGAS

SALTO

RIVERA

PAYSANDÚ

TACUAREMBÓ

CERRO LARGO

RIO NEGRO

DURAZNO

TREINTA Y TRES

SORIANO

FLORES

FLORIDA

LAVALLEJA

ROCHA

COLONIA

SAN JOSE

CANELONES

MALDONADO

MONTEVIDEO

OCEÁNO ATLÁNTICO

0 25 50 100 Kilómetros



Mapa 29. Riesgo físico [RF] agropecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

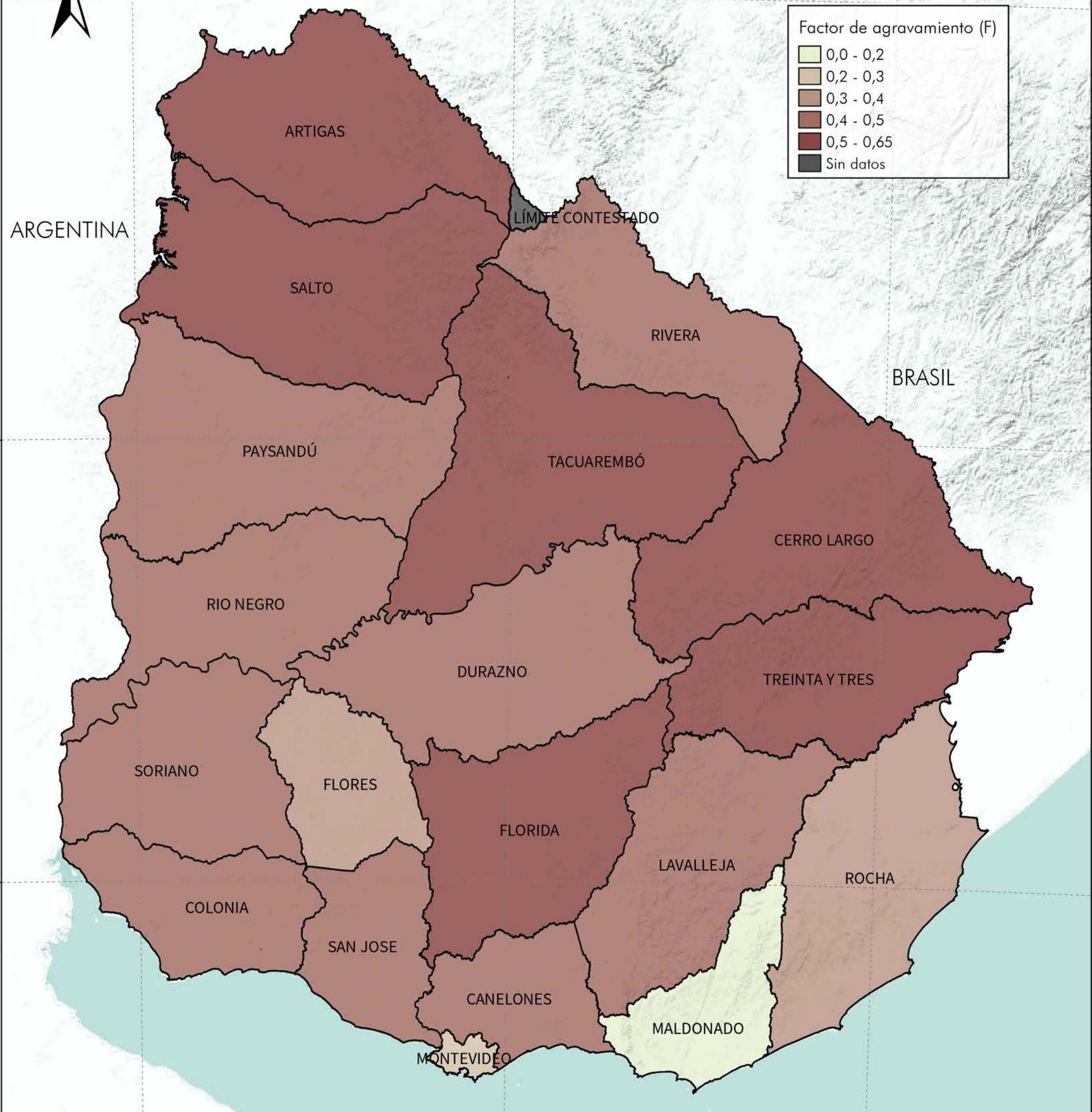
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 30. Factor de agravamiento [F] agropecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

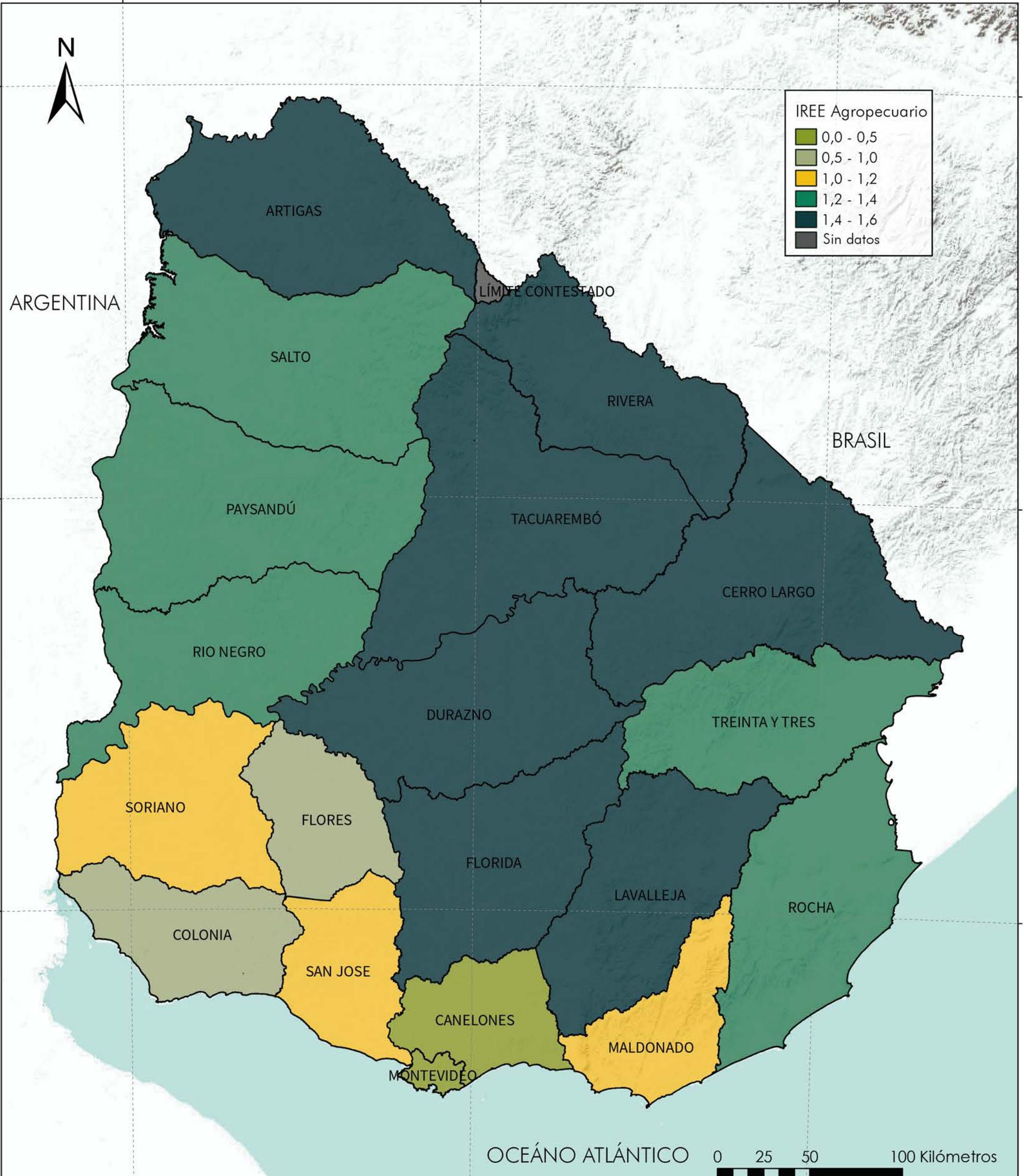
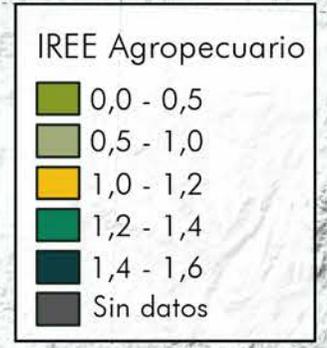
58°W

56°W

54°W

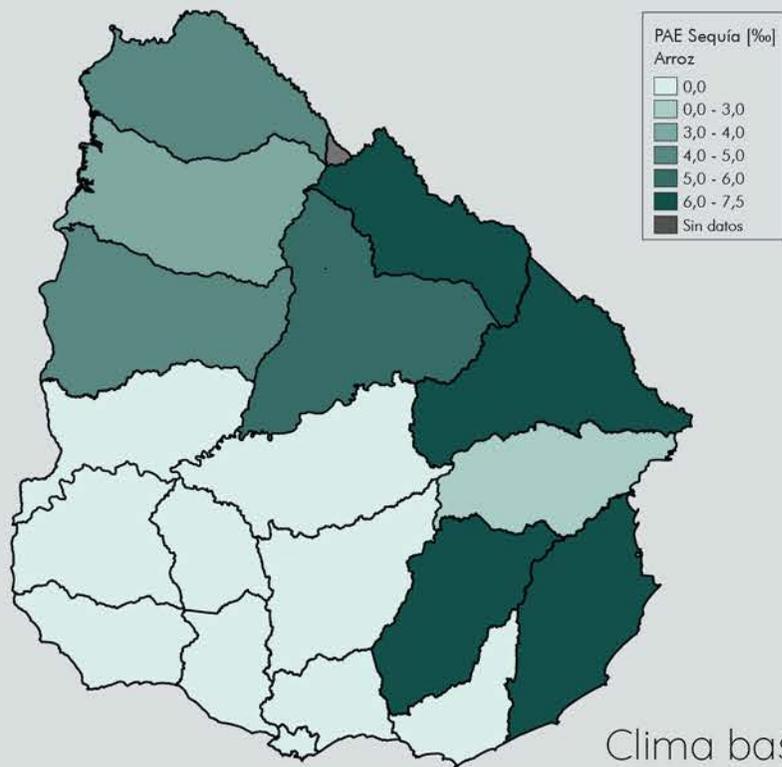


ARGENTINA



Mapa 31. Índice de Riesgo ante eventos extremos agropecuario [IREE]

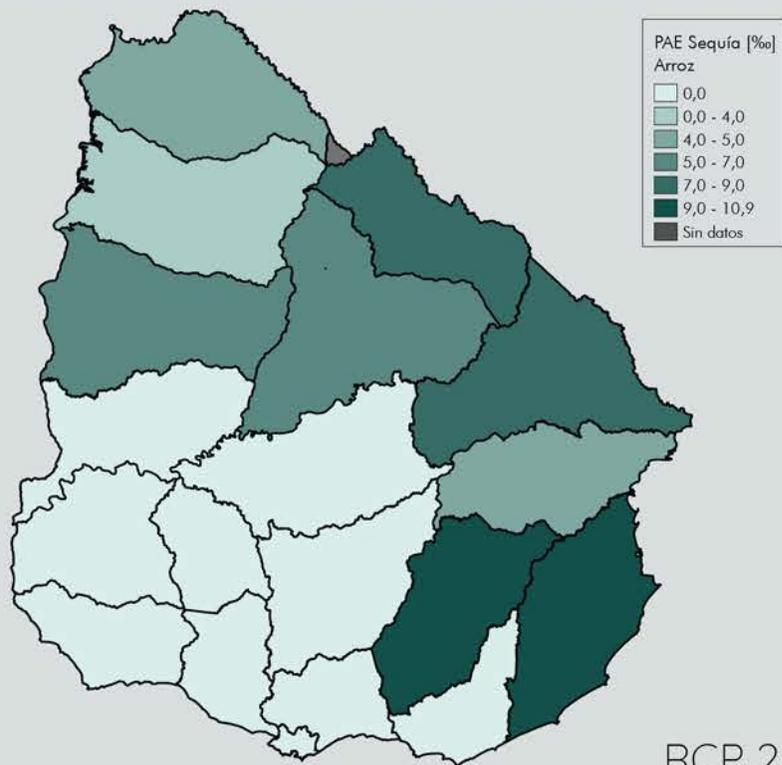
Sources: Esri, USGS, NOAA



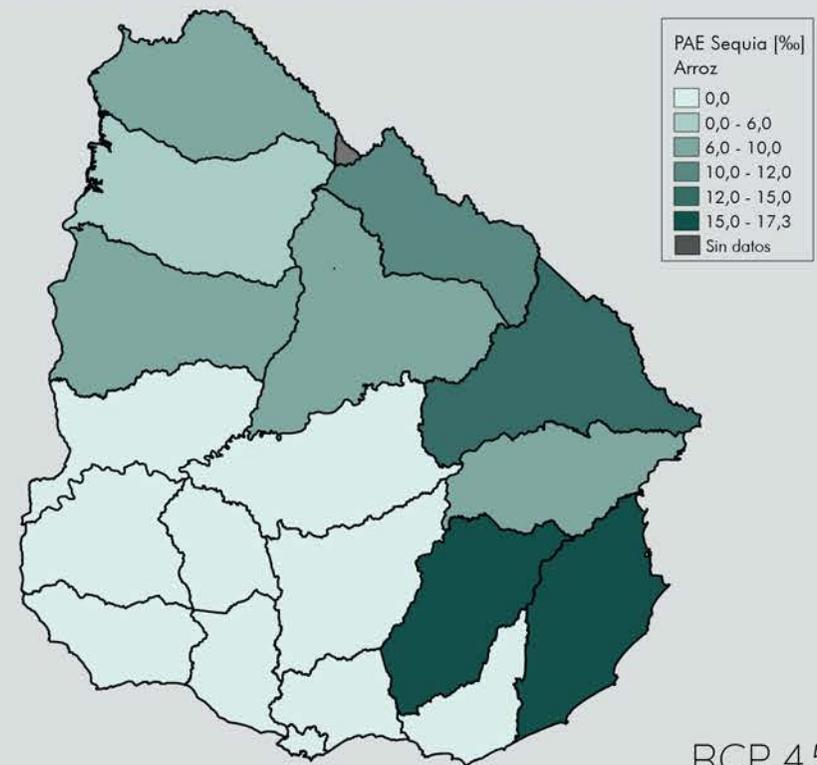
Clima base



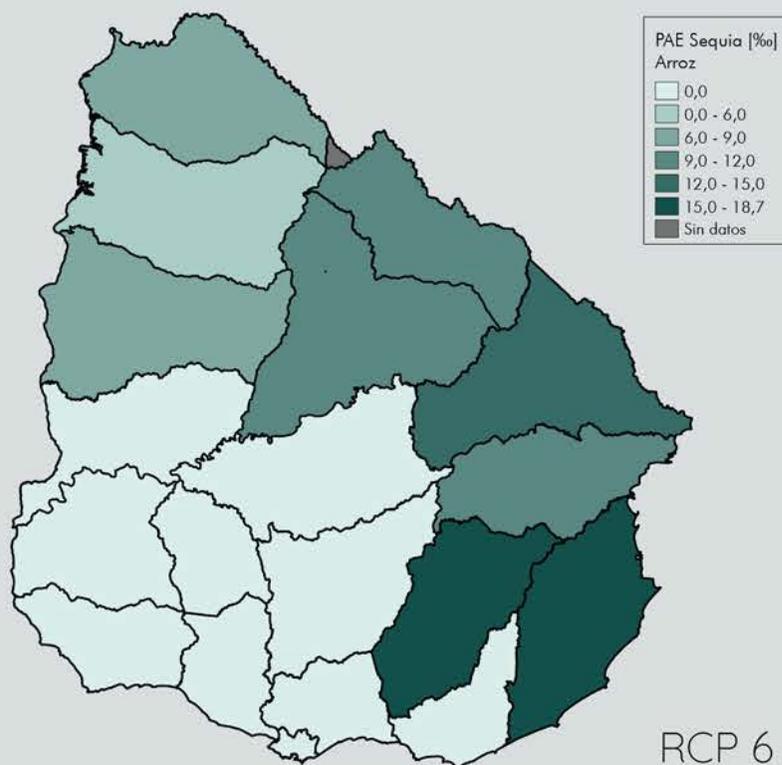
Foto: INIA



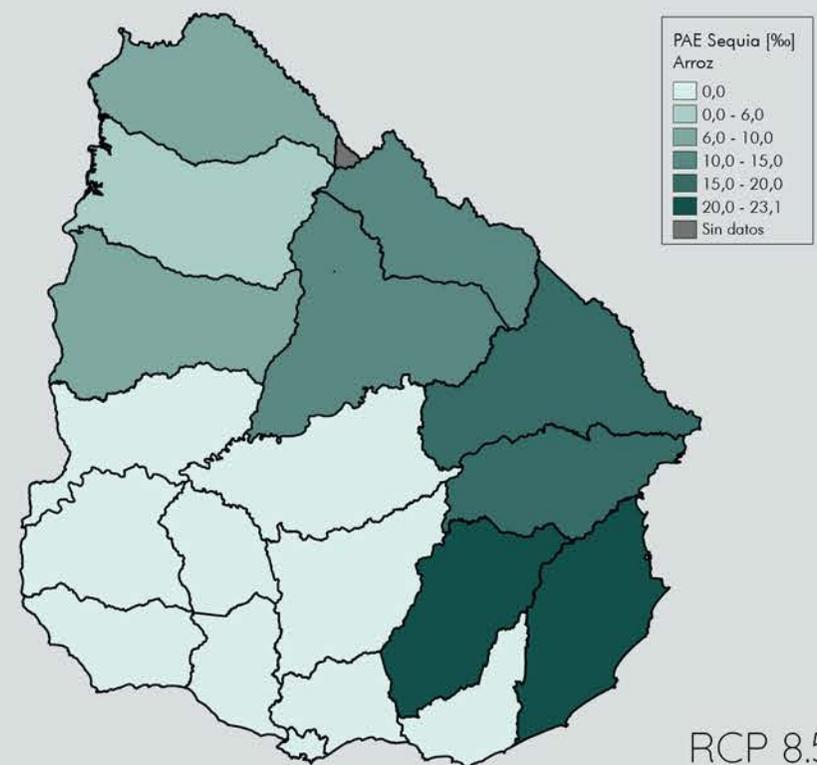
RCP 2.6



RCP 4.5

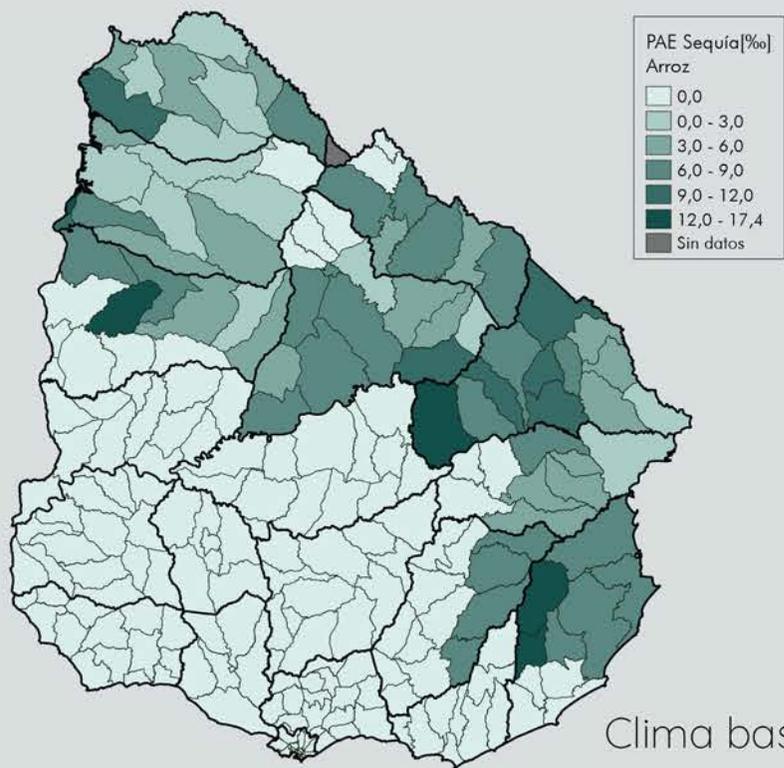


RCP 6



RCP 8.5

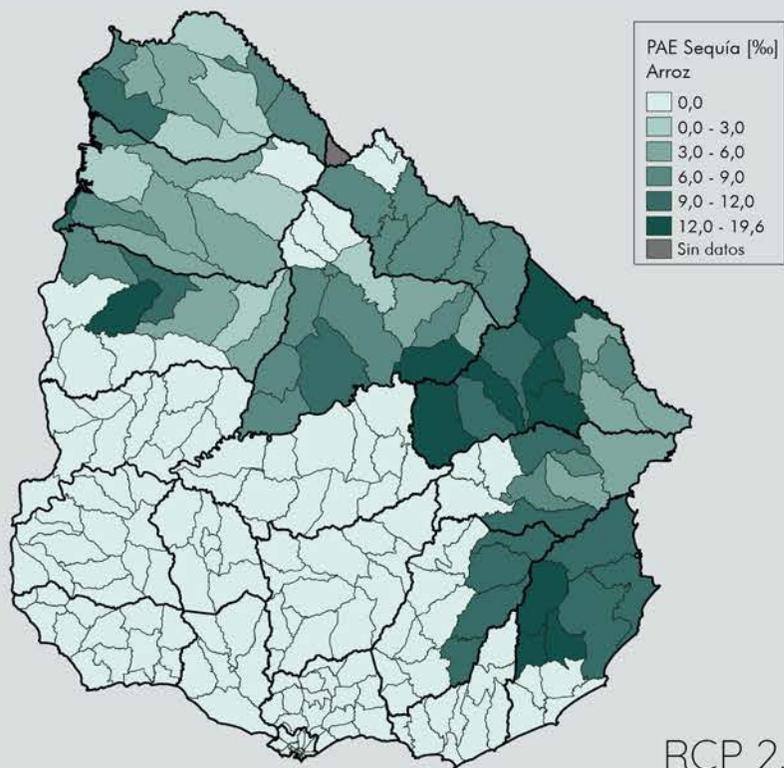
Mapa 32. PAE [%] por sequía. Cultivos de arroz por departamento para diferentes escenarios de cambio climático



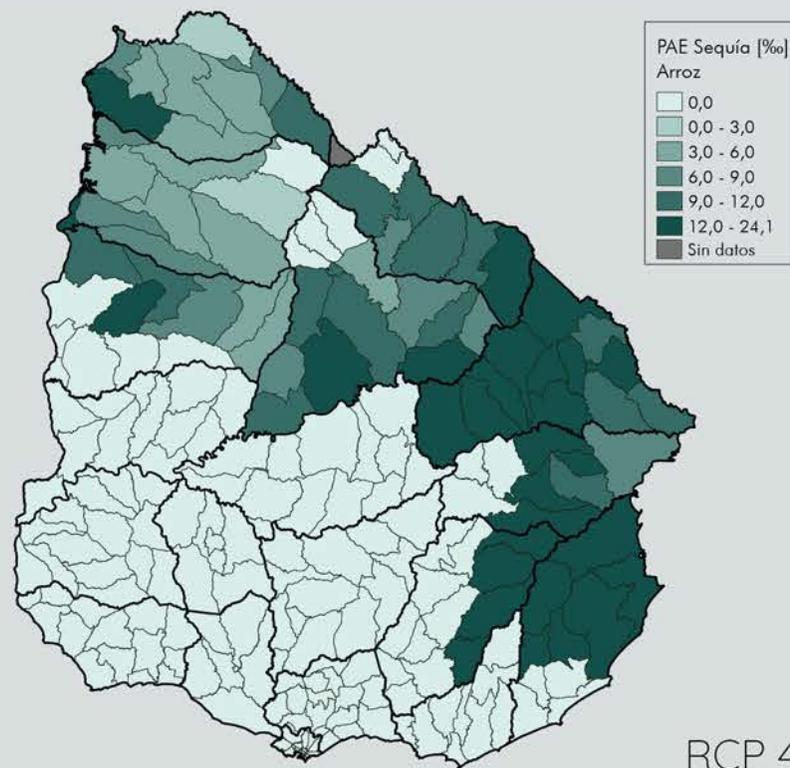
Clima base



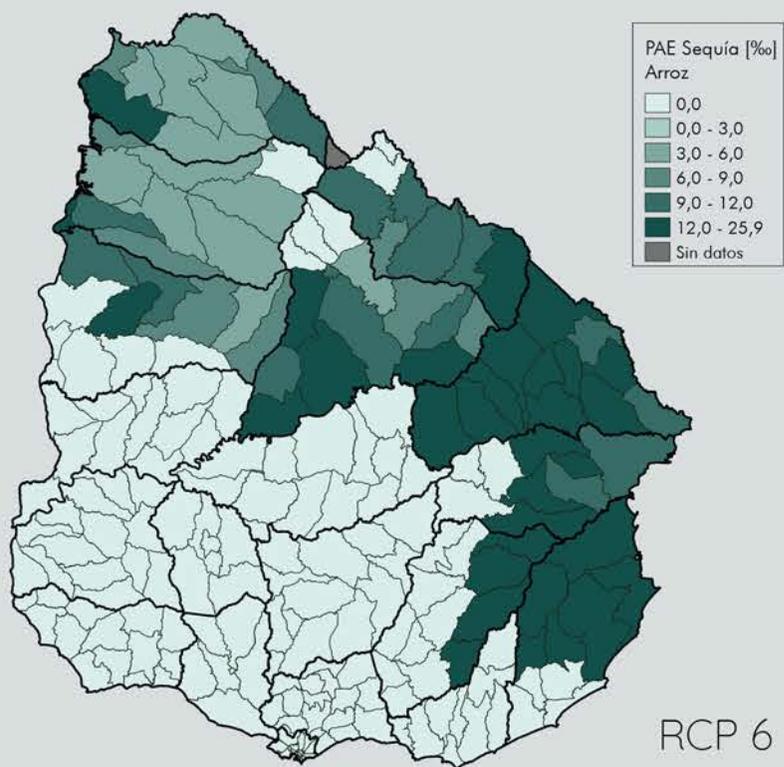
"Arroz" flickr foto por Manel <https://flickr.com/photos/manel/2805789798>. Licencia Creative Commons (BY-ND)



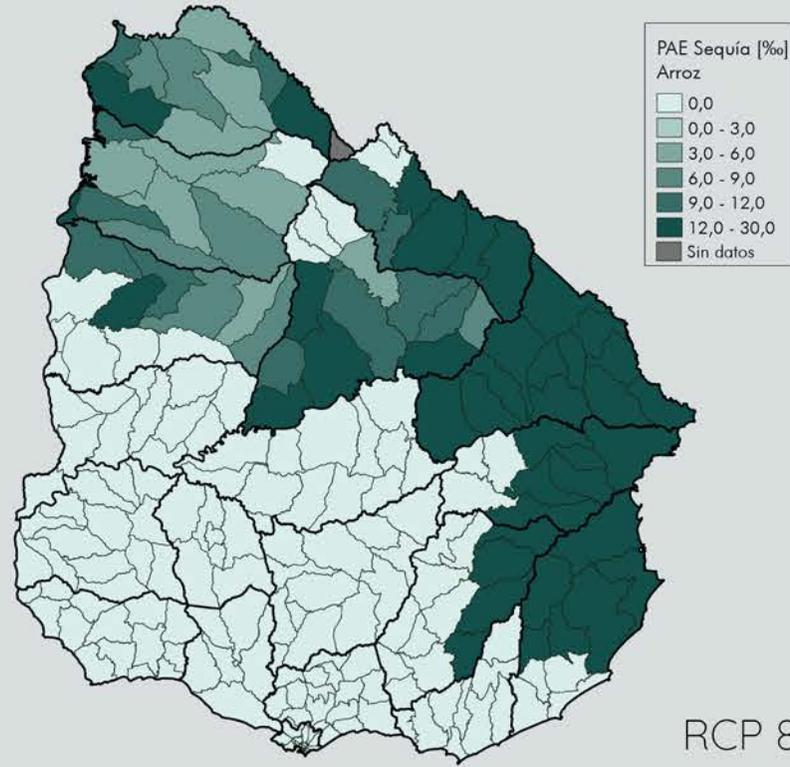
RCP 2.6



RCP 4.5

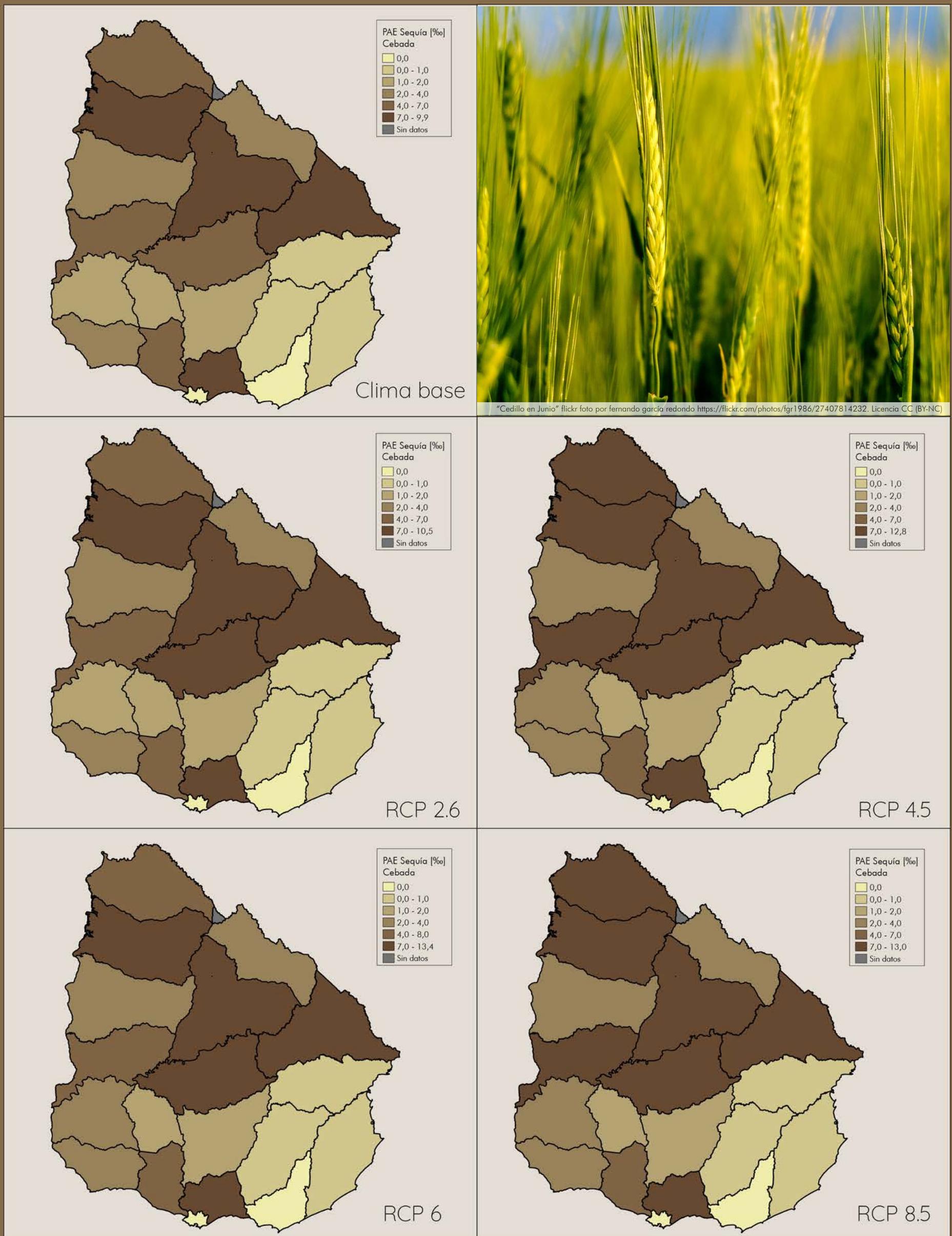


RCP 6

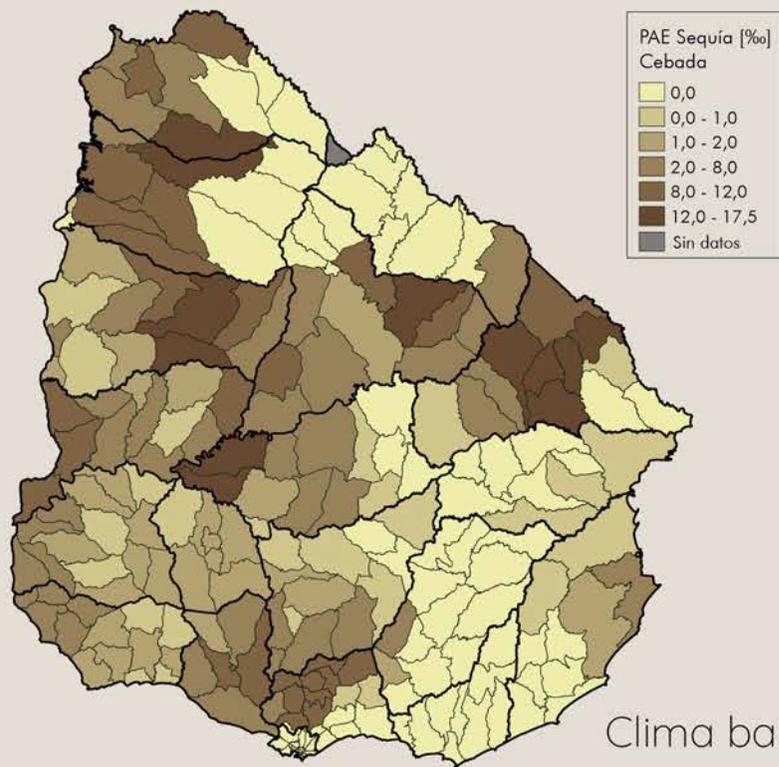


RCP 8.5

Mapa 33. PAE [%] por sequía. Cultivos de arroz por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático



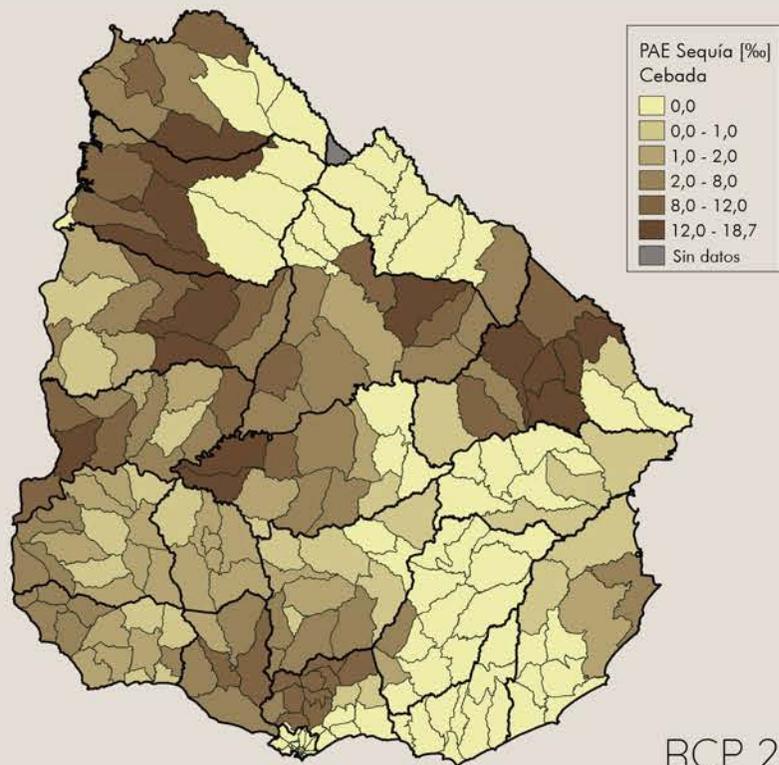
Mapa 34. PAE [%] por sequía. Cultivos de cebada por departamento para diferentes escenarios de cambio climático



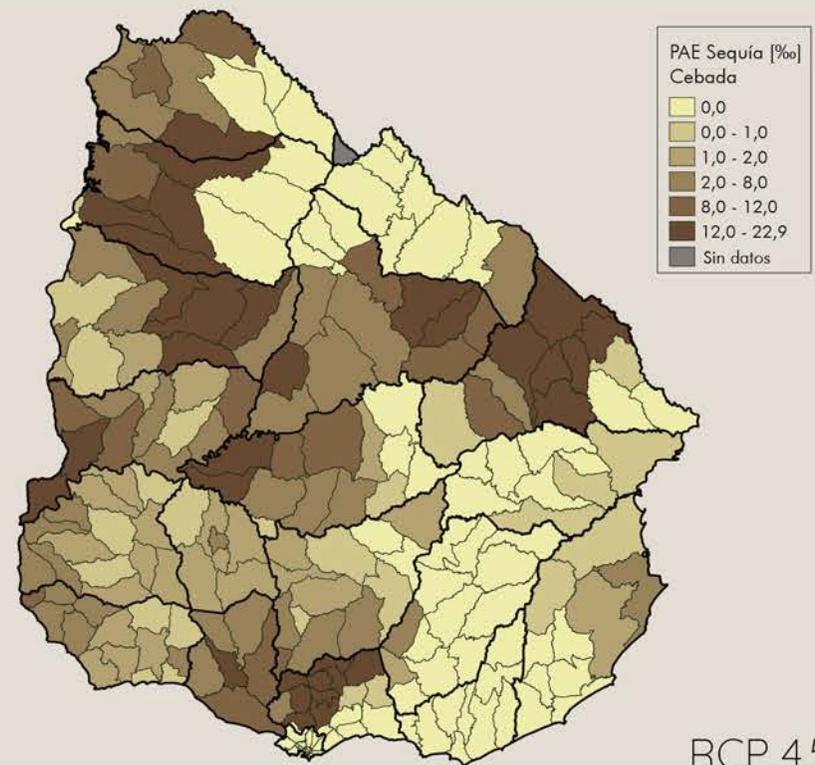
Clima base



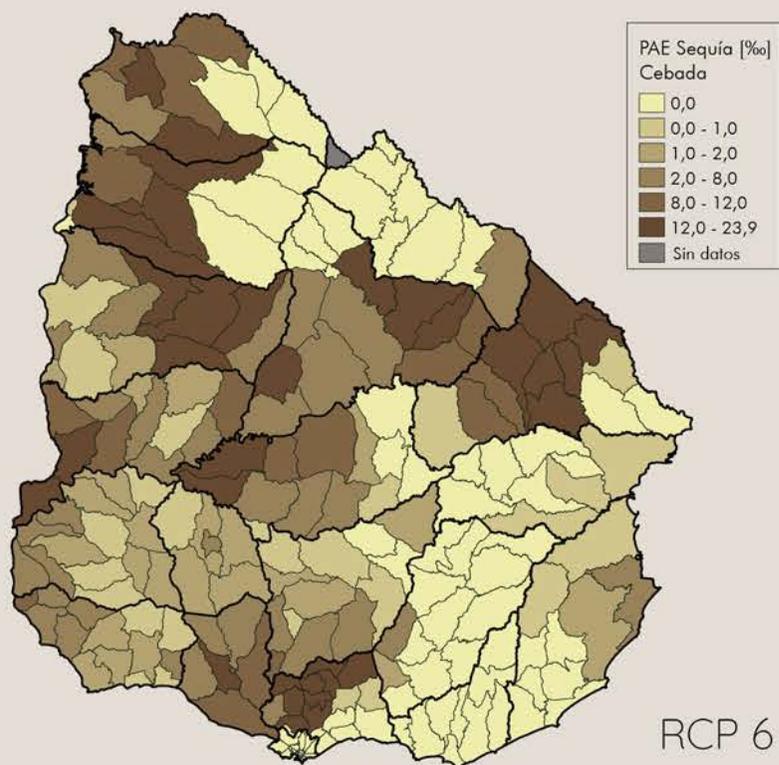
"cebada II" flickr photo by Ana\_Rey <https://flickr.com/photos/anarey/7146559755>. Licencia Creative Commons (BY-SA)



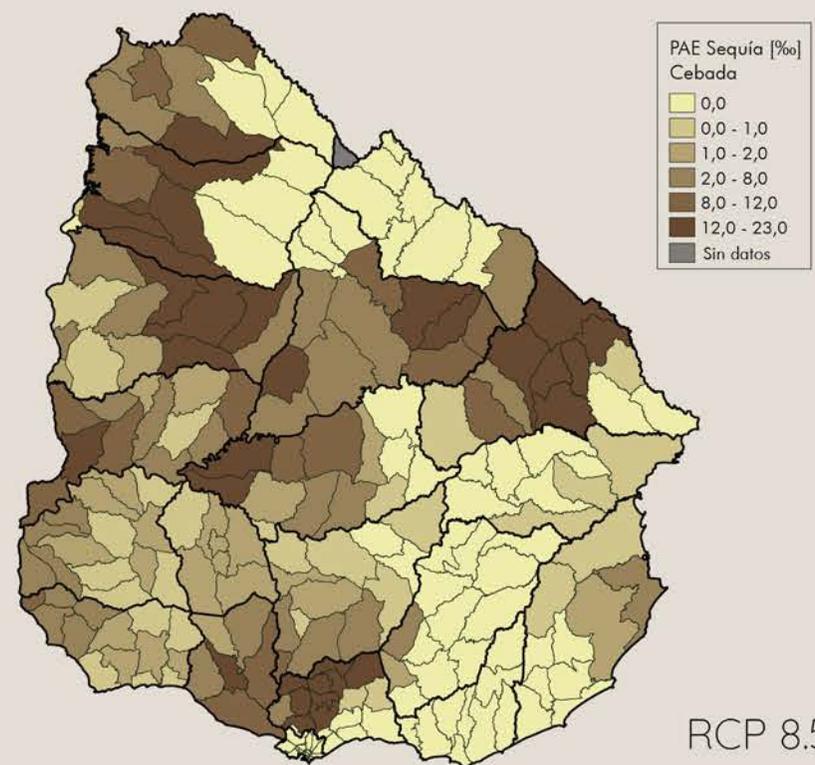
RCP 2.6



RCP 4.5

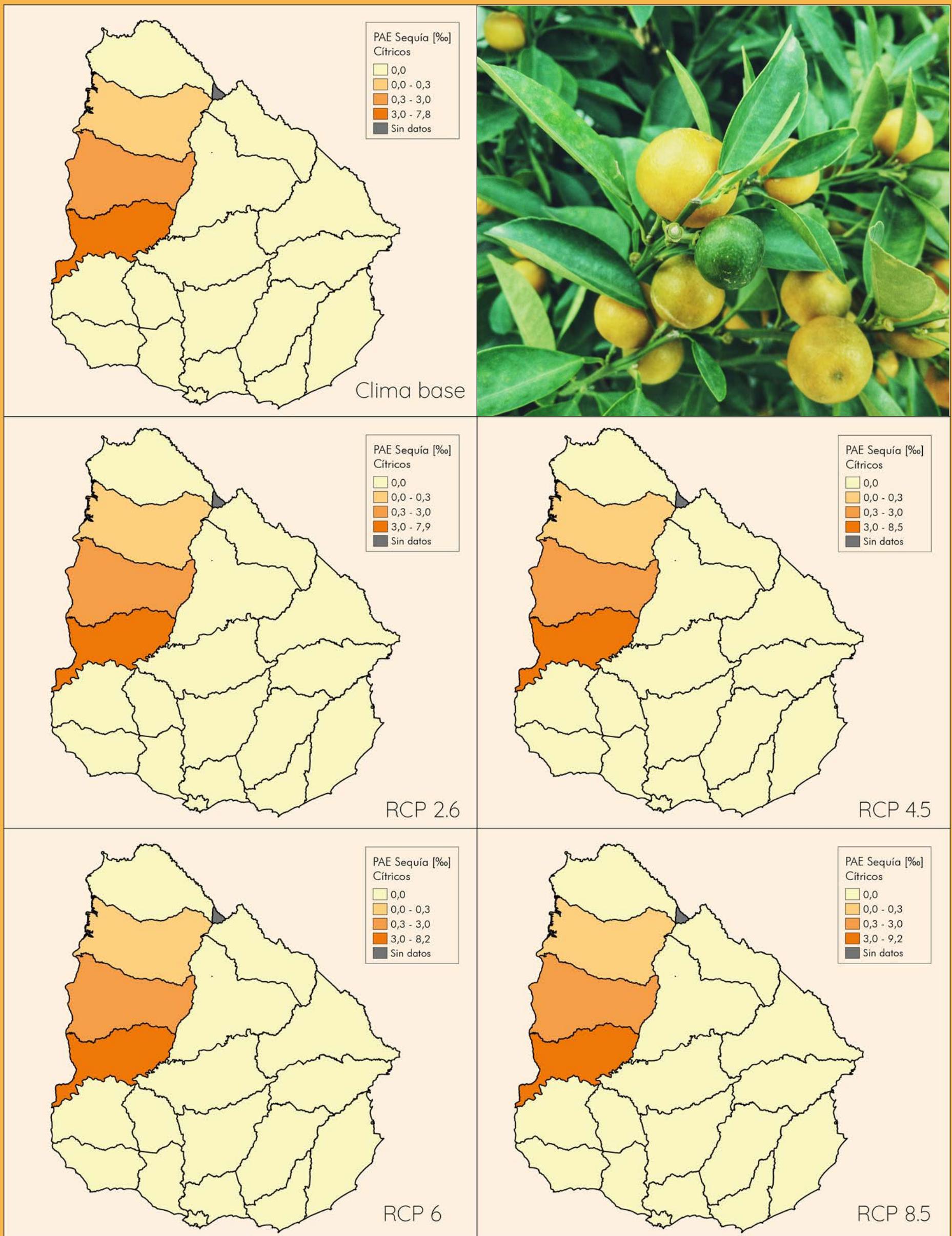


RCP 6

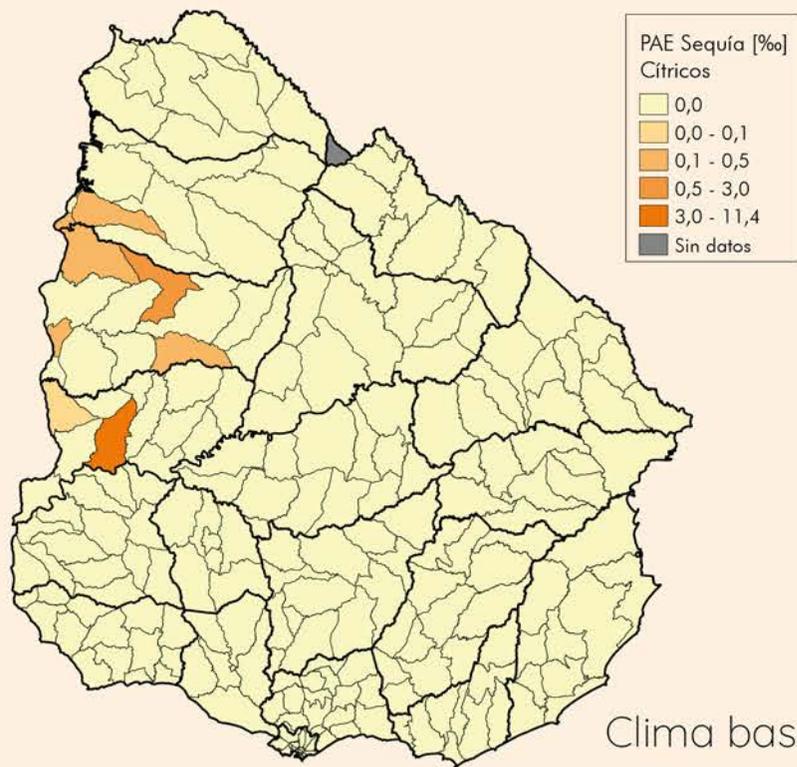


RCP 8.5

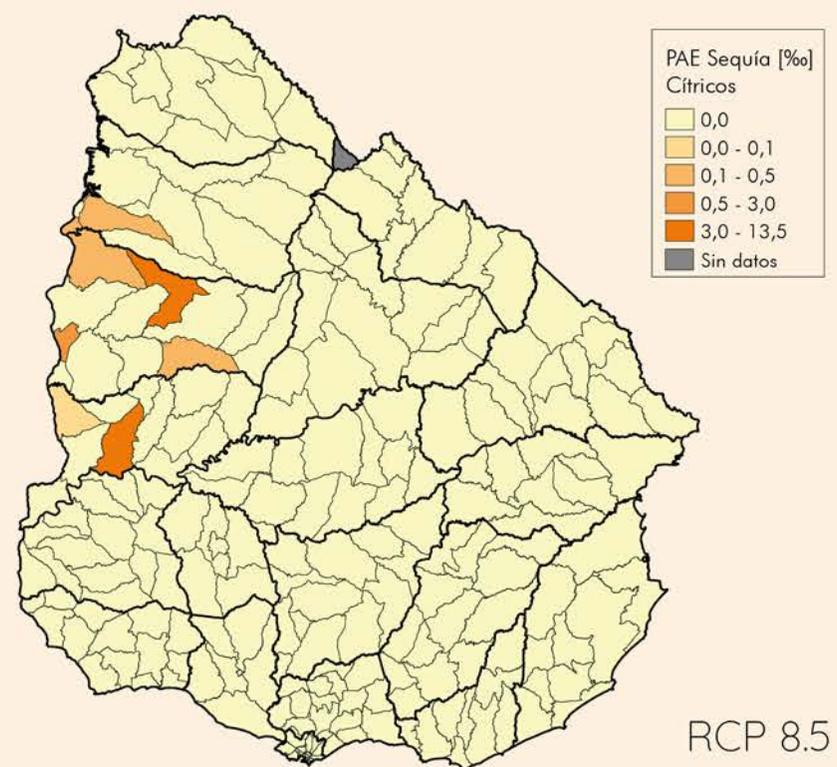
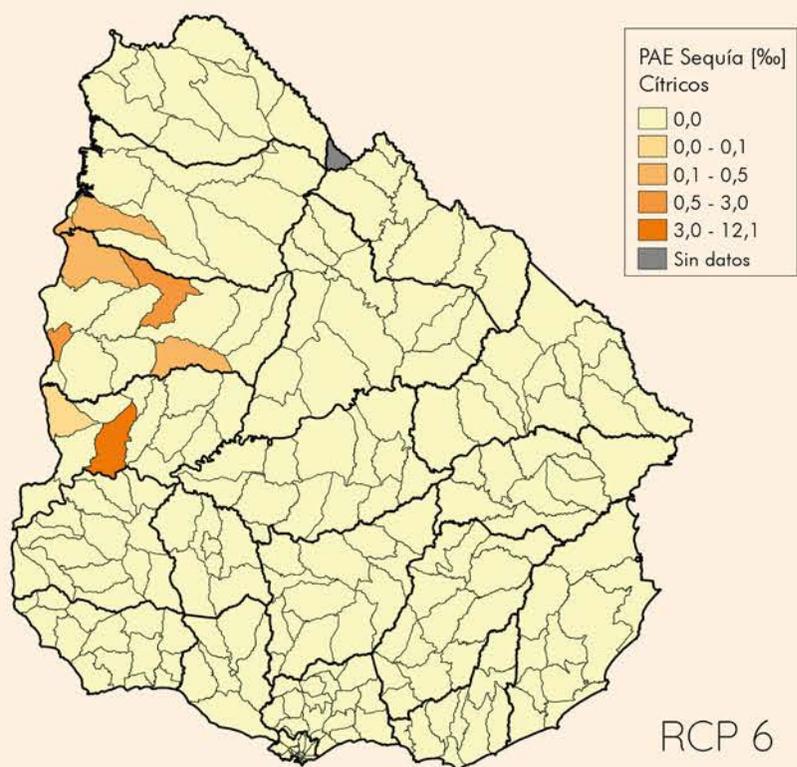
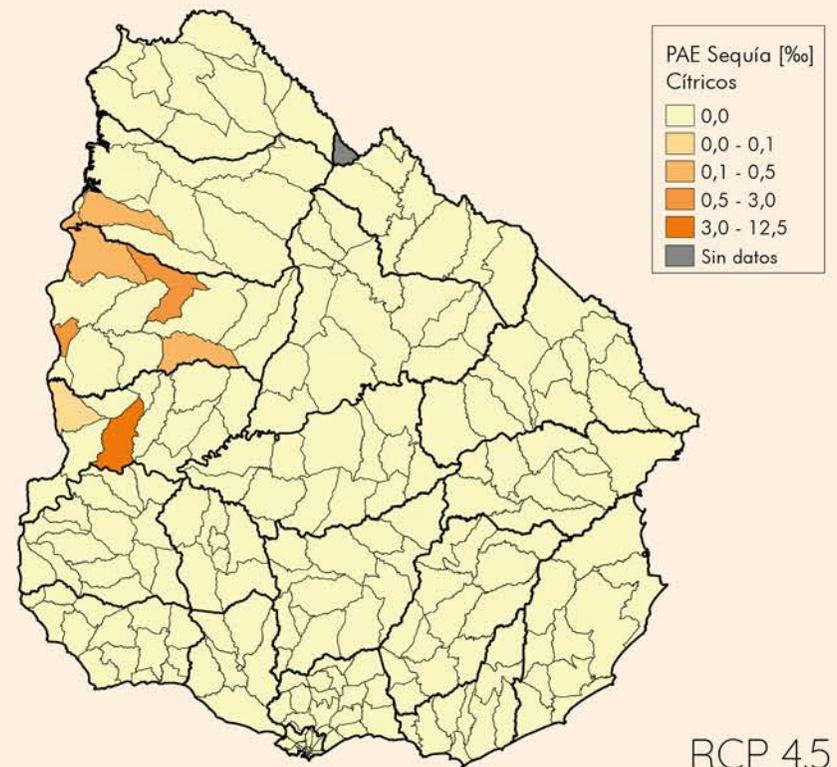
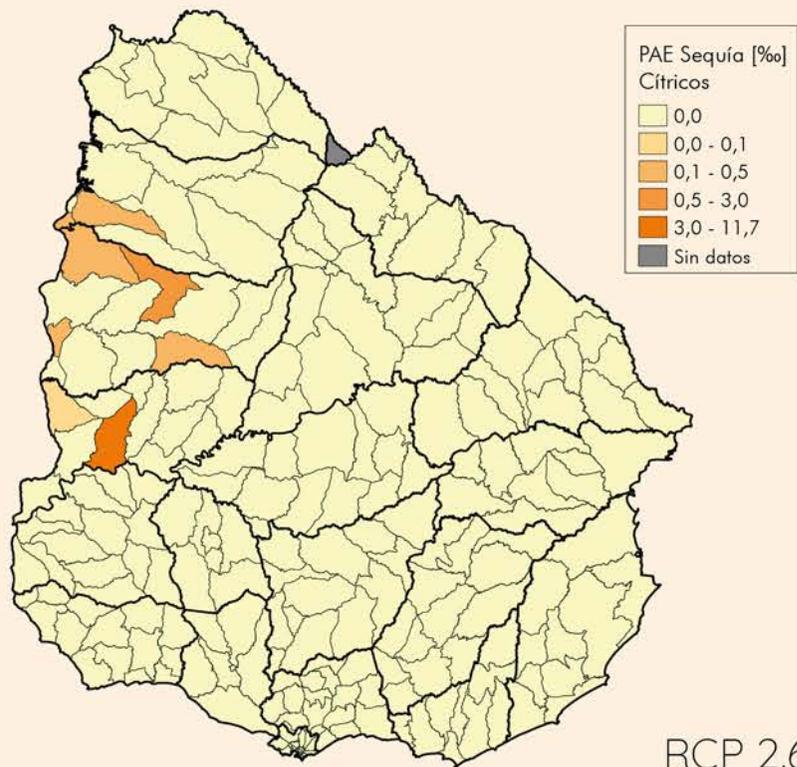
Mapa 35. PAE [%] por sequía. Cultivos de cebada por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático



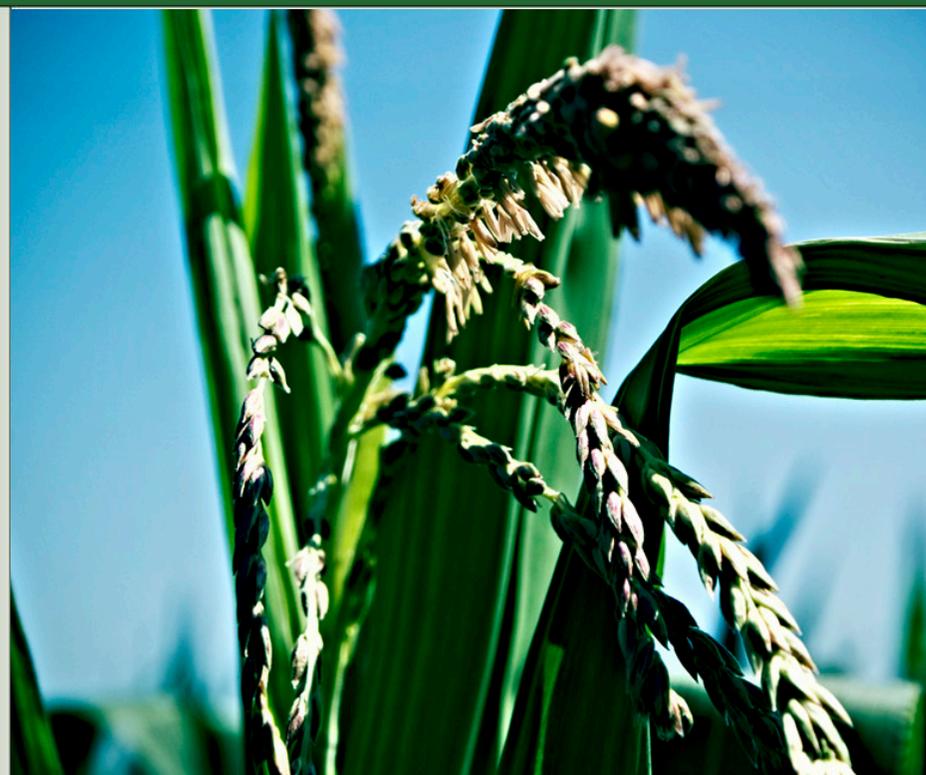
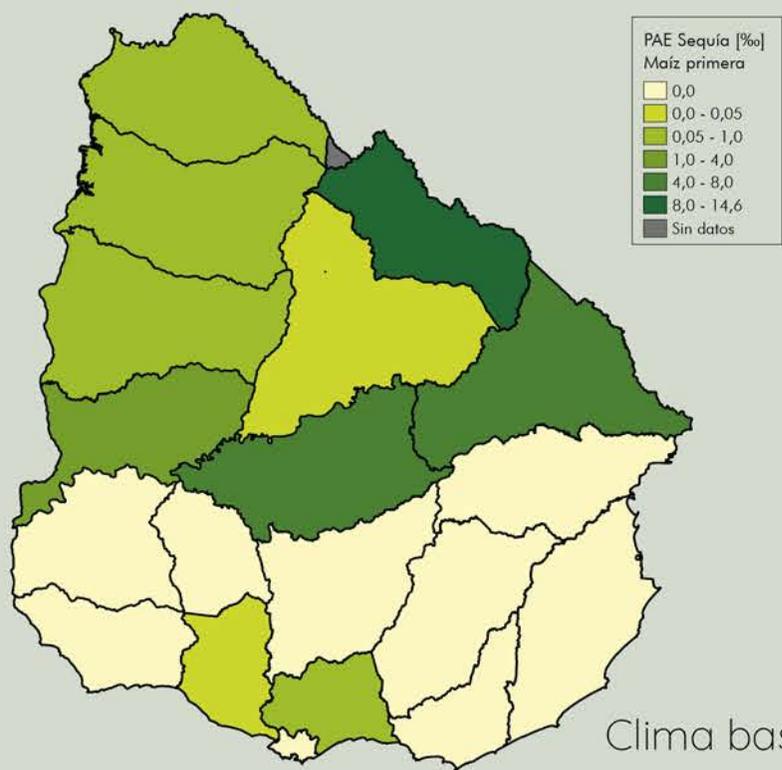
Mapa 36. PAE [%] por sequía. Cultivos de cítricos por departamento para diferentes escenarios de cambio climático



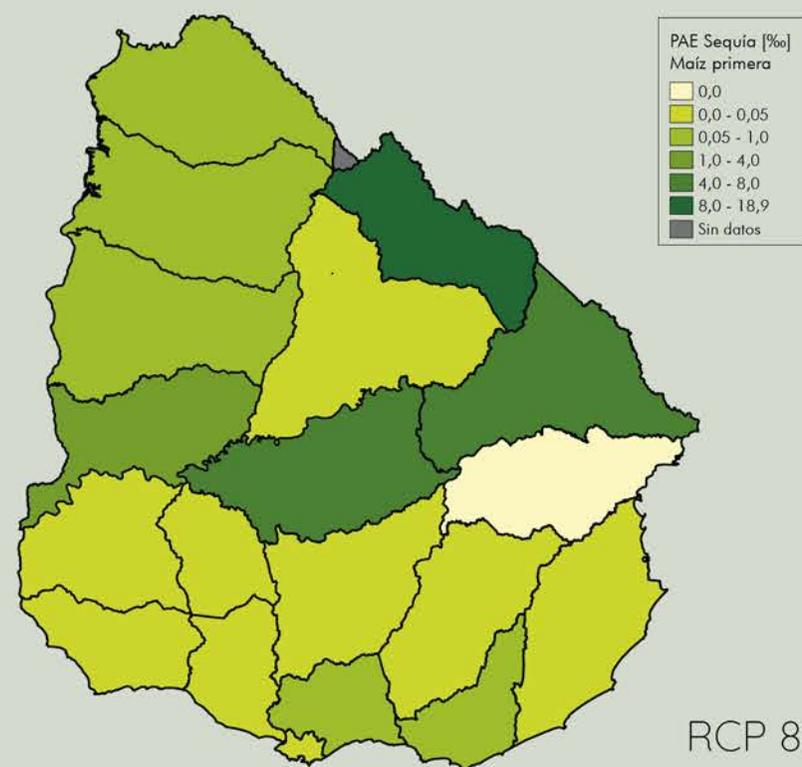
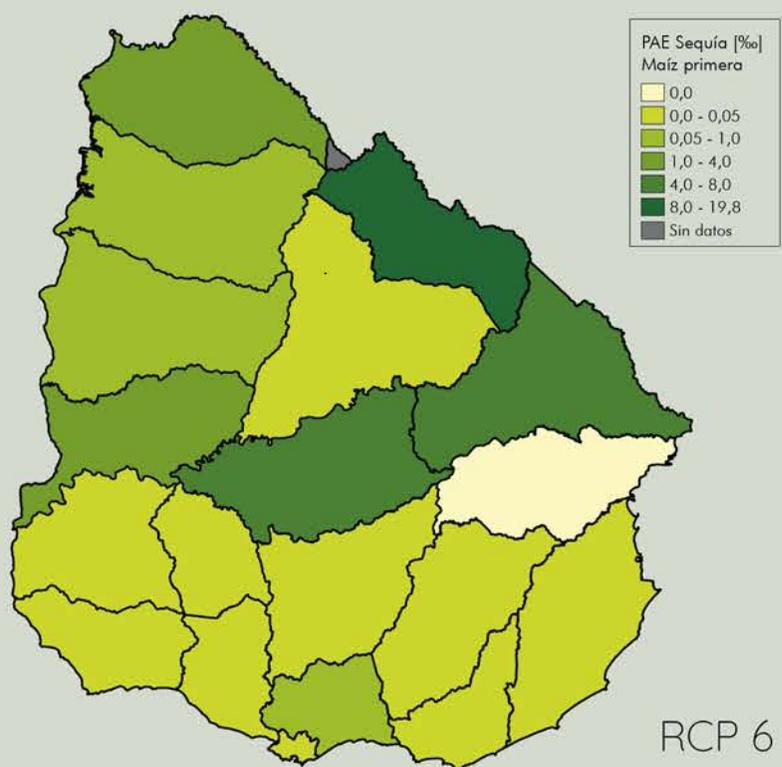
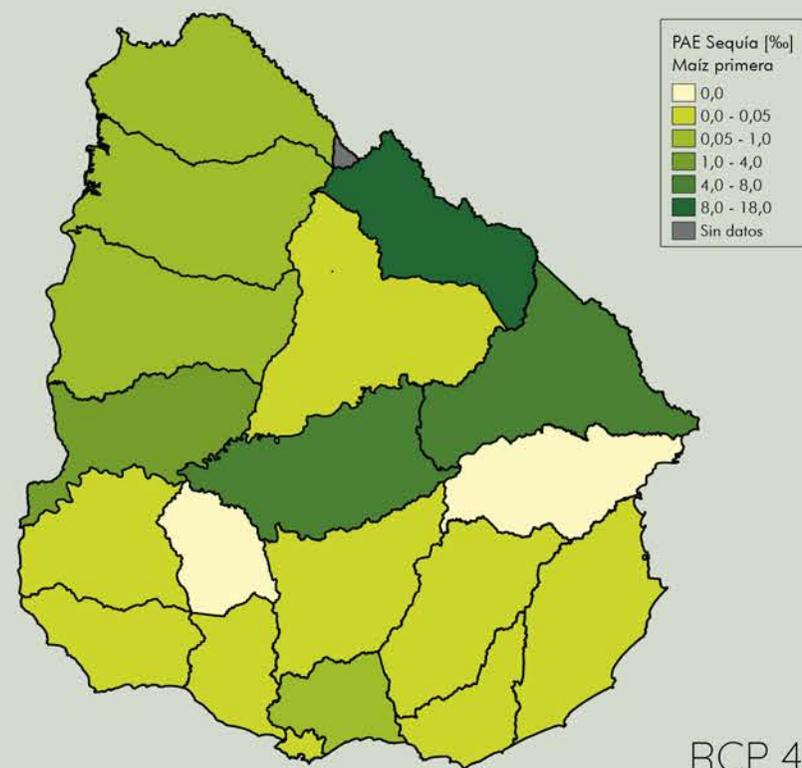
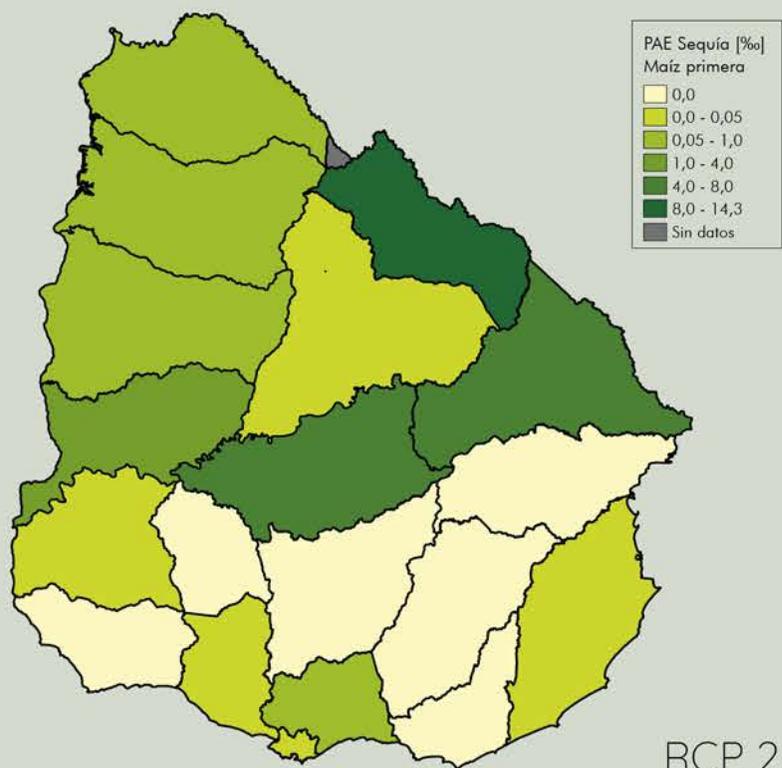
"Naranjas" flickr foto por benedilola <https://flickr.com/photos/benedilola/2581550052>. Licencia Creative Commons (BY-NC-ND)



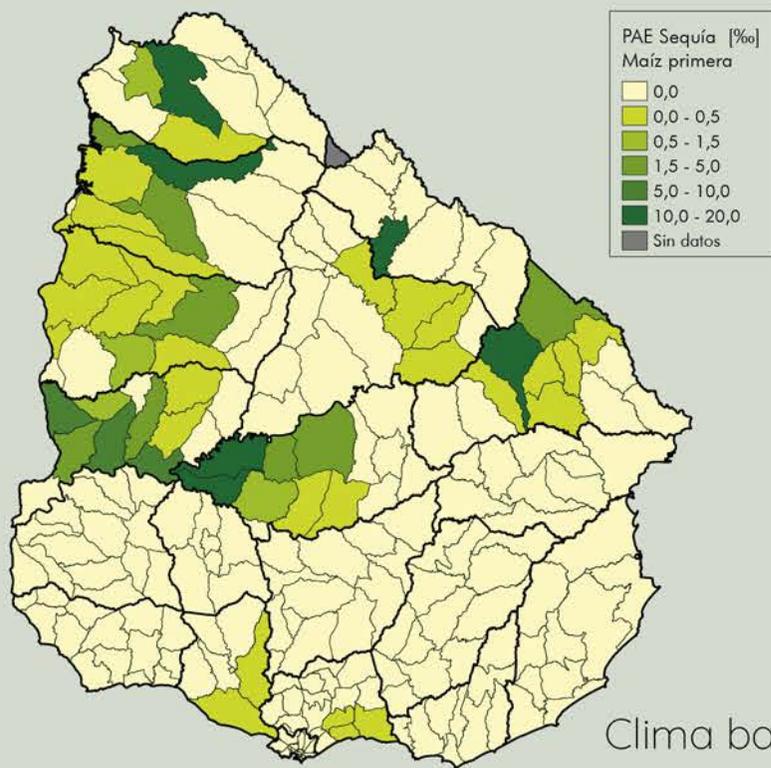
Mapa 37. PAE [%] por sequía. Cultivos de cítricos por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático



"Granos" flickr foto por joaquincorbalan <https://flickr.com/photos/joaquincorbalan/2603252547>. Licencia CC (BY-NC)



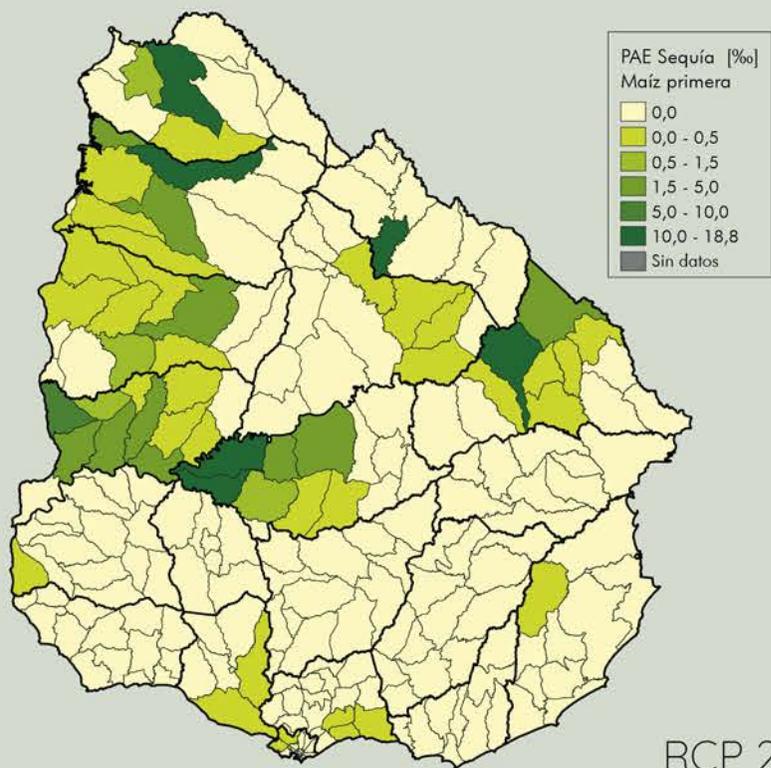
Mapa 38. PAE [%] por sequía. Cultivos de maíz primera por departamento para diferentes escenarios de cambio climático



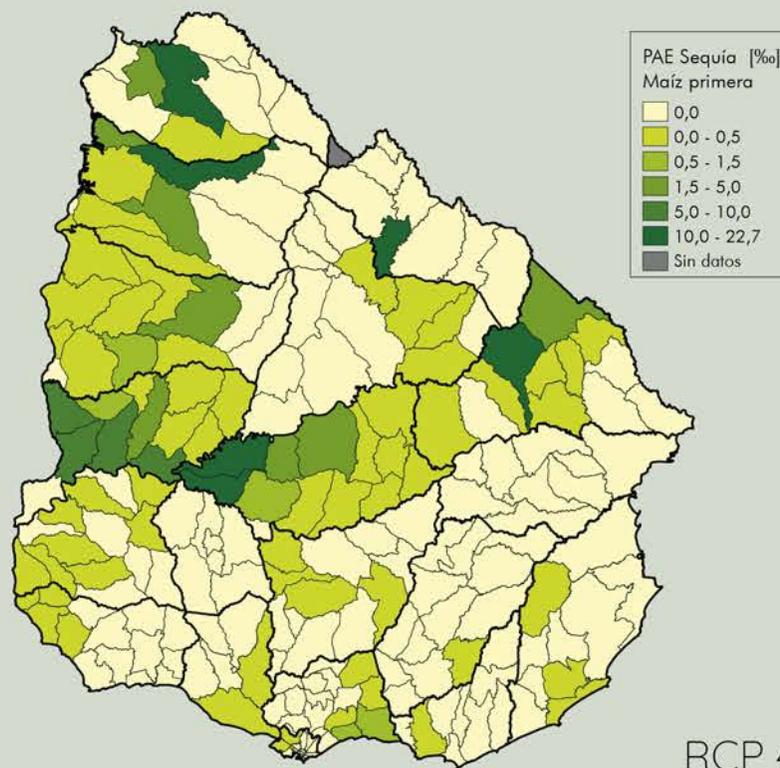
Clima base



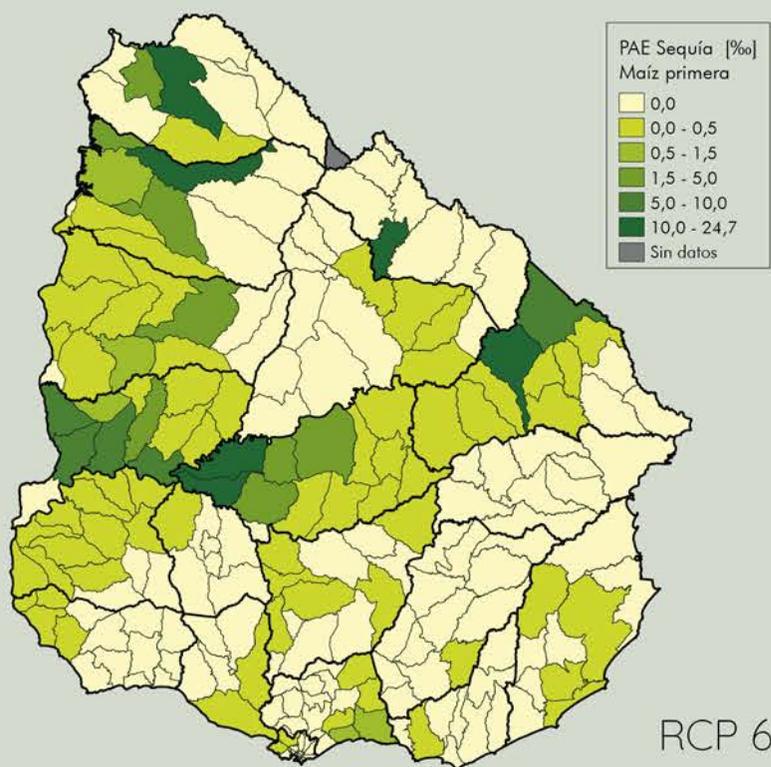
"Maíz" flickr foto por Munigarro [https://flickr.com/photos/manuel\\_unigarro/27947511343](https://flickr.com/photos/manuel_unigarro/27947511343). Licencia Creative Commons (BY)



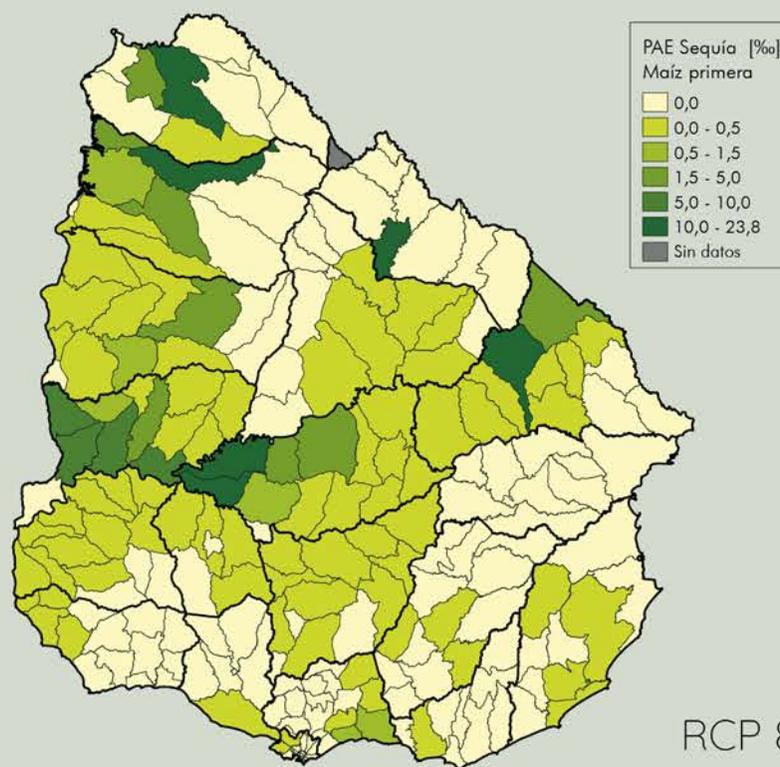
RCP 2.6



RCP 4.5

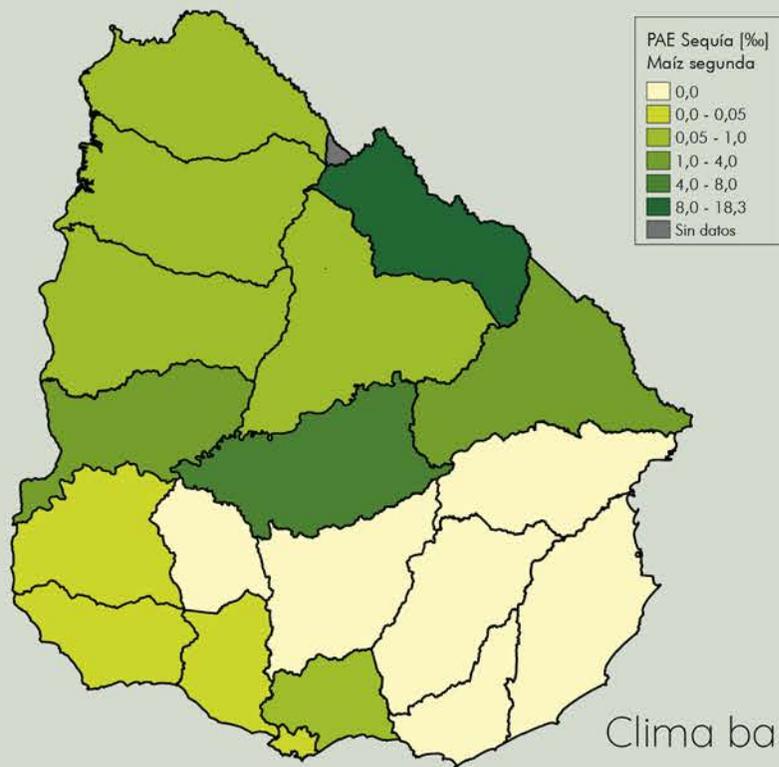


RCP 6



RCP 8.5

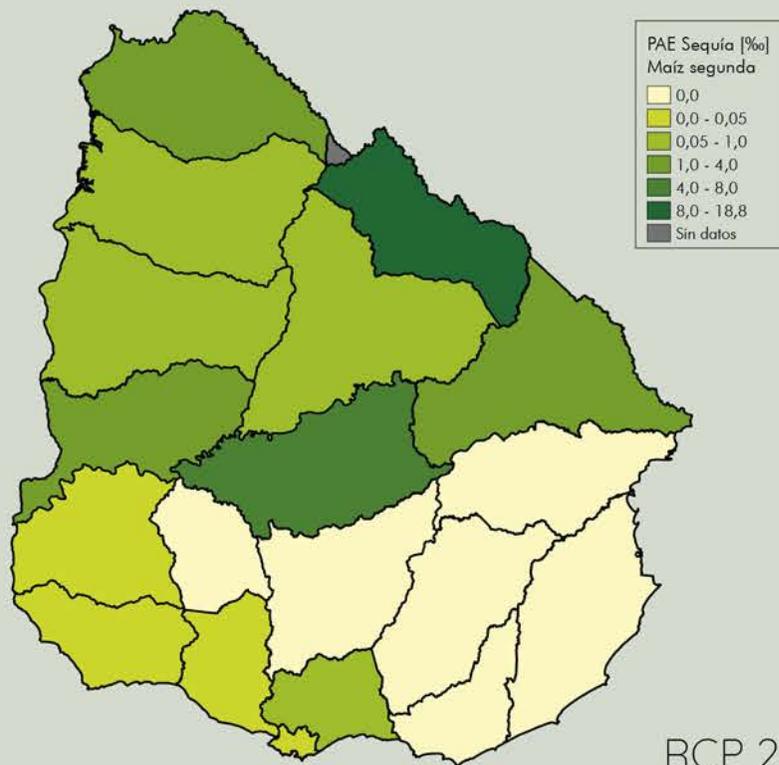
Mapa 39. PAE [%] por sequía. Cultivos de maíz primera por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático



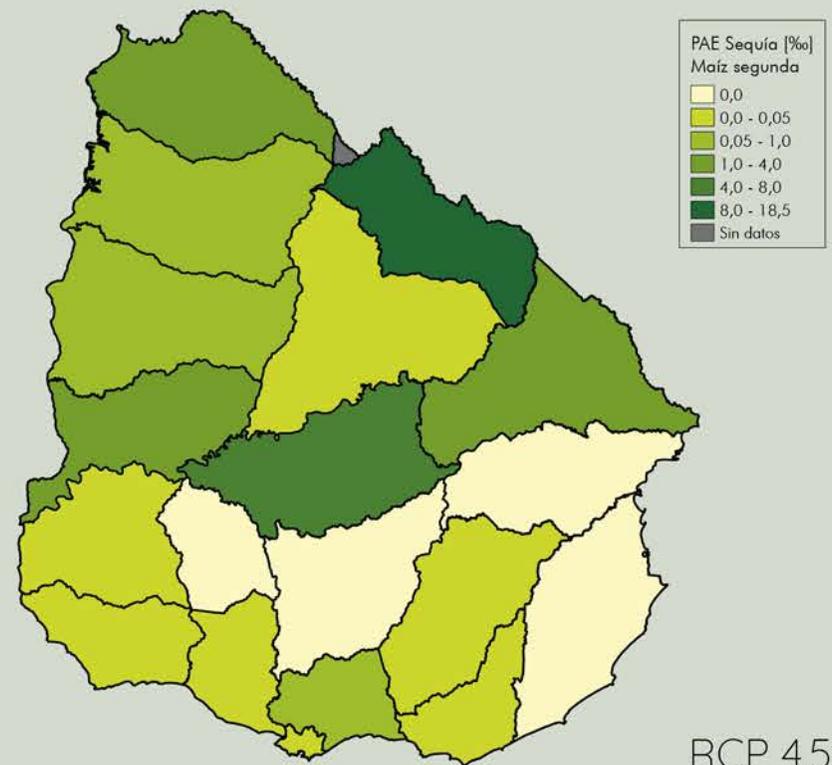
Clima base



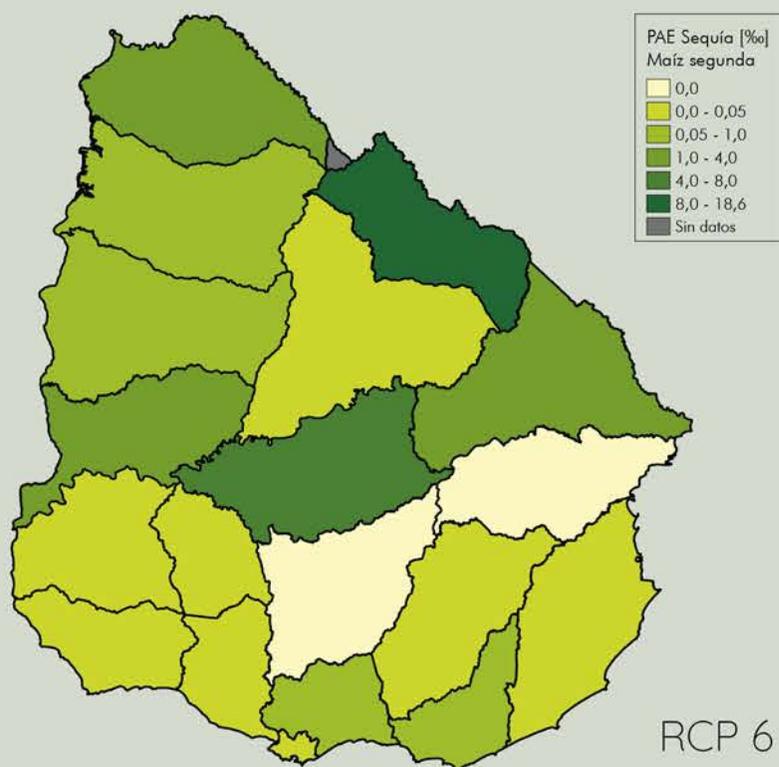
"Maíz" flickr foto por chilangoco <https://flickr.com/photos/chilangoco/16189283831>. Licencia Creative Commons (BY-SA)



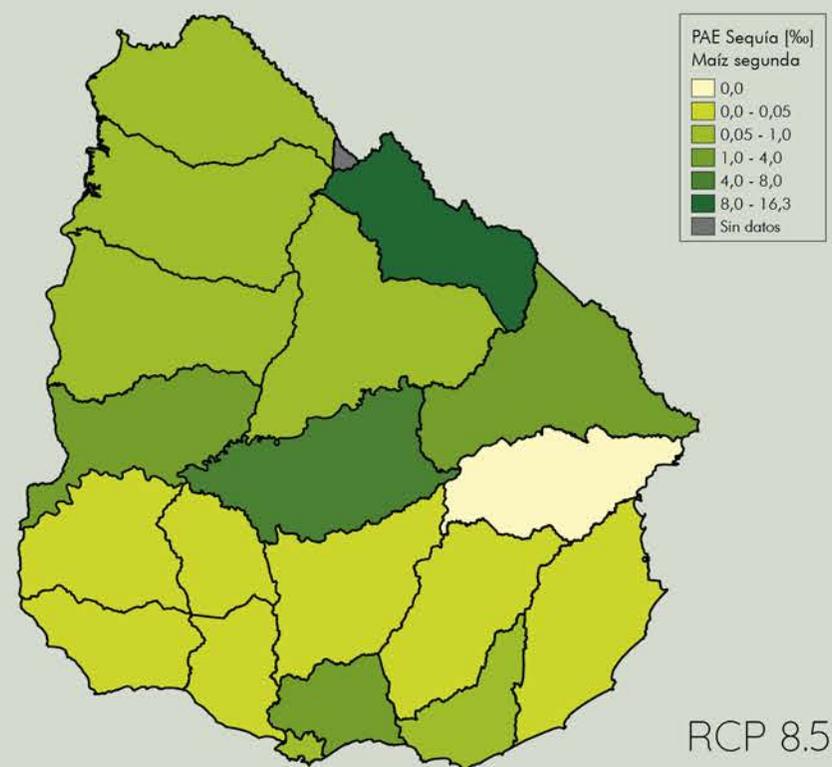
RCP 2.6



RCP 4.5

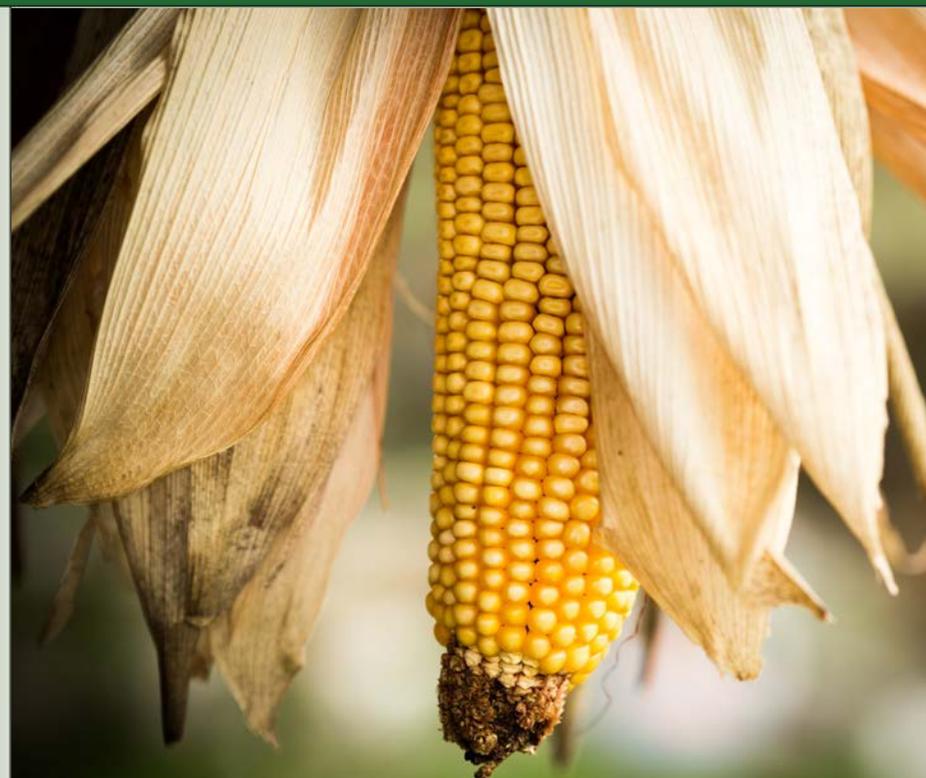
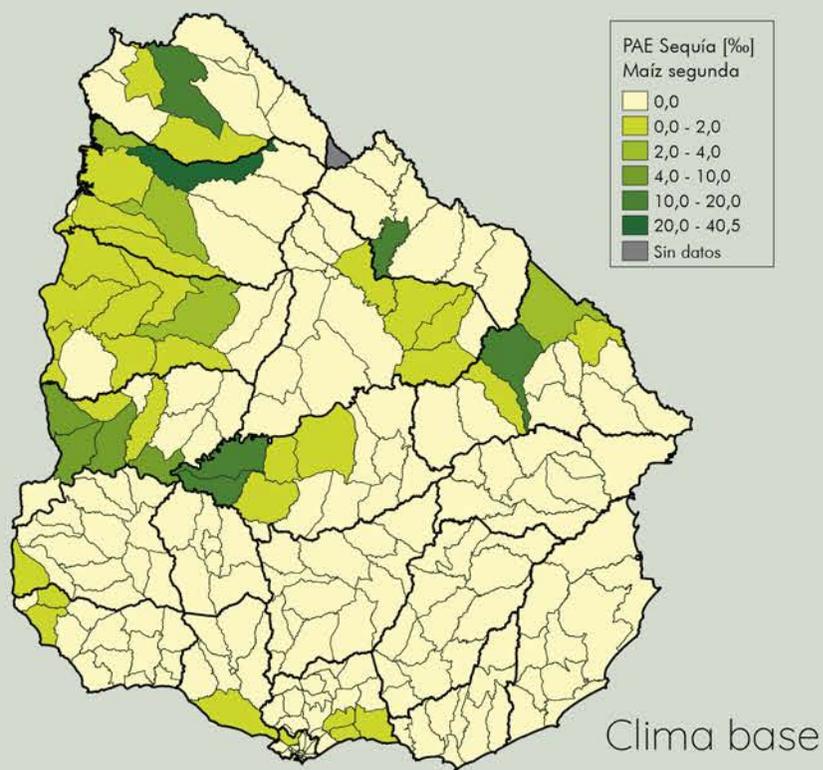


RCP 6

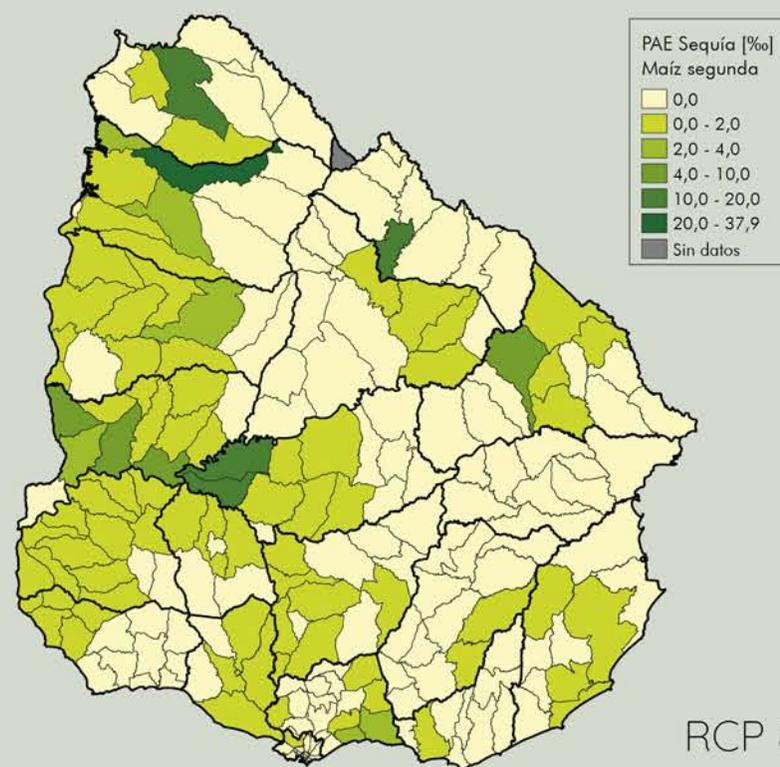
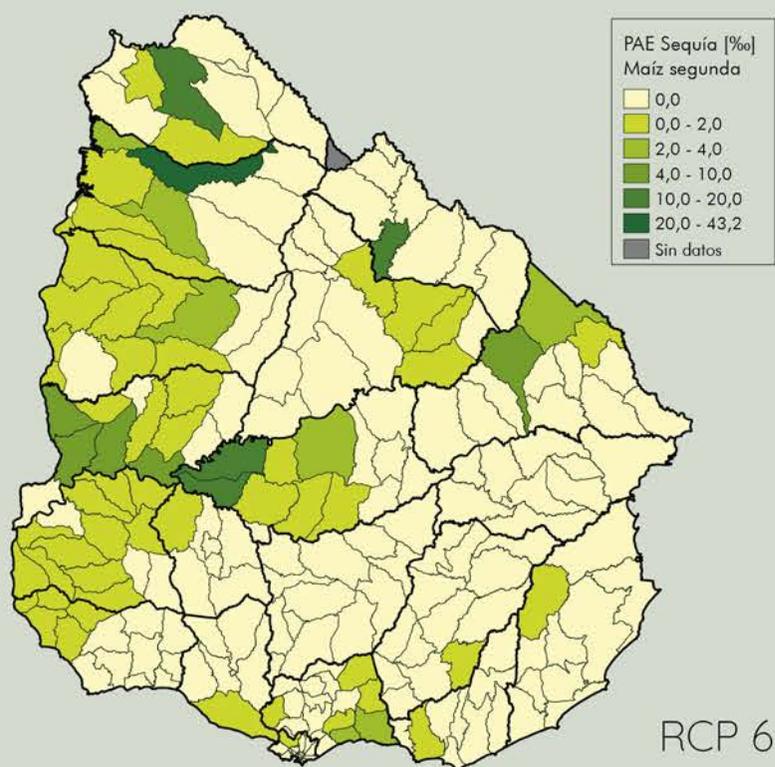
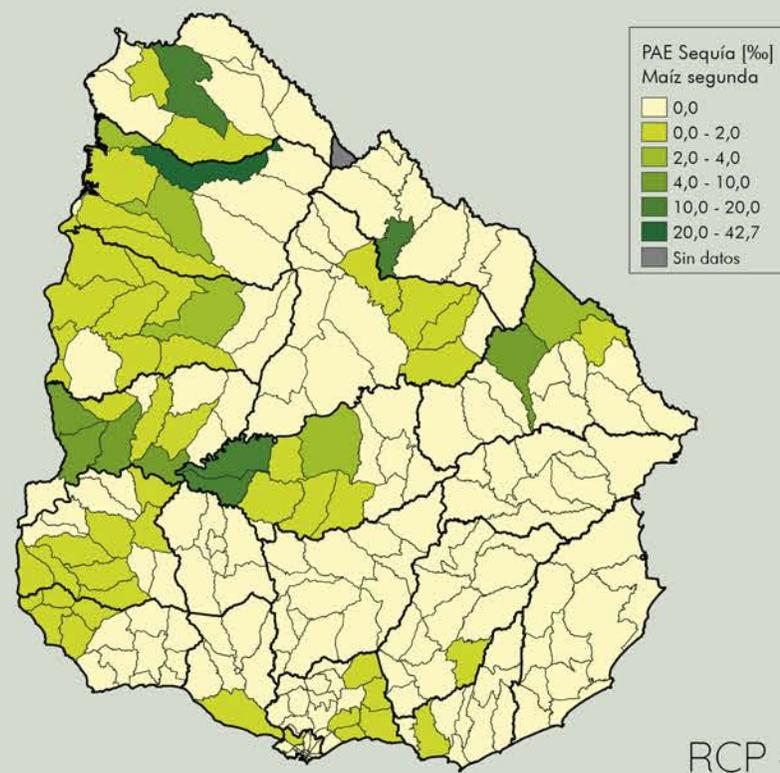
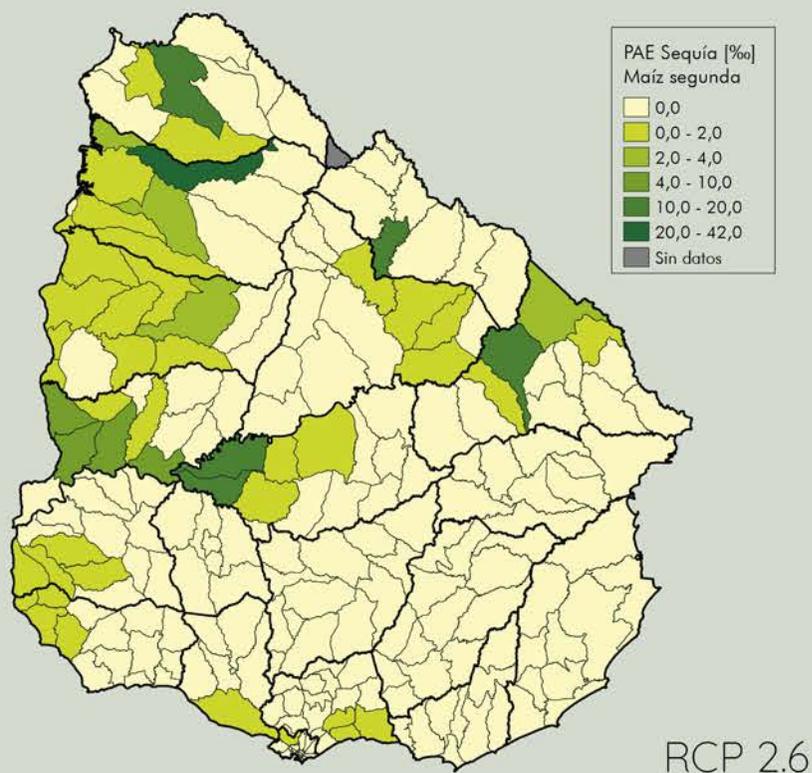


RCP 8.5

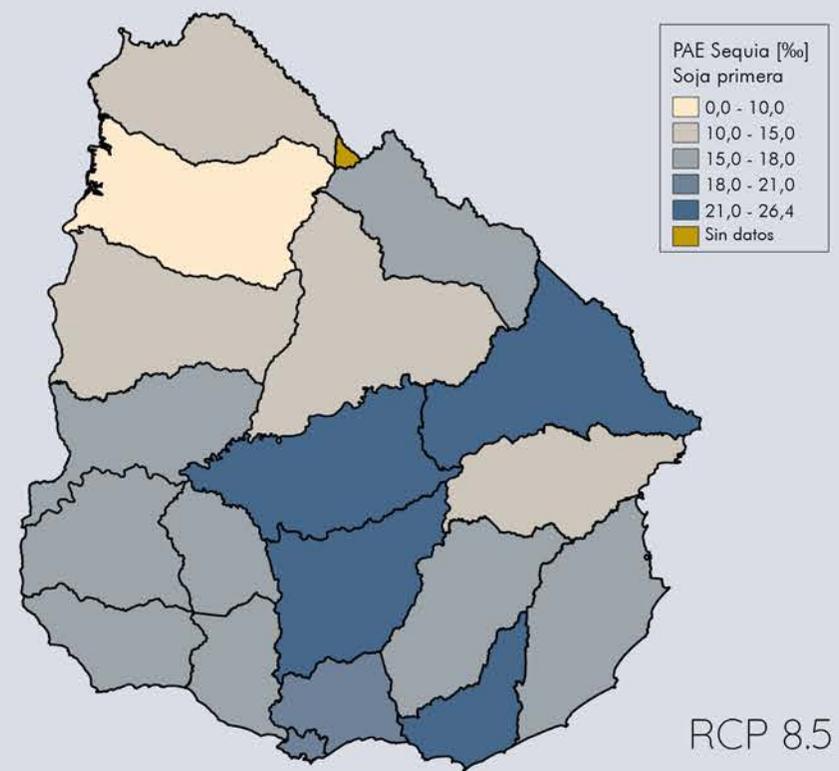
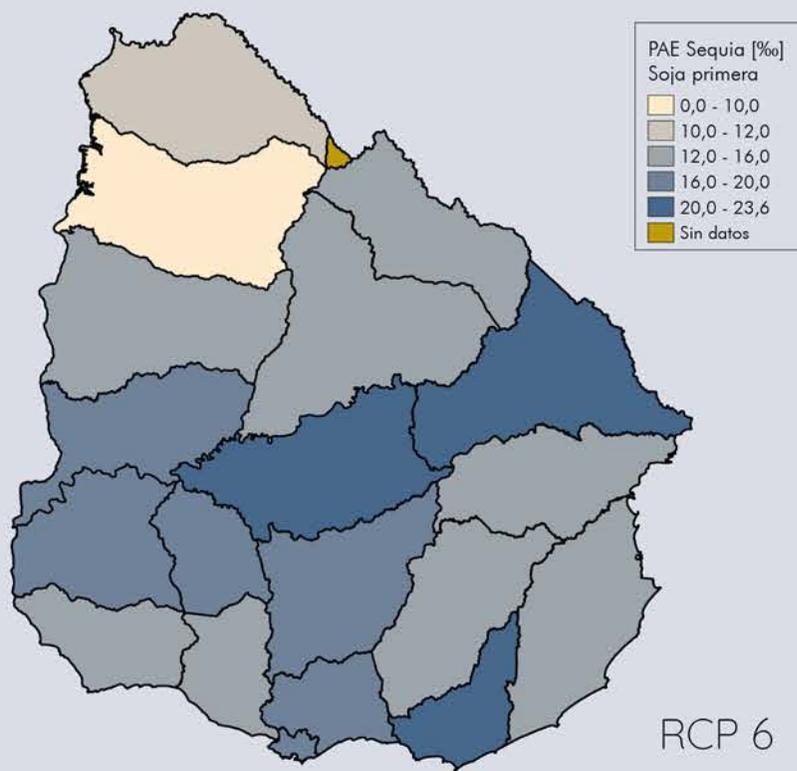
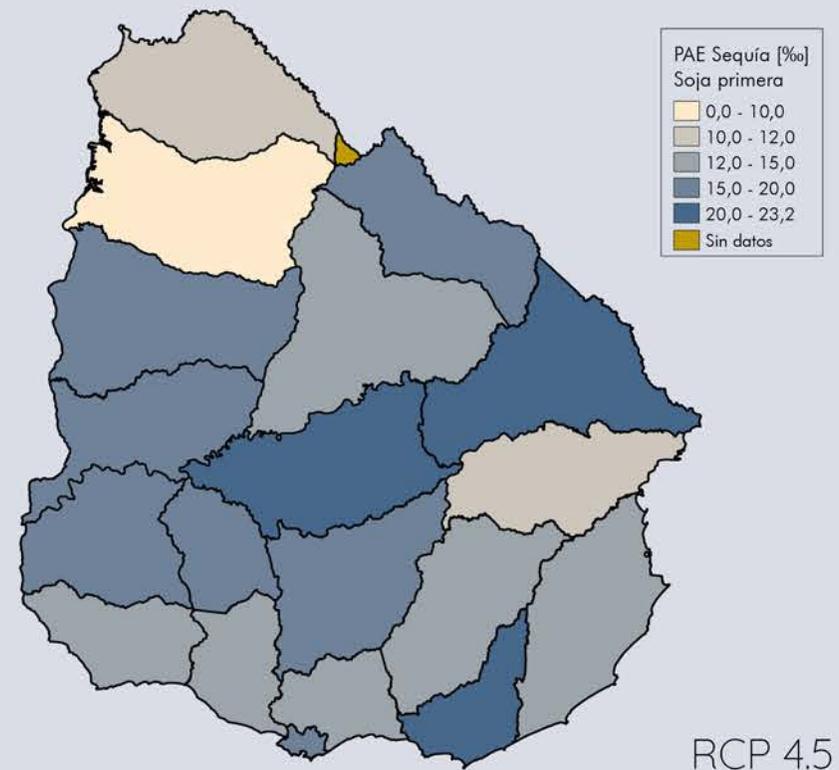
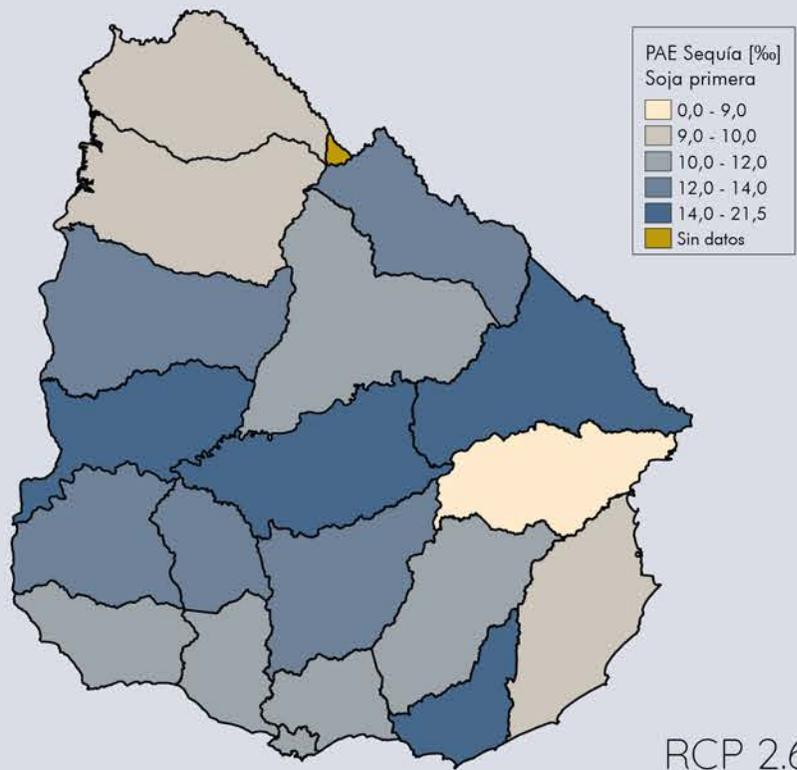
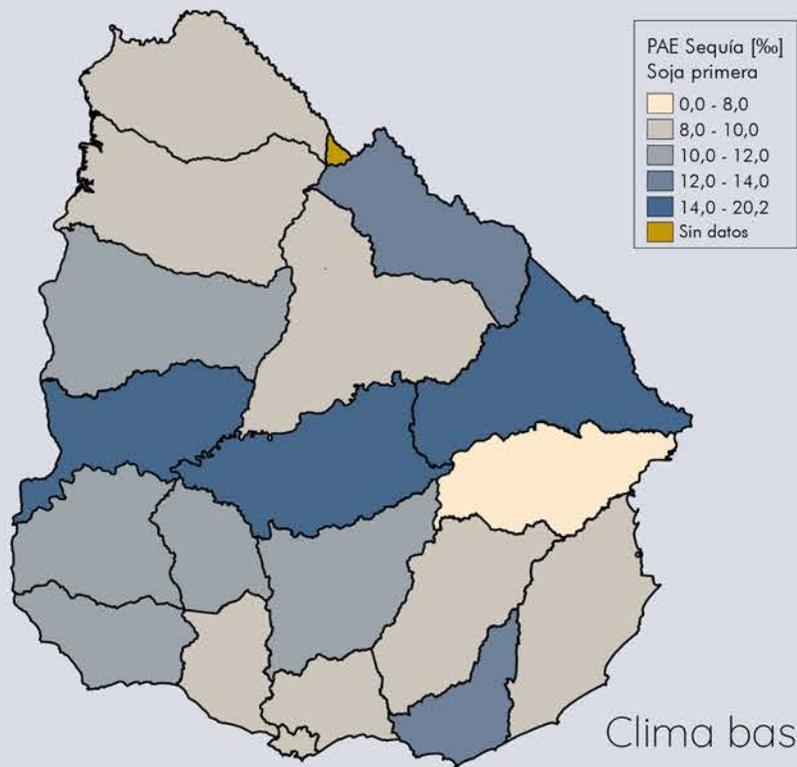
Mapa 40. PAE [%] por sequía. Cultivos de maíz segunda por departamento para diferentes escenarios de cambio climático



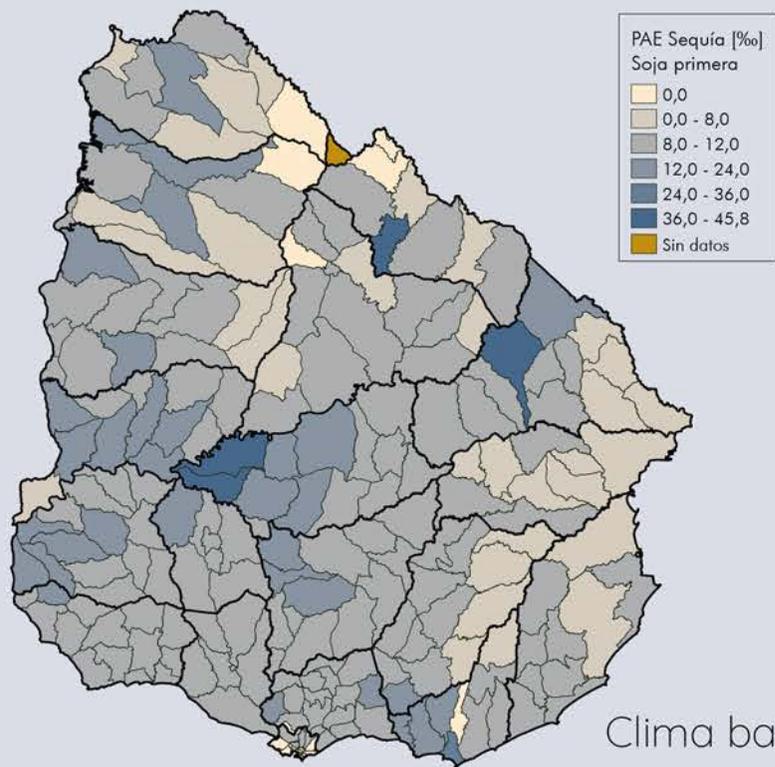
"MAZORCA" flickr foto por ERREACHE <https://flickr.com/photos/errederubio/32611824253>. Licencia CC (BY-NC-ND)



Mapa 41. PAE [%] por sequía. Cultivos de maíz segunda por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático



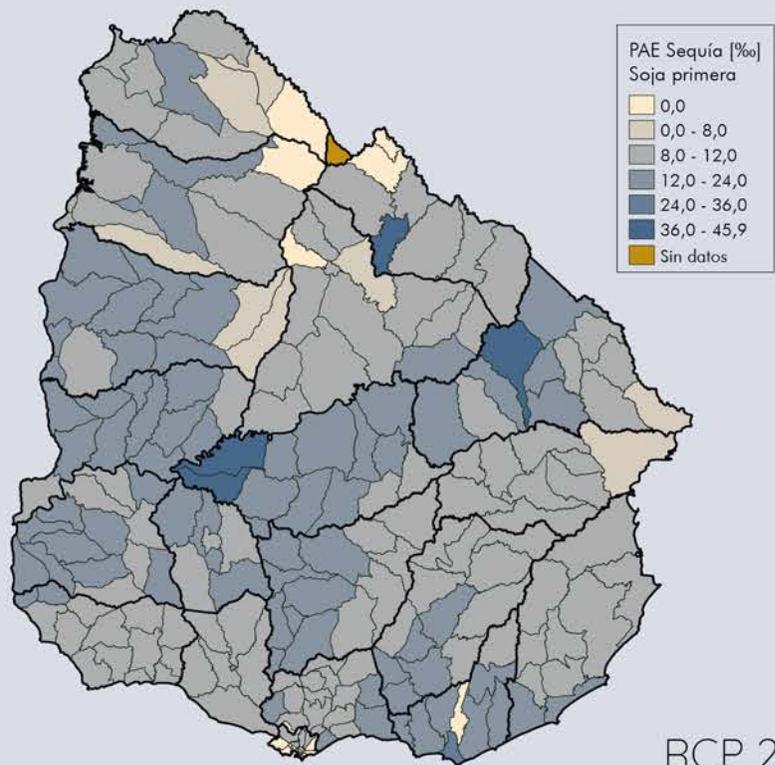
Mapa 42. PAE [%] por sequía. Cultivos de soja primera por departamento para diferentes escenarios de cambio climático



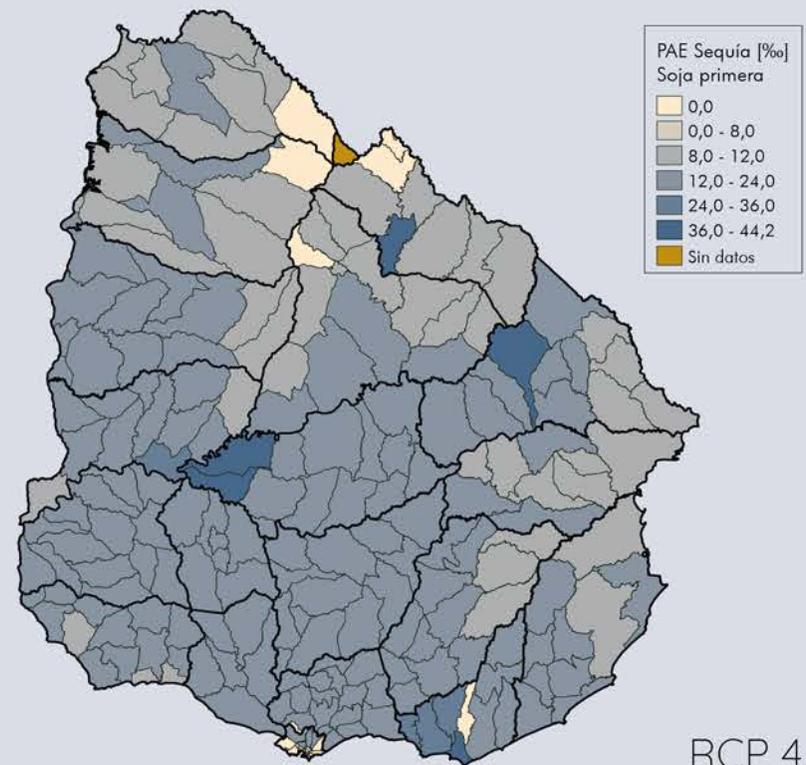
Clima base



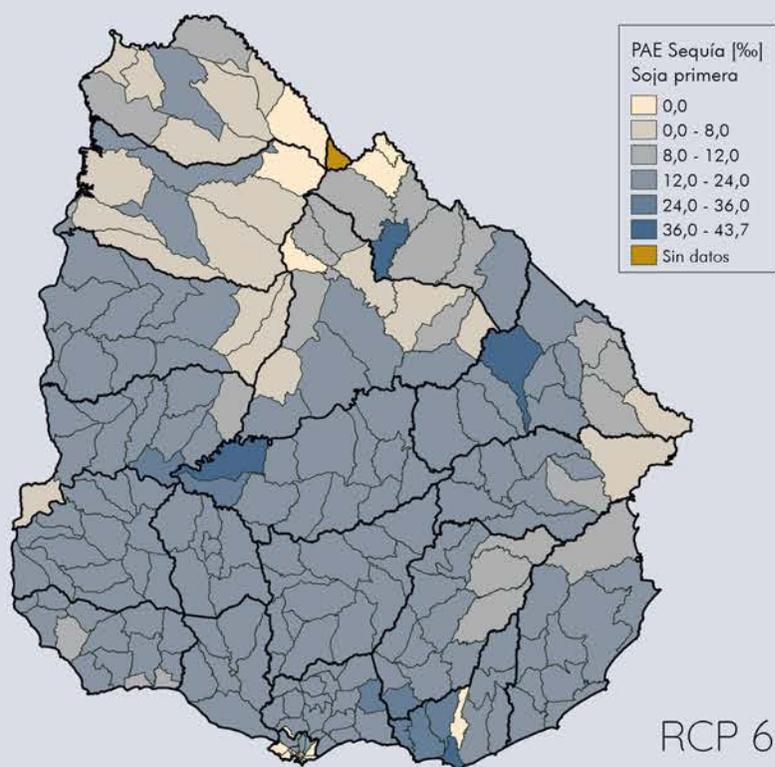
"Soja" flickr foto por Felipe Katsumata <https://flickr.com/photos/fkatsumata/3210651200>. Licencia Creative Commons (BY-NC)



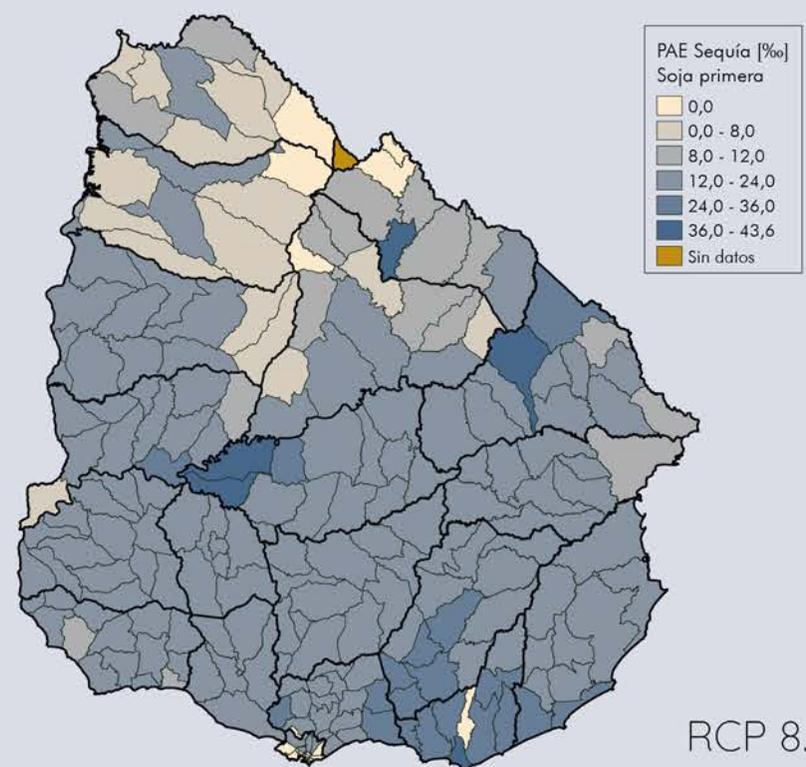
RCP 2.6



RCP 4.5

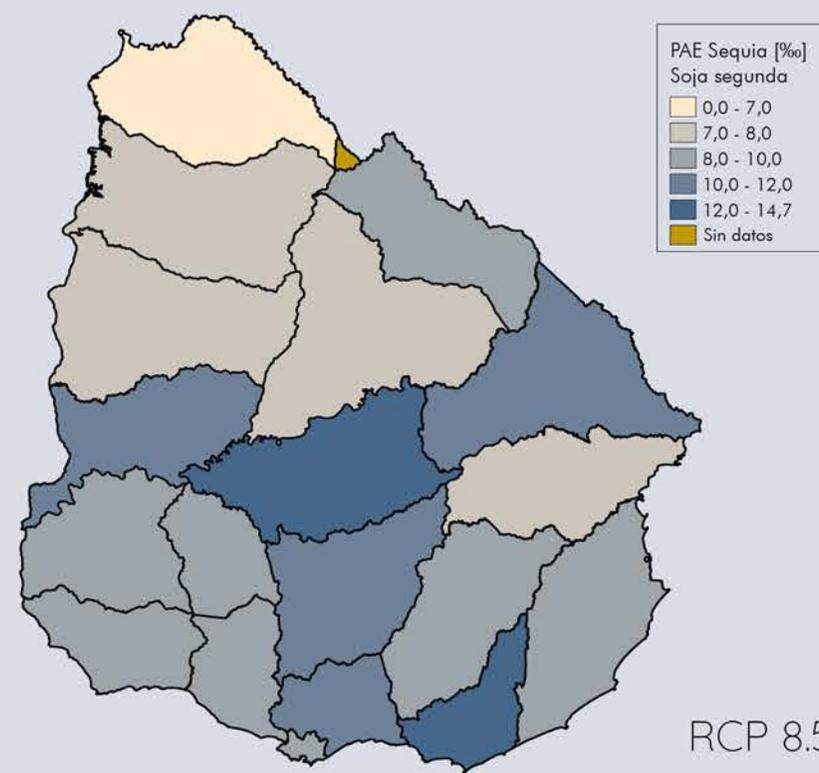
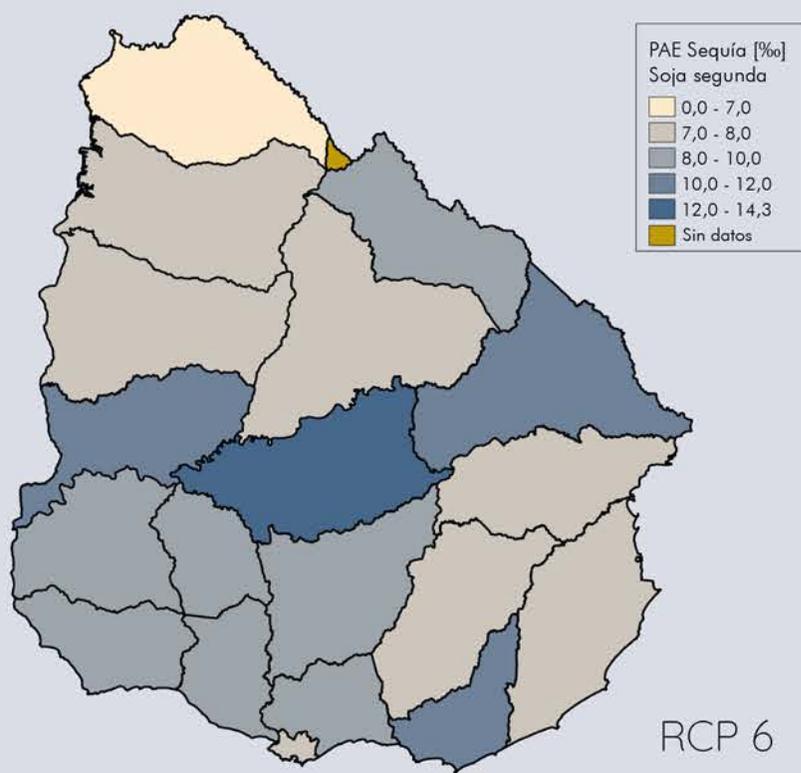
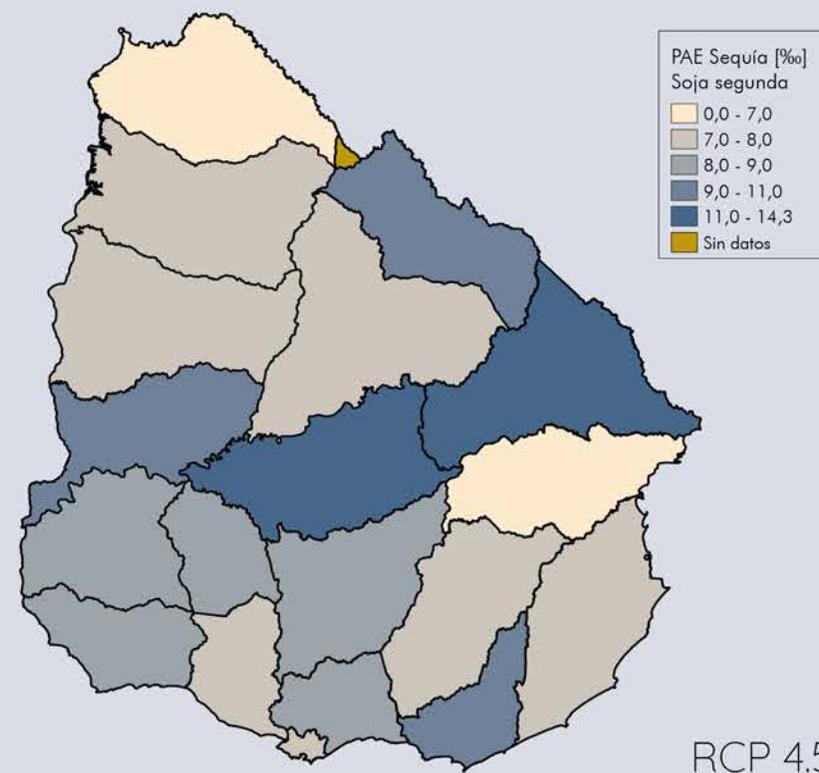
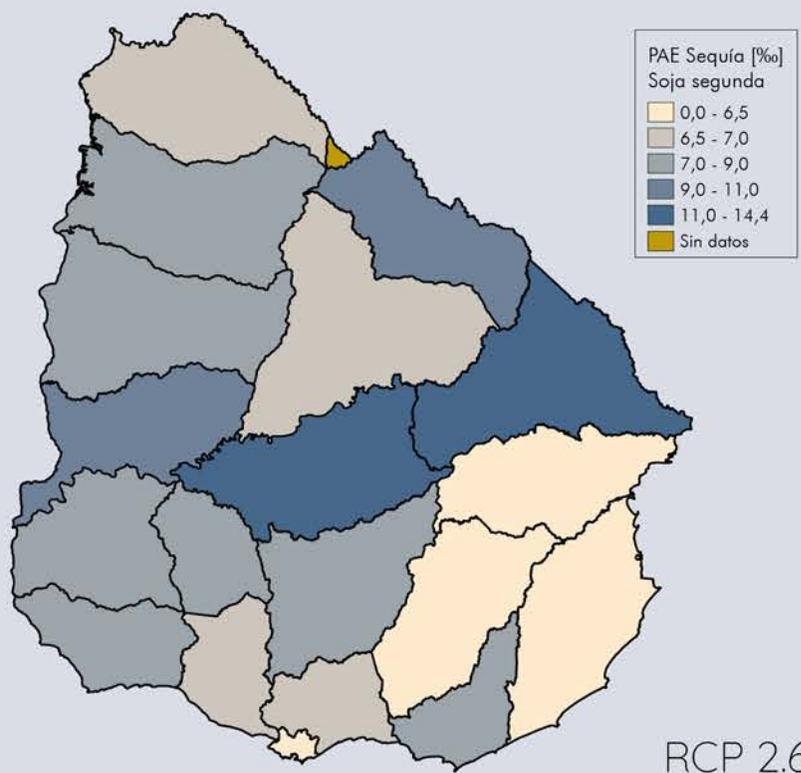
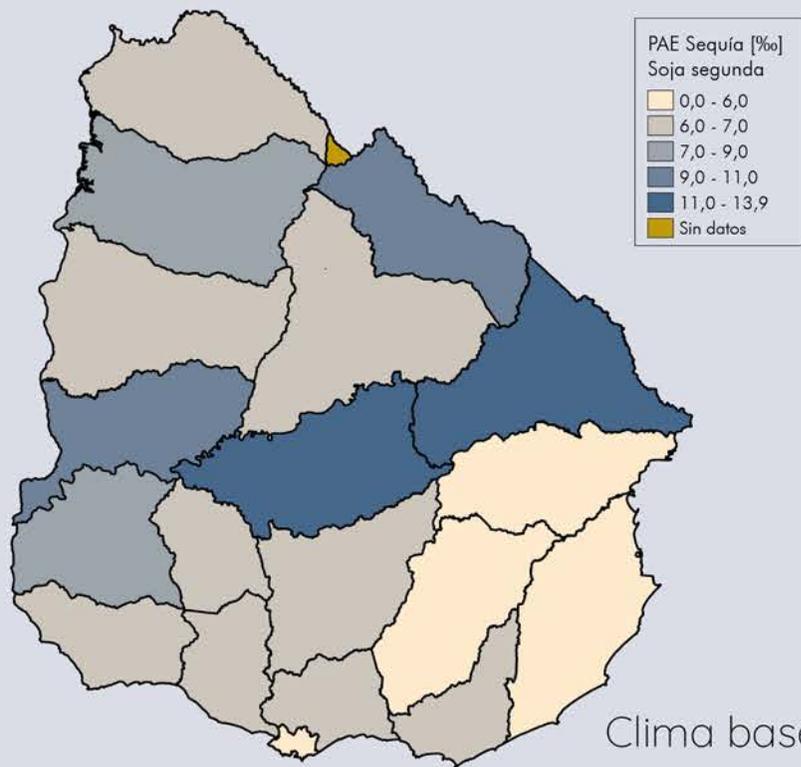


RCP 6

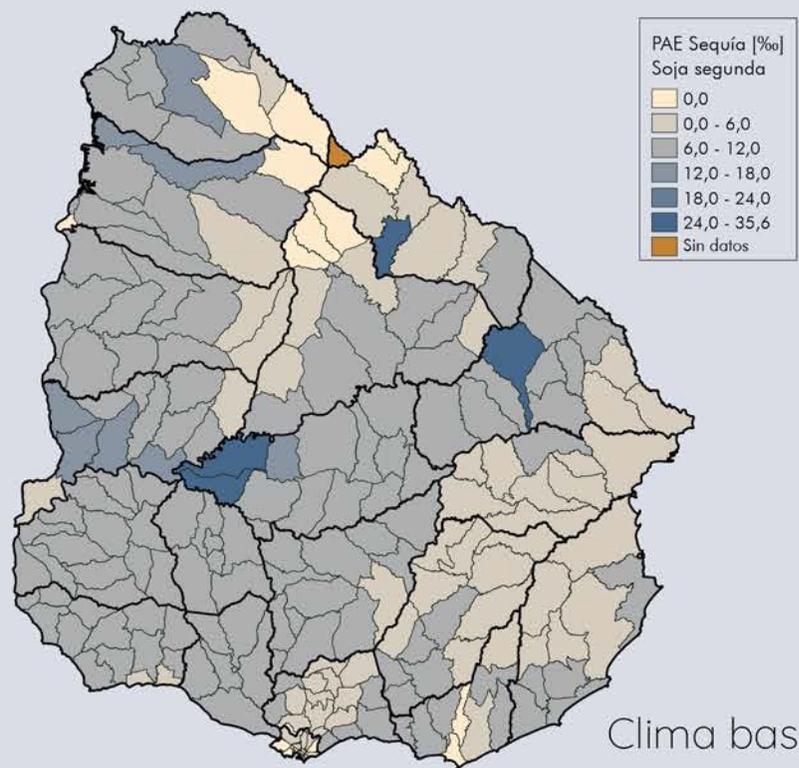


RCP 8.5

Mapa 43. PAE [%] por sequía. Cultivos de soja primera por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático



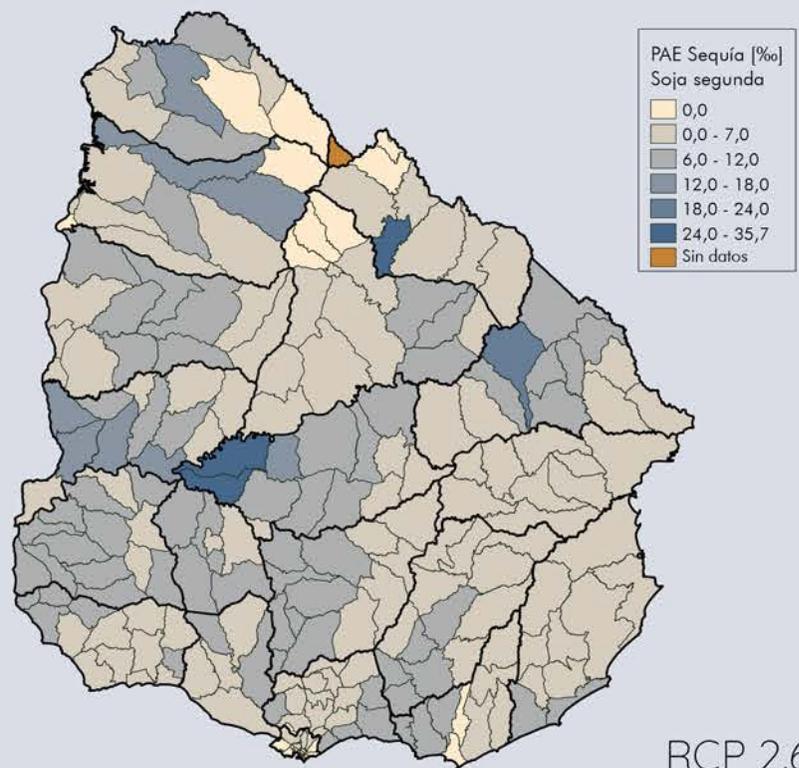
Mapa 44. PAE [%] por sequía. Cultivos de soja segunda por departamento para diferentes escenarios de cambio climático



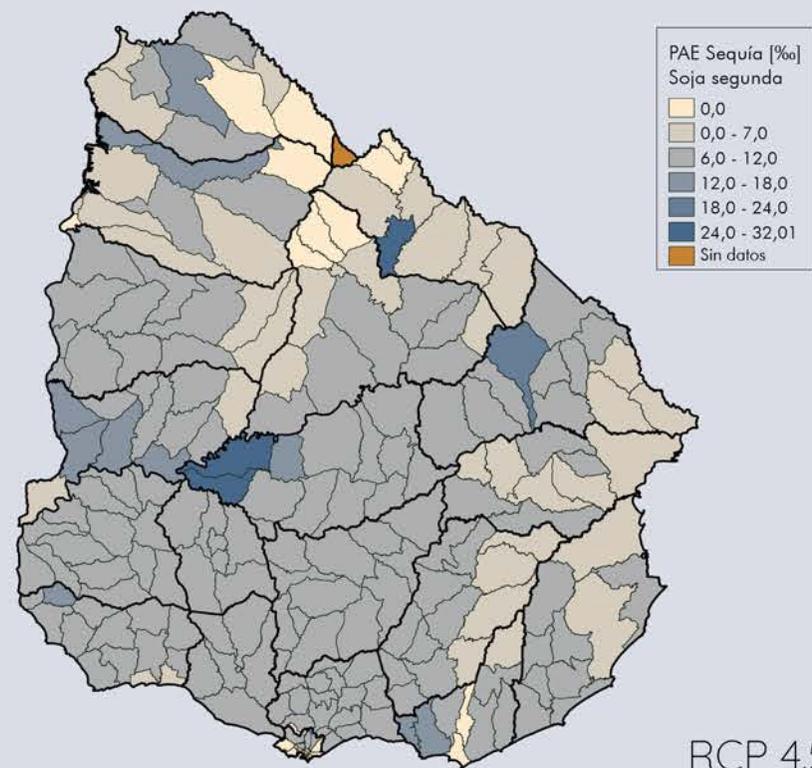
Clima base



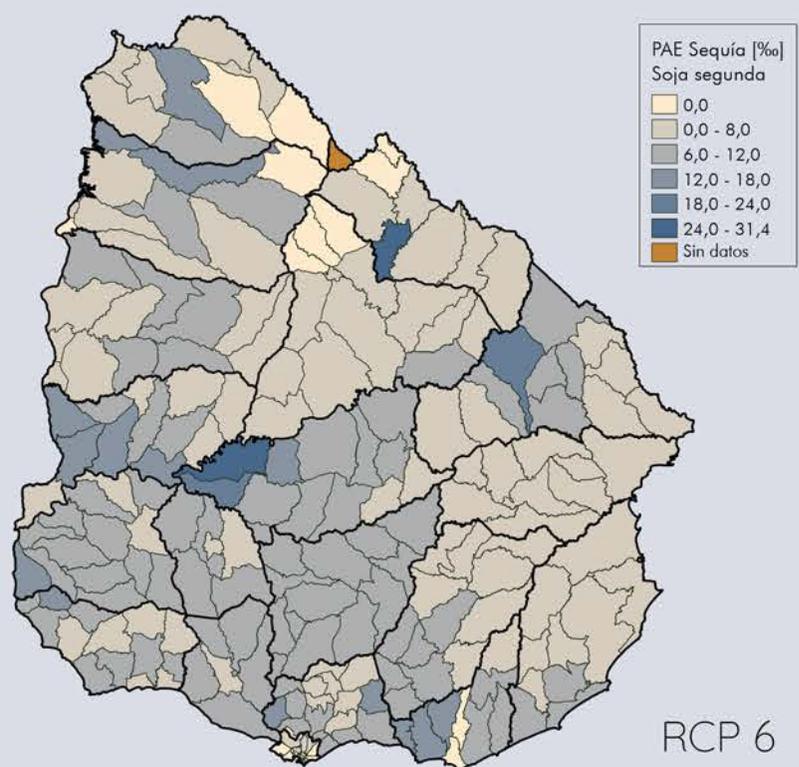
"Soja" flickr foto por karurosuros <https://flickr.com/photos/karurosuros/26547943968>. Licencia Creative Commons (BY)



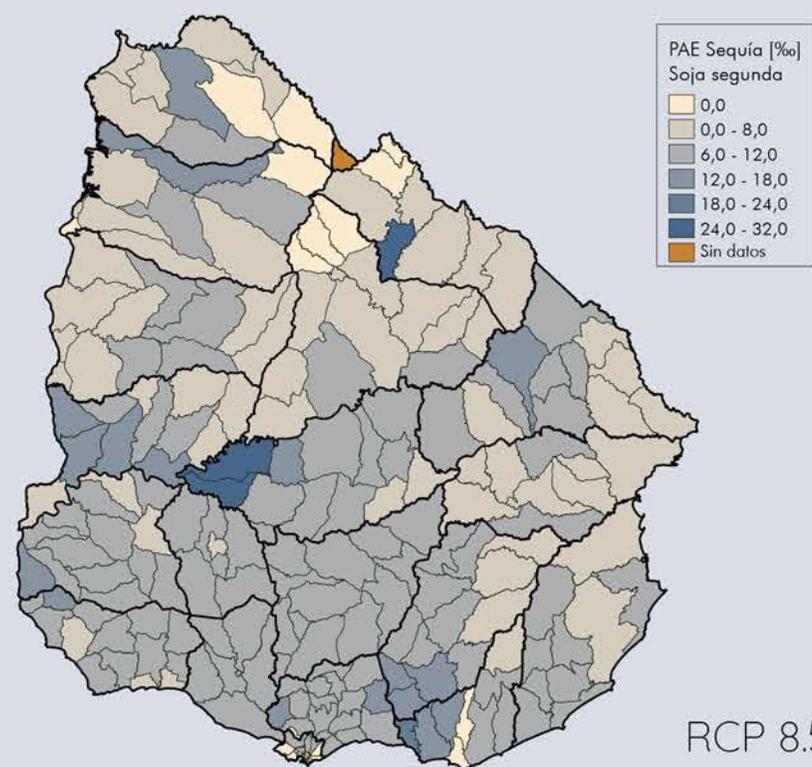
RCP 2.6



RCP 4.5

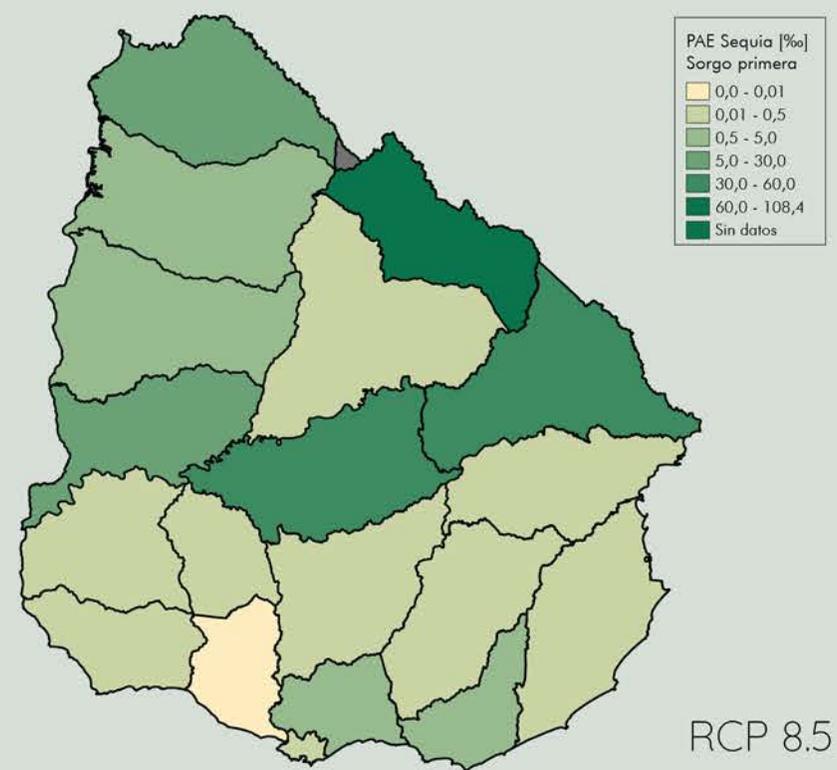
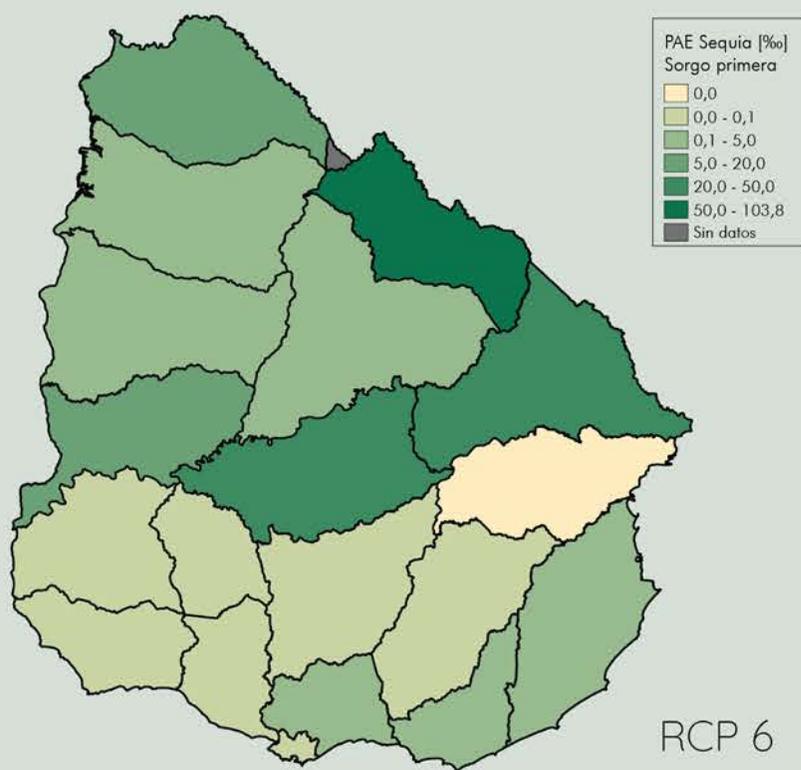
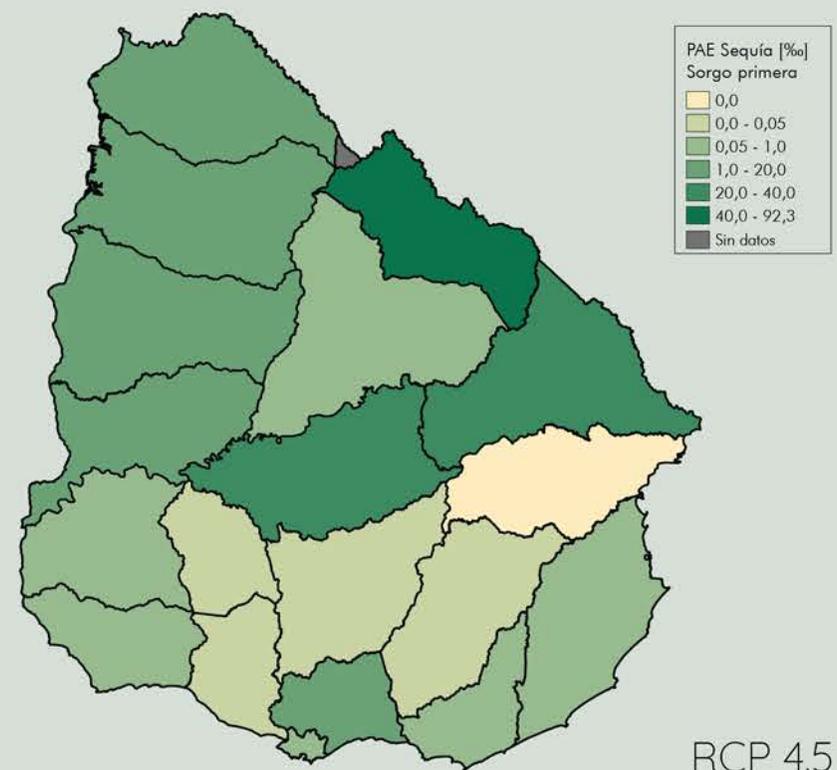
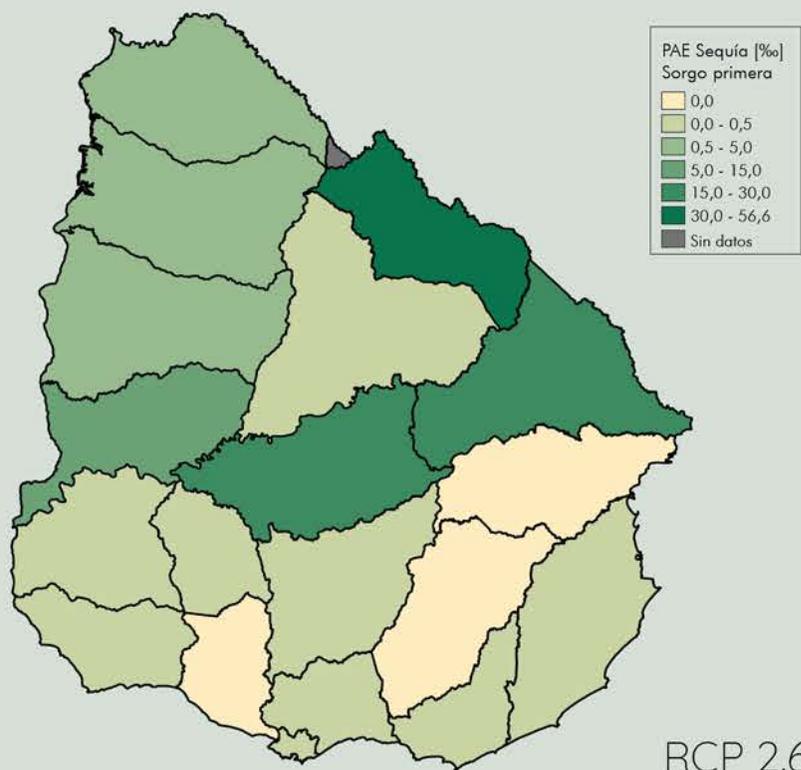
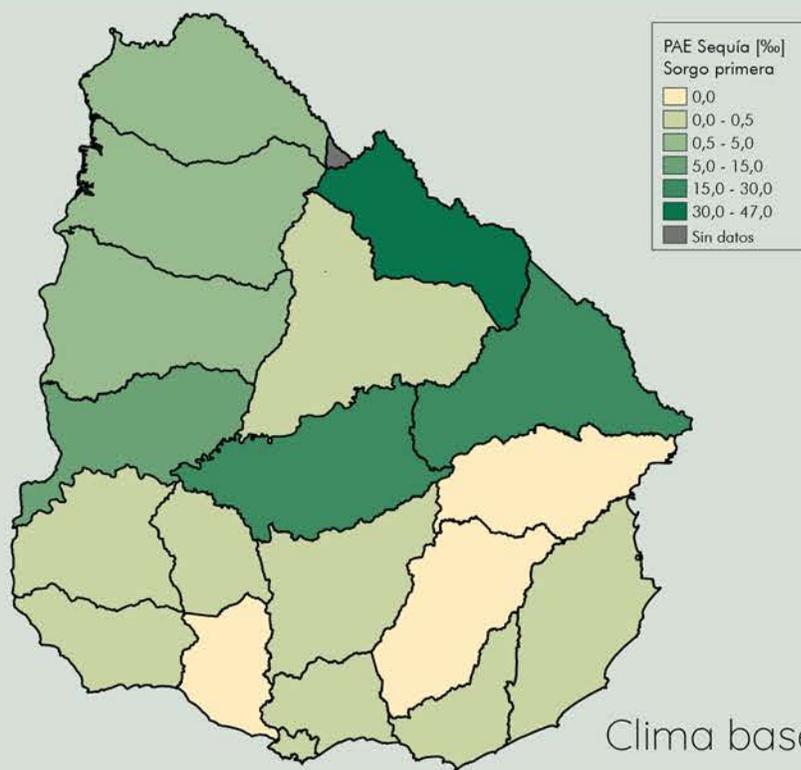


RCP 6

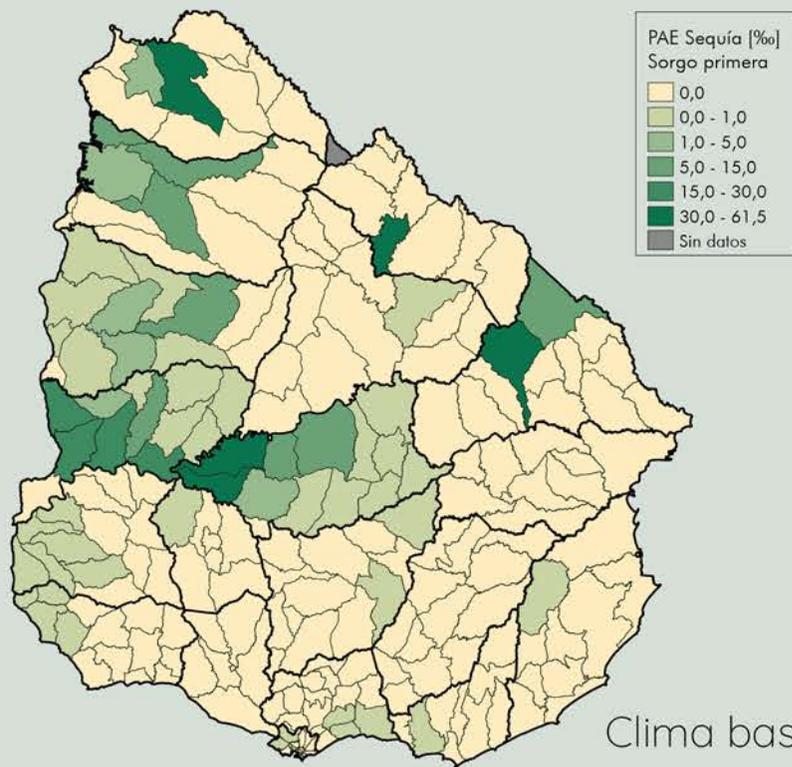


RCP 8.5

Mapa 45. PAE [%] por sequía. Cultivos de soja segunda por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático



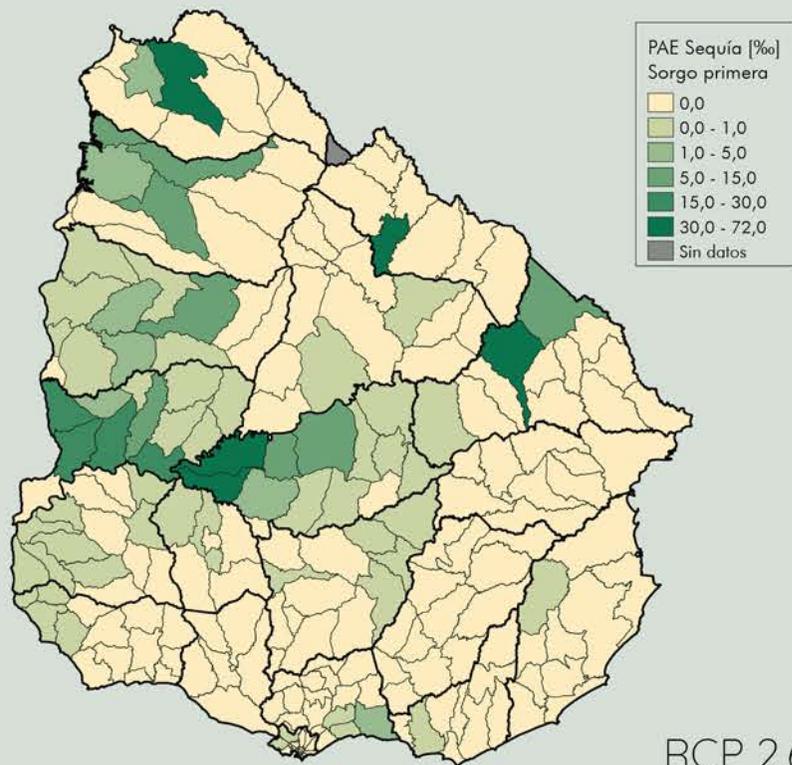
Mapa 46. PAE [%] por sequía. Cultivos de sorgo primera por departamento para diferentes escenarios de cambio climático



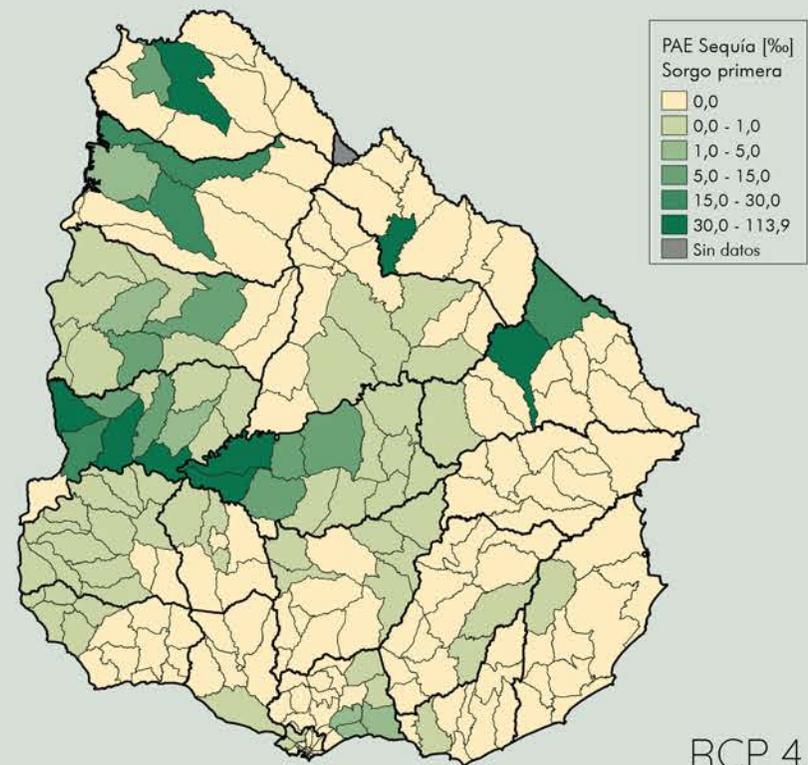
Clima base



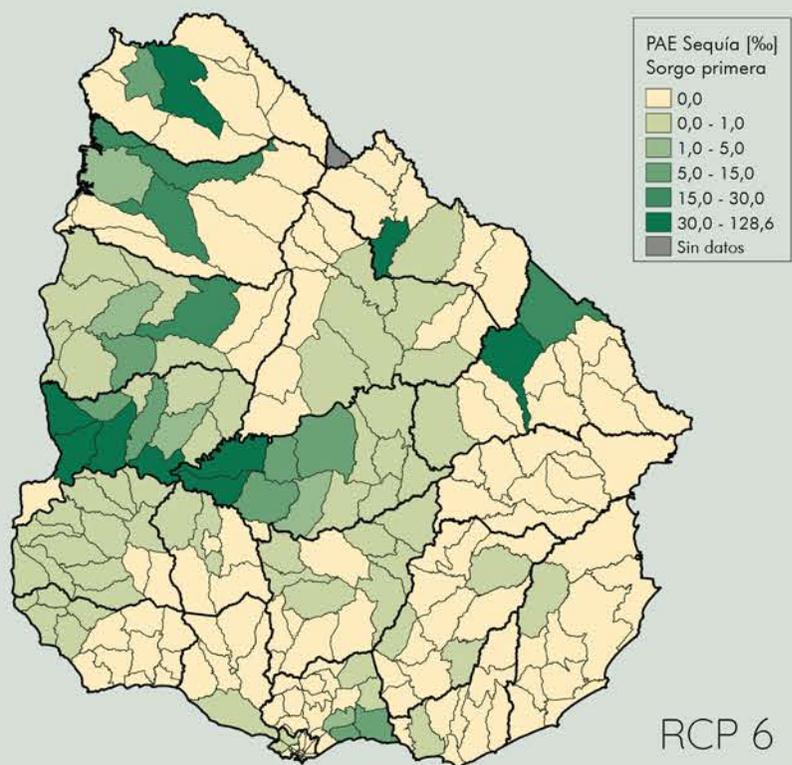
"Sorgo" flickr foto por Financiera Rural México [https://flickr.com/photos/financiera\\_rural/7656872836](https://flickr.com/photos/financiera_rural/7656872836). Licencia (BY-NC-ND)



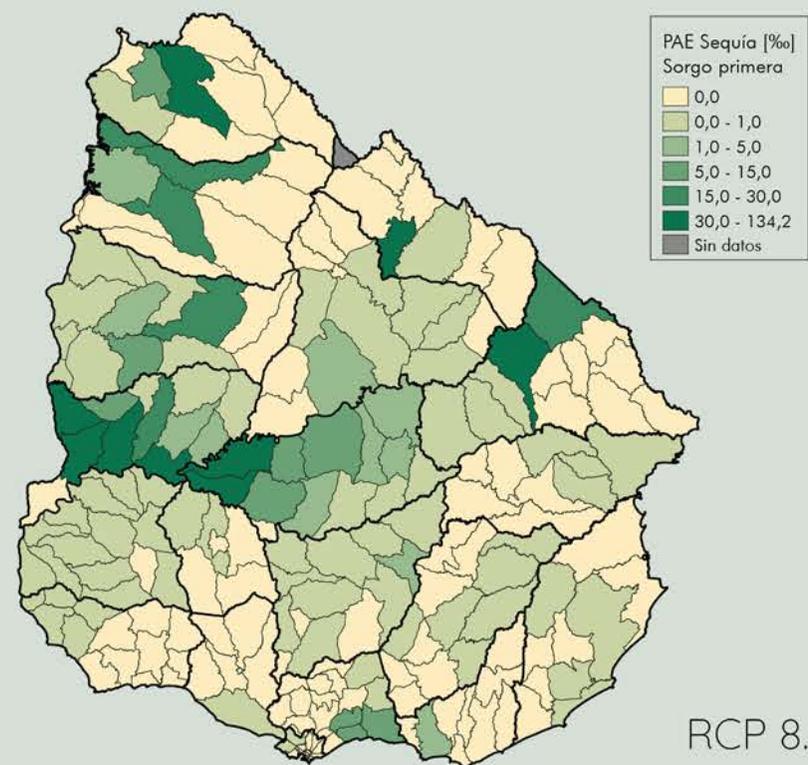
RCP 2.6



RCP 4.5

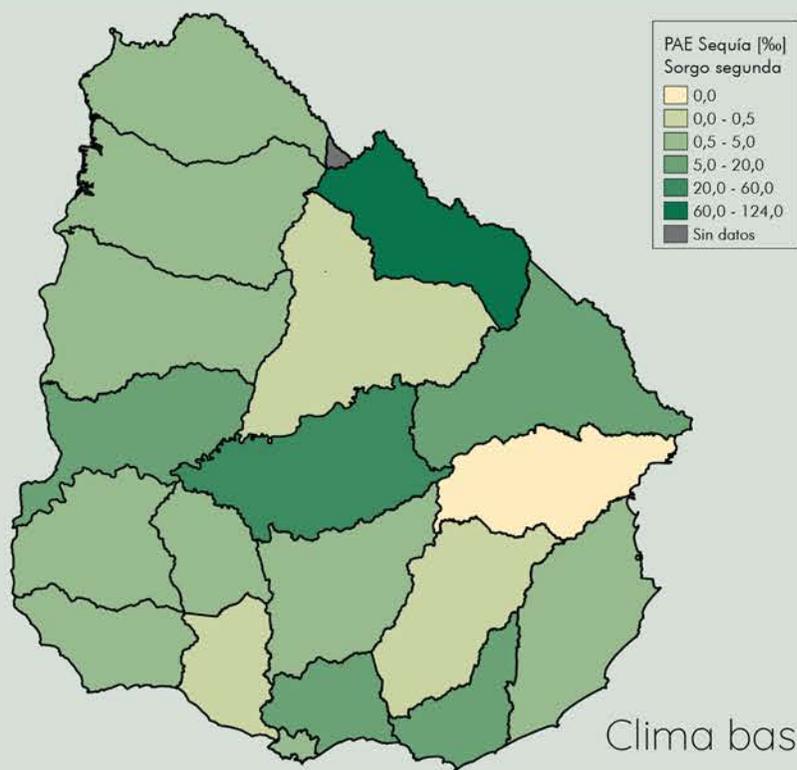


RCP 6

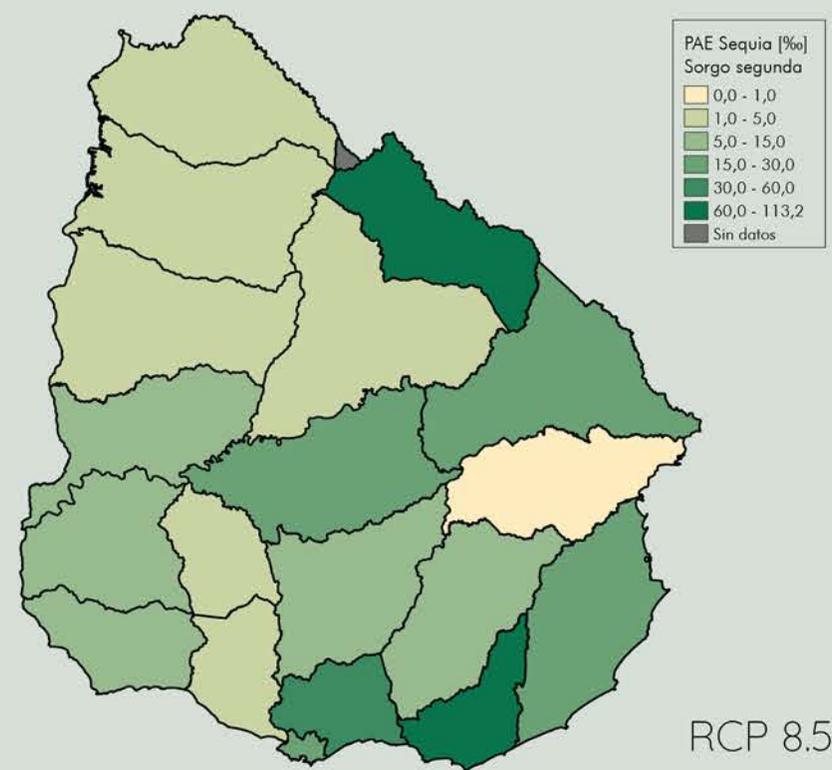
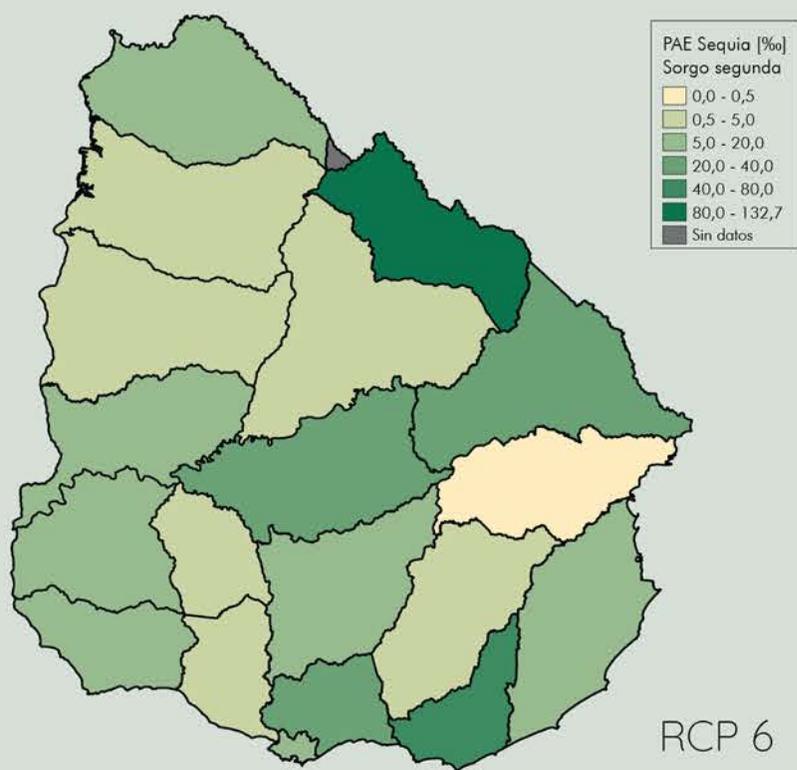
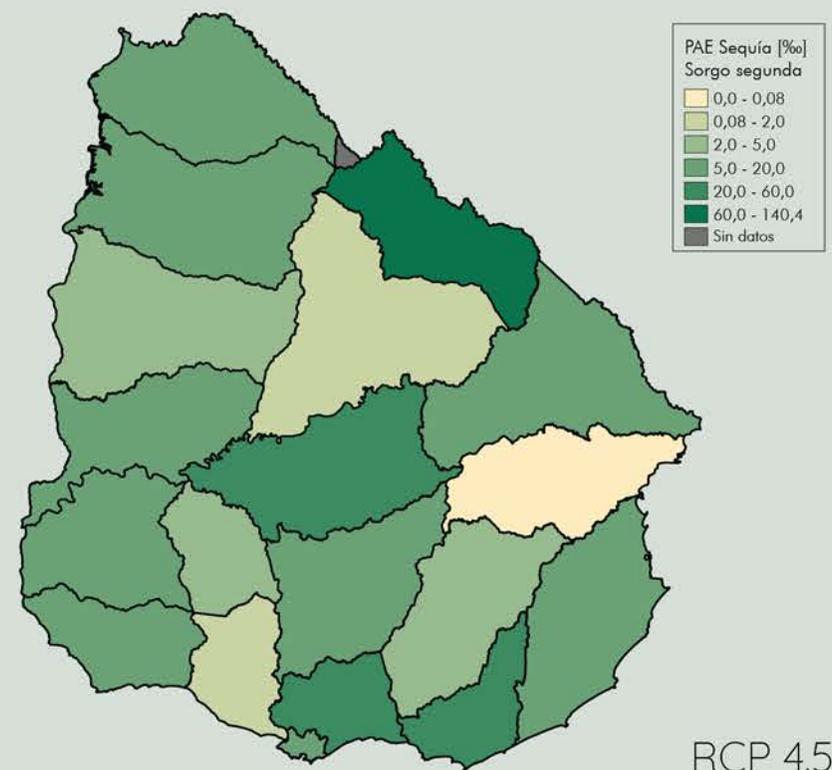
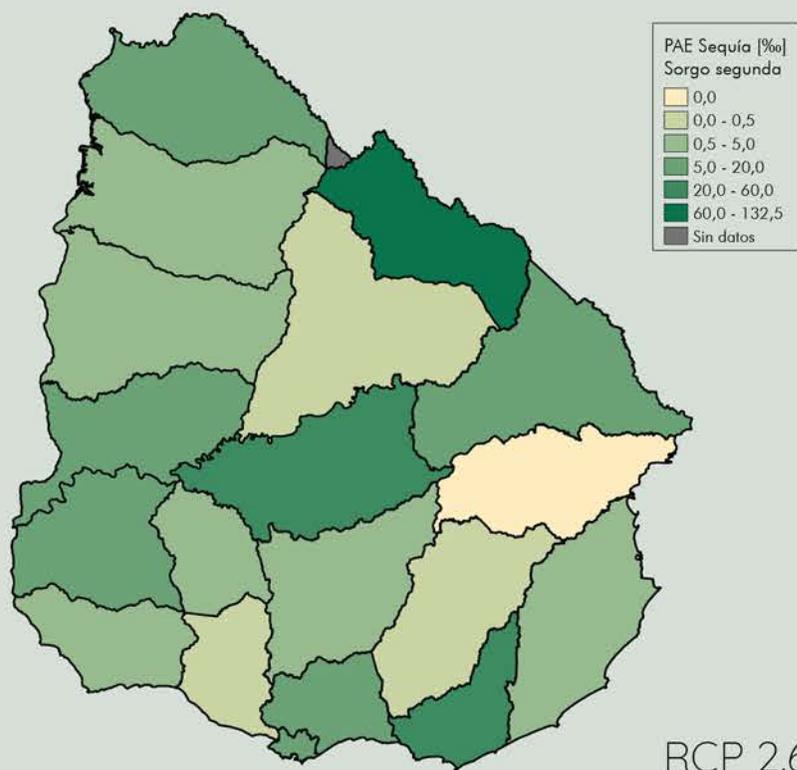


RCP 8.5

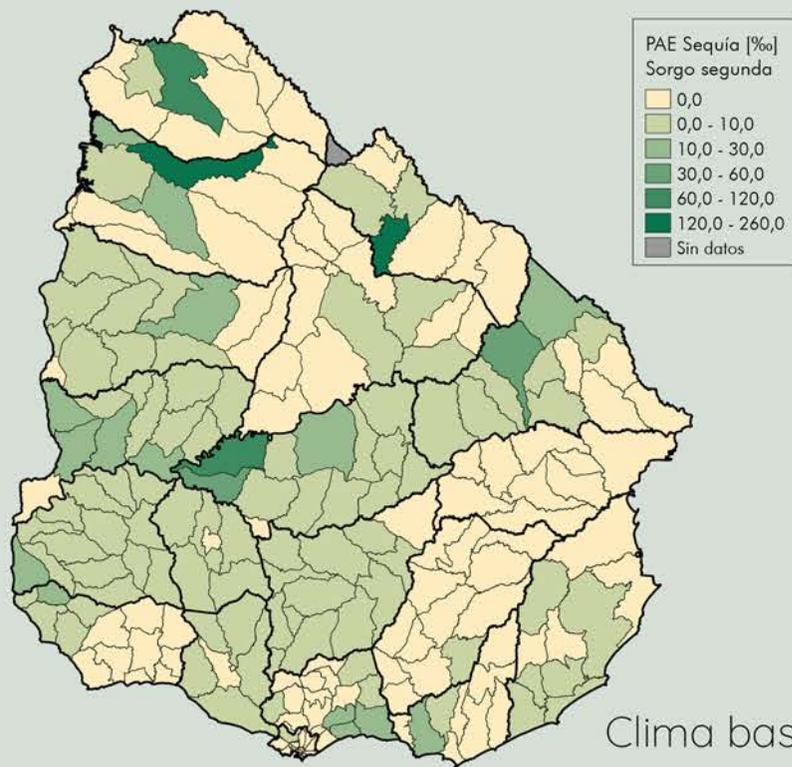
Mapa 47. PAE [%] por sequía. Cultivos de sorgo primera por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático



"Sorghum Seed Heads" foto por Melinda Young Stuart <https://flickr.com/photos/melystu/3112158821>. Licencia CC (BY-NC-ND)



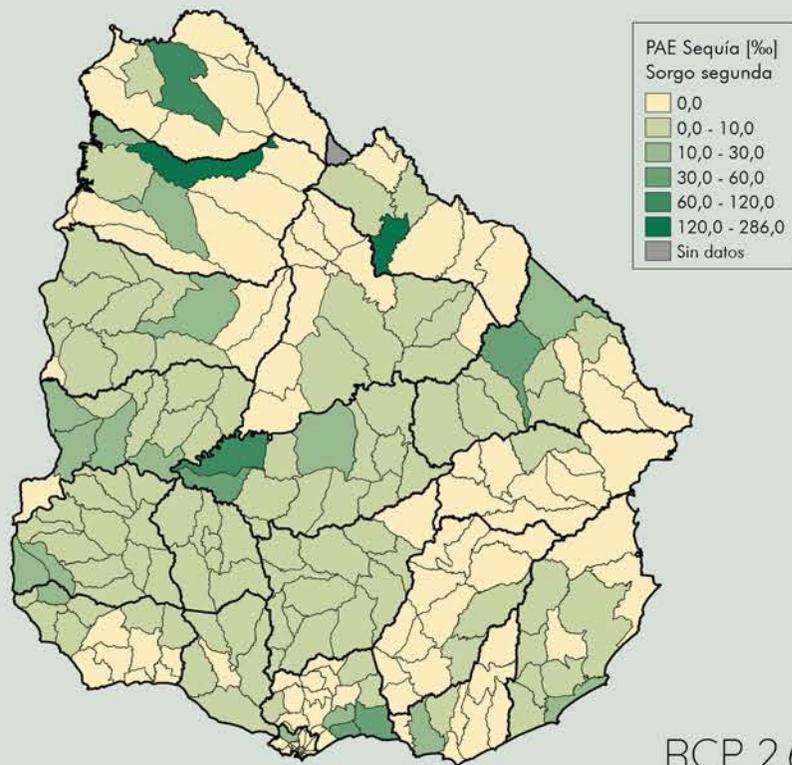
Mapa 48. PAE [%] por sequía. Cultivos de sorgo segunda por departamento para diferentes escenarios de cambio climático



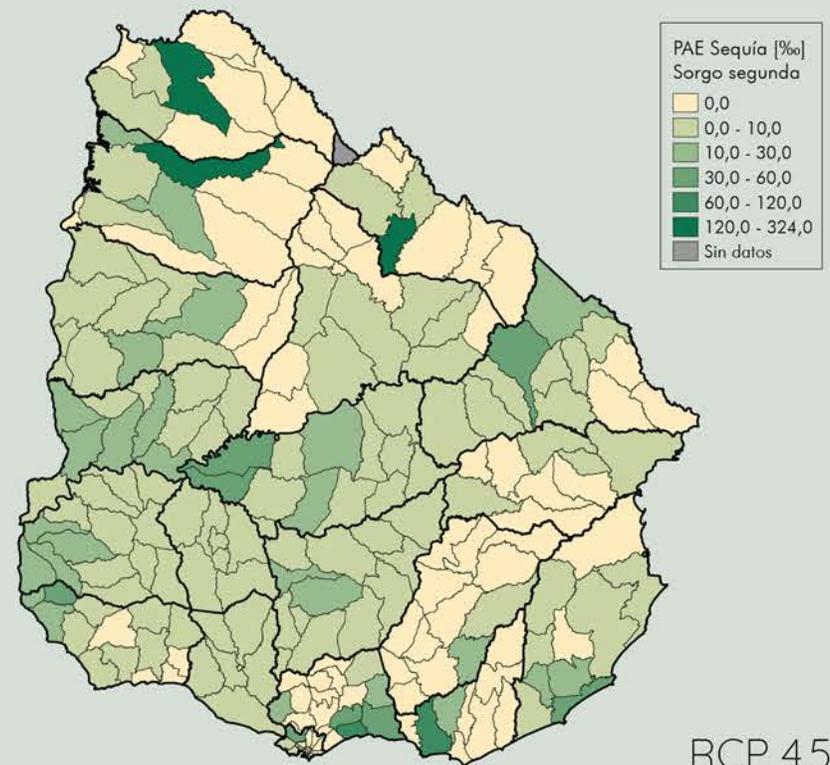
Clima base



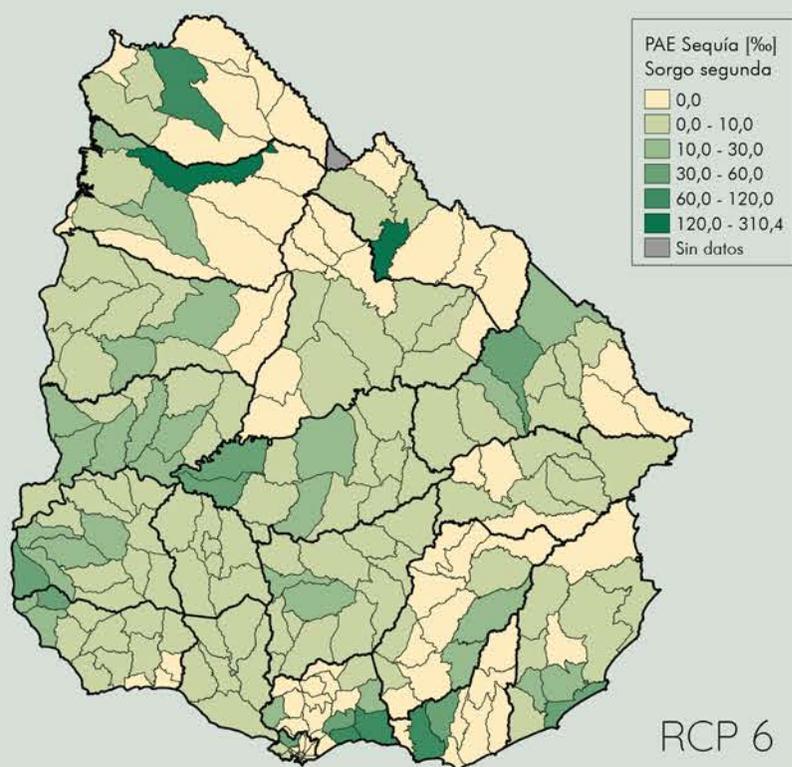
"wilde sorgo" foto por gertjanvannoord <https://flickr.com/photos/145907835@N07/31091023487>. Licencia CC (BY-ND)



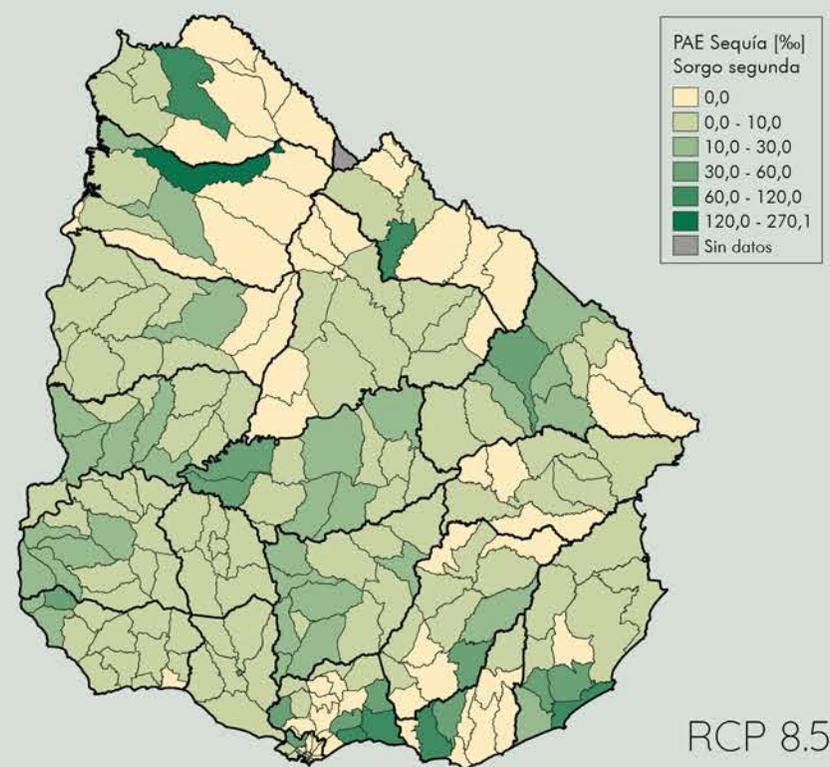
RCP 2.6



RCP 4.5

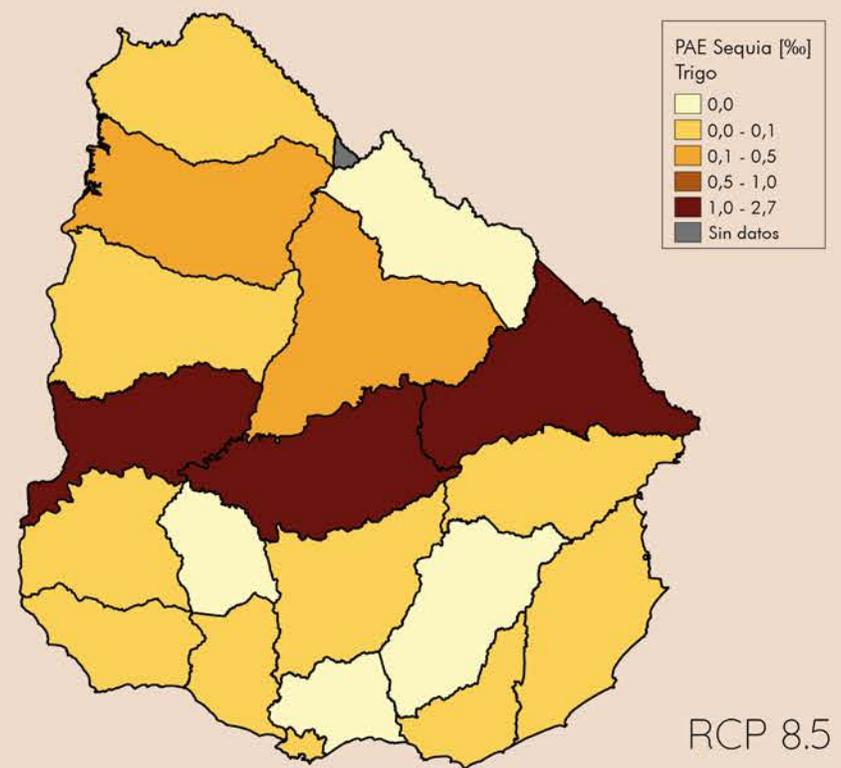
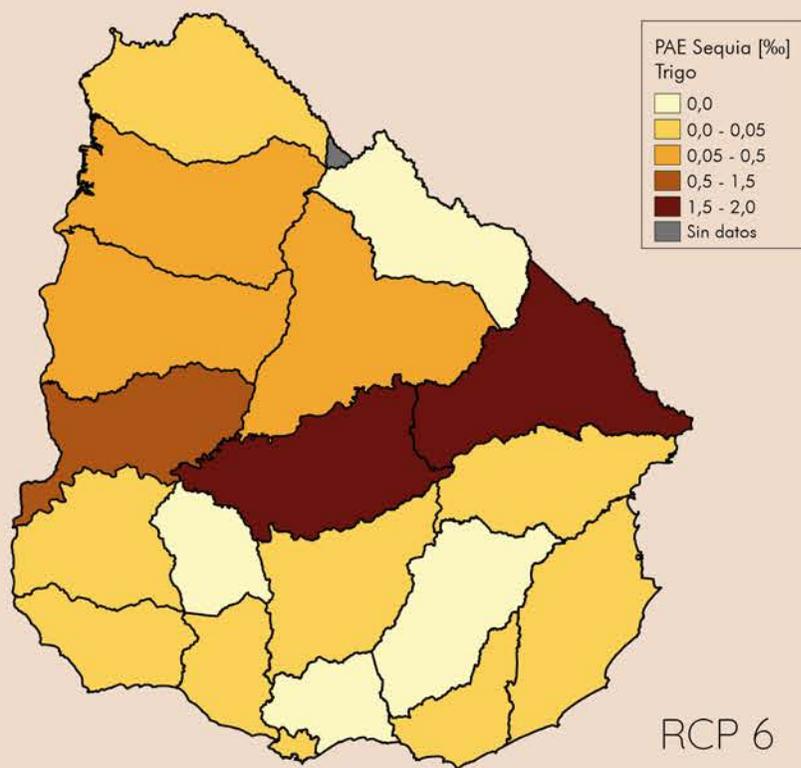
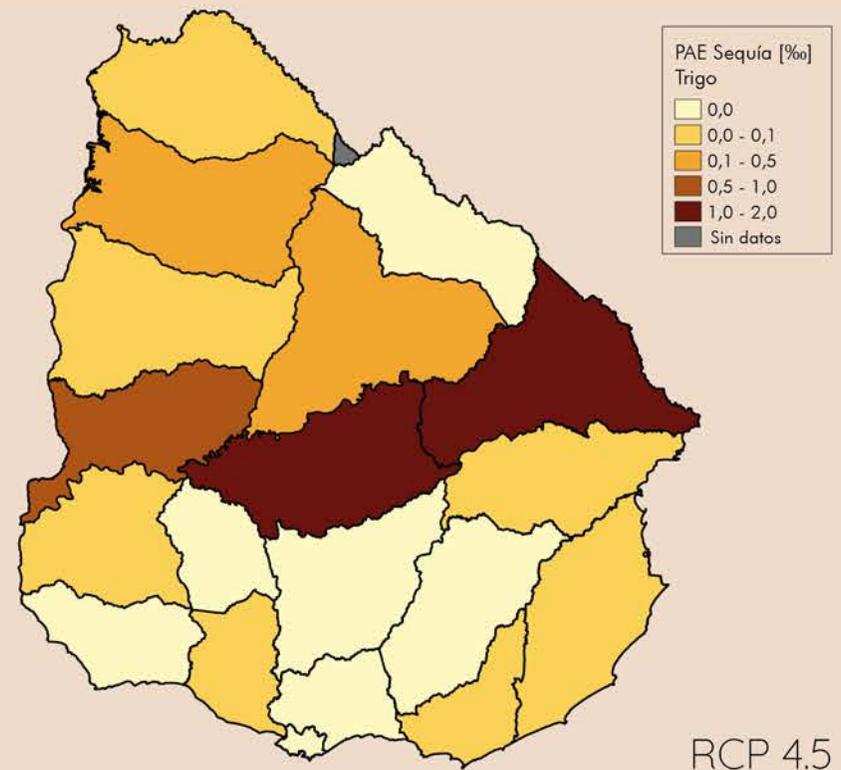
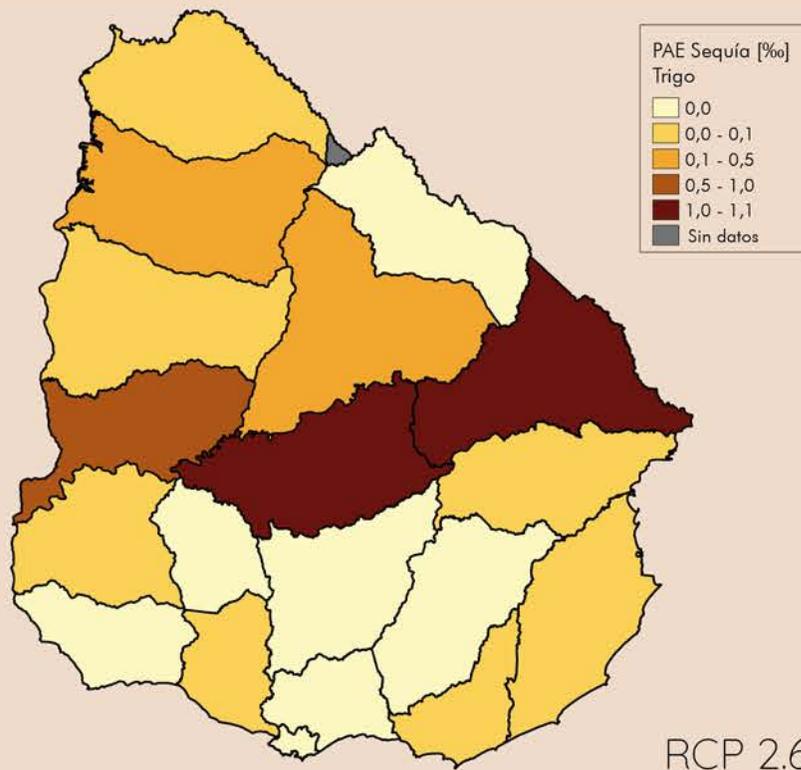
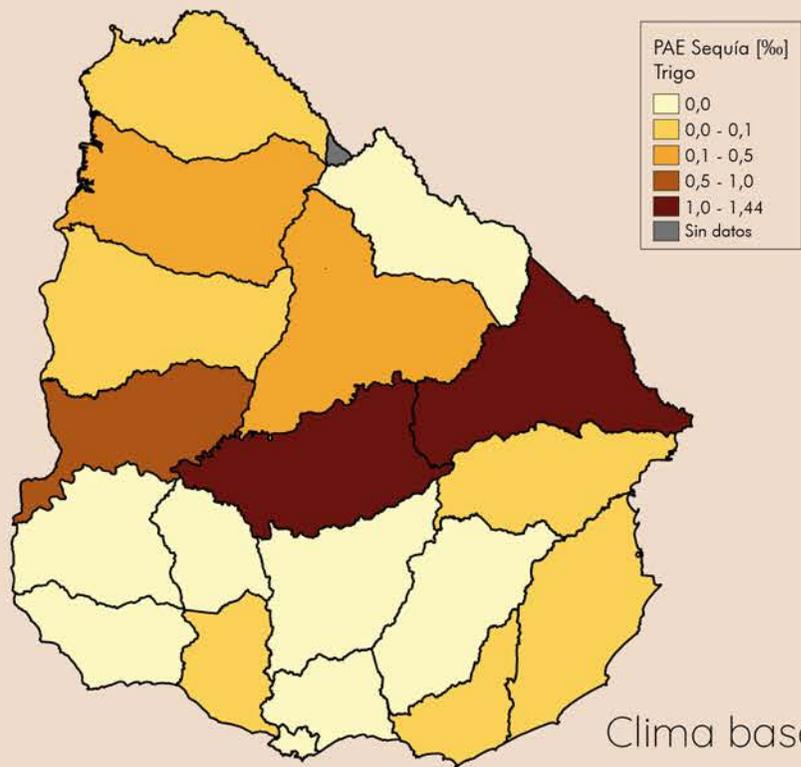


RCP 6

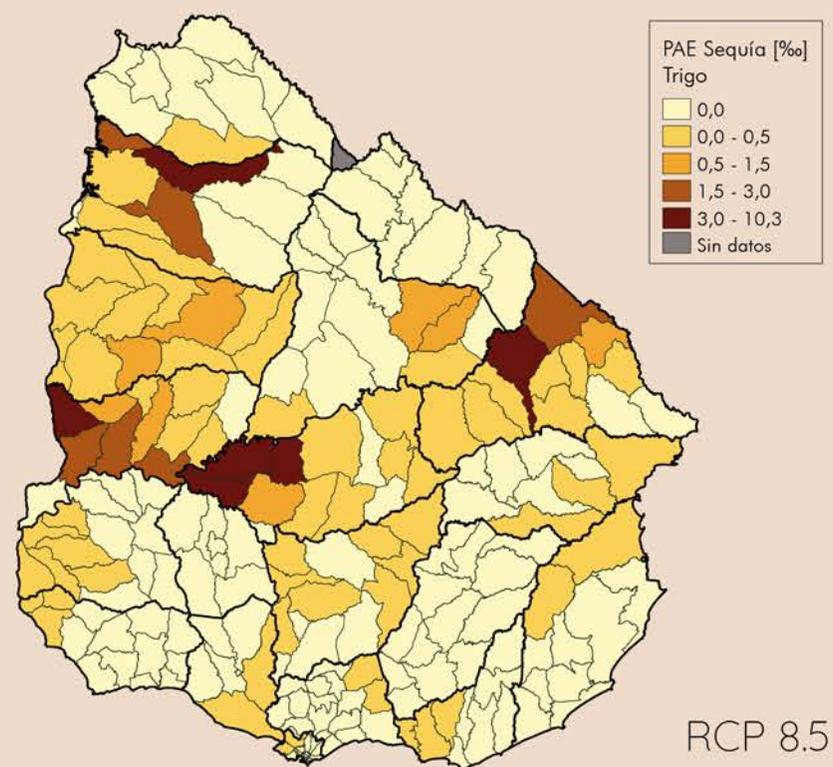
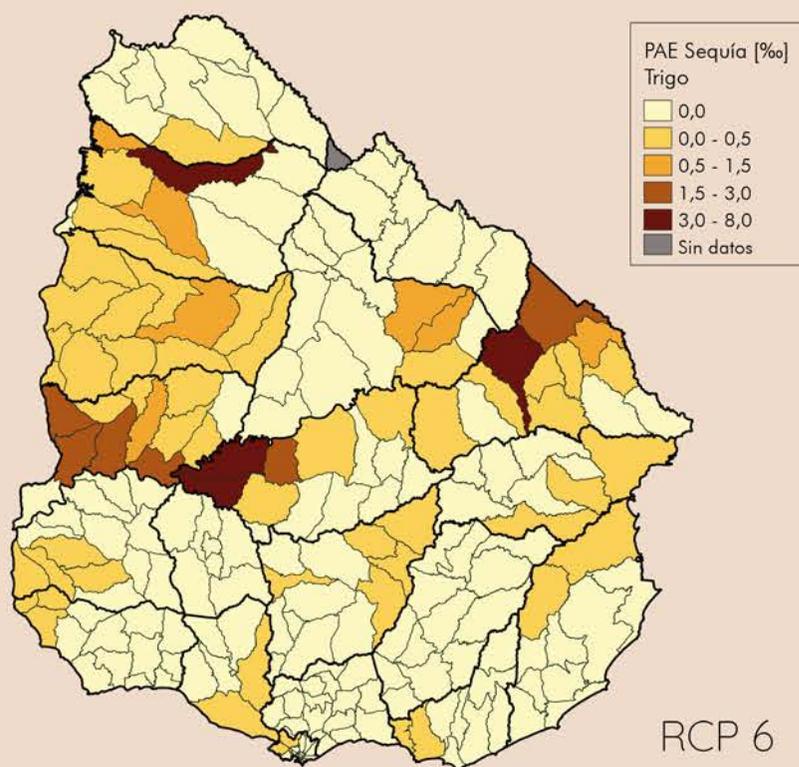
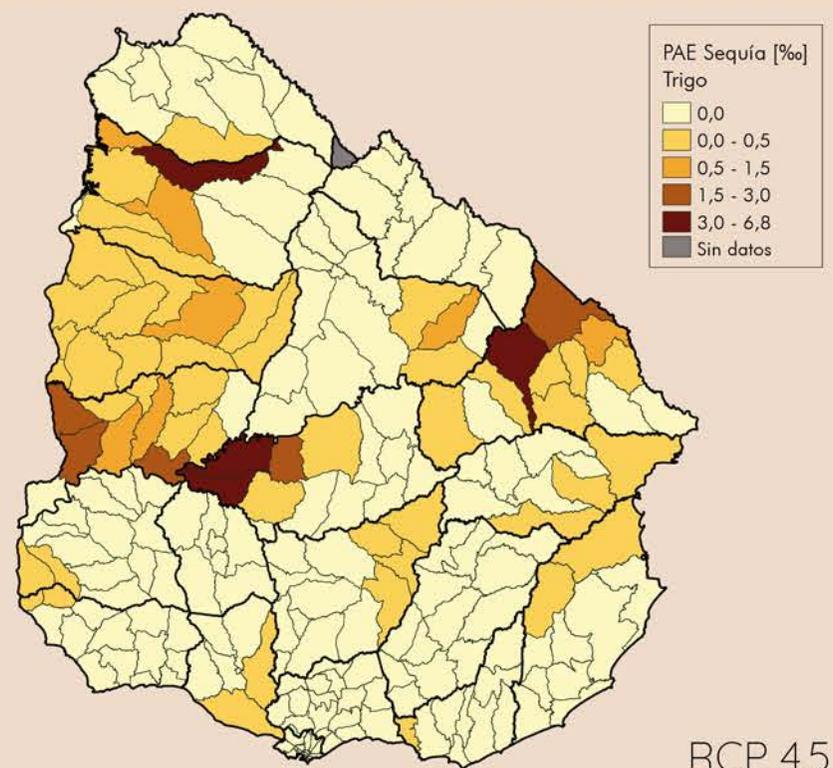
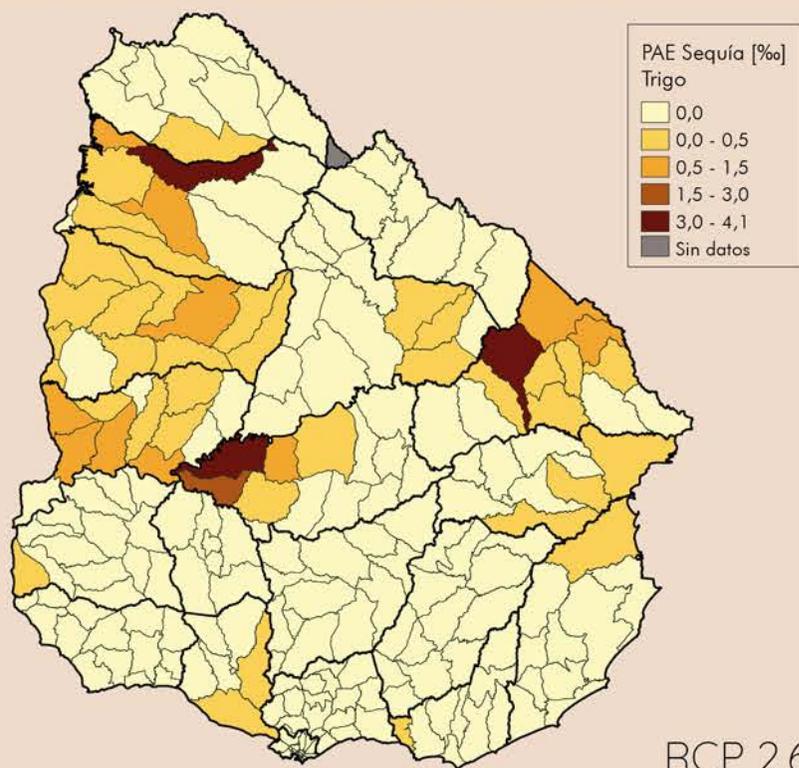
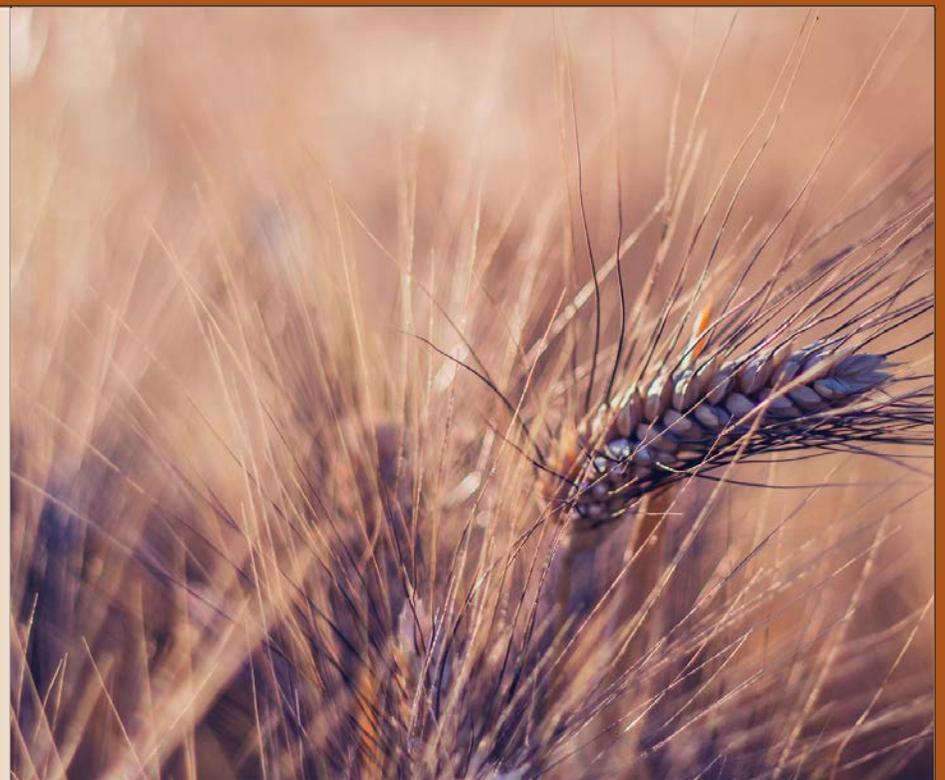
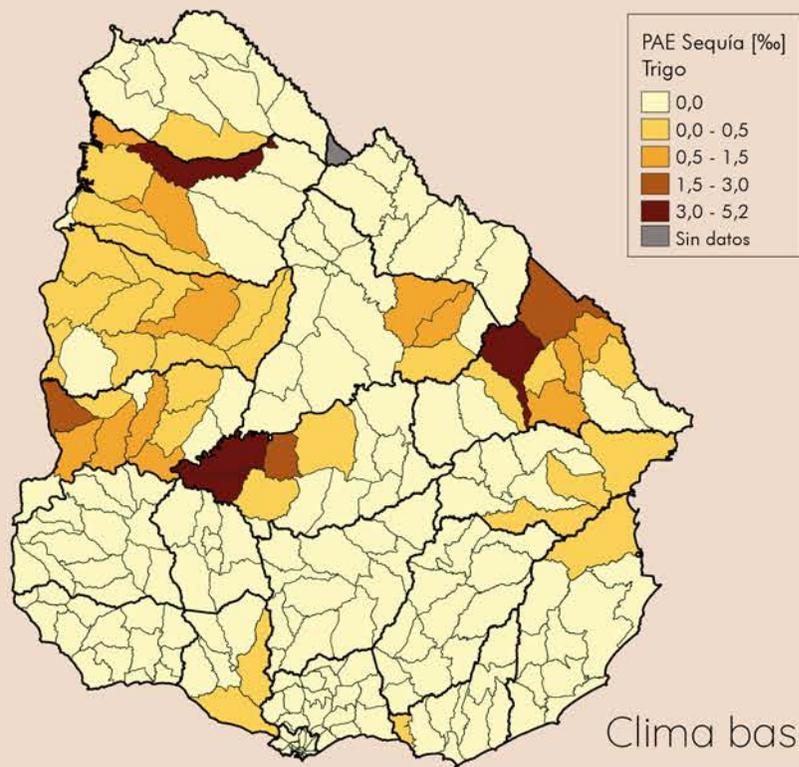


RCP 8.5

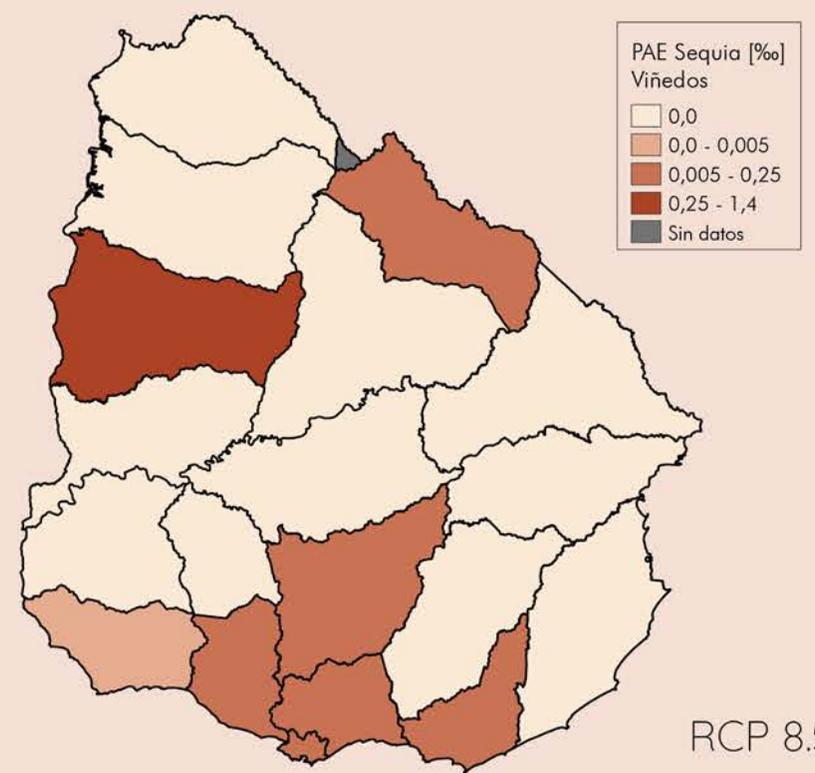
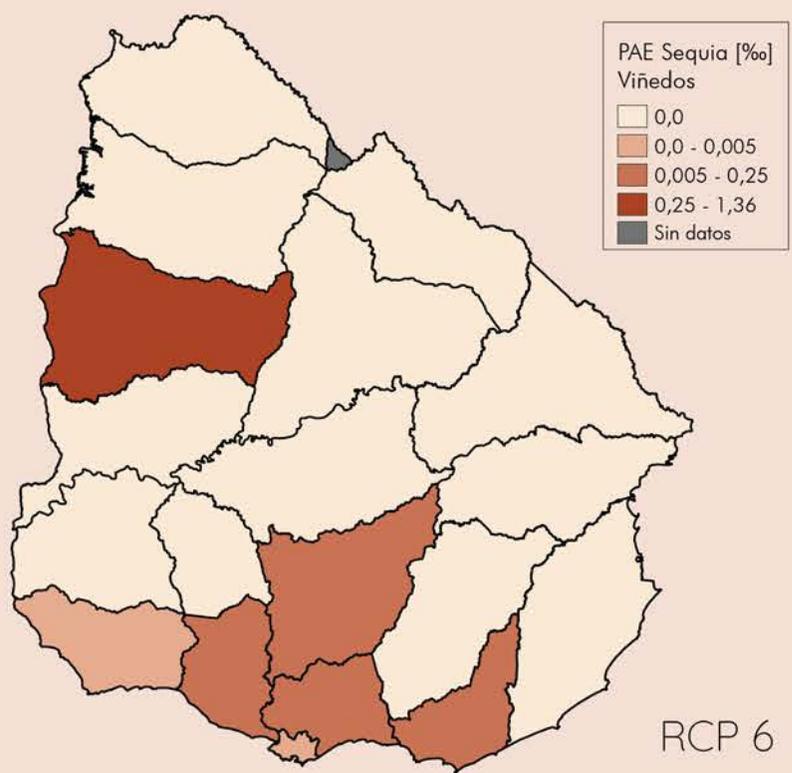
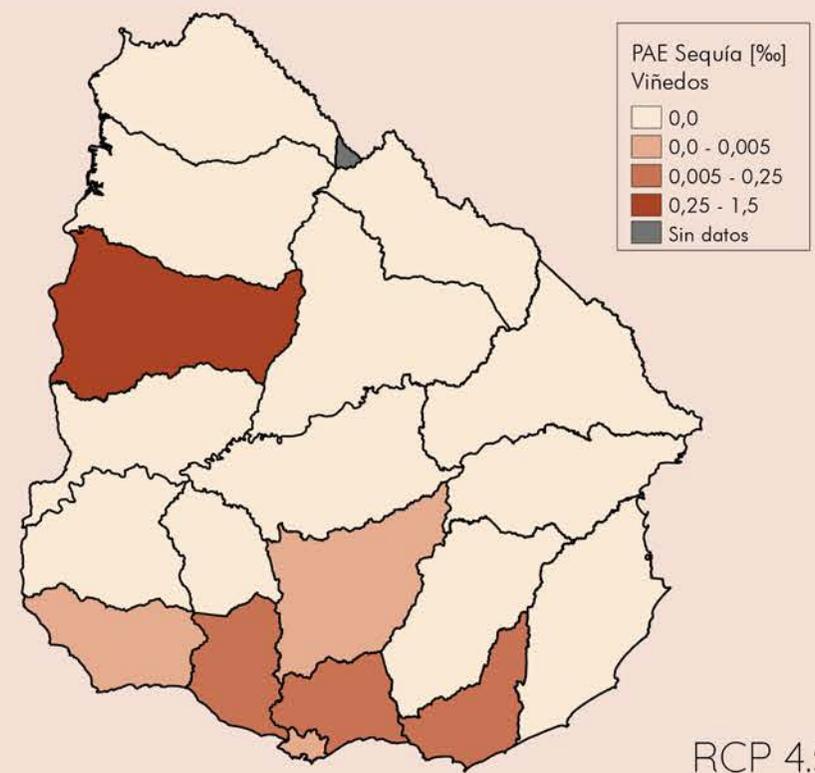
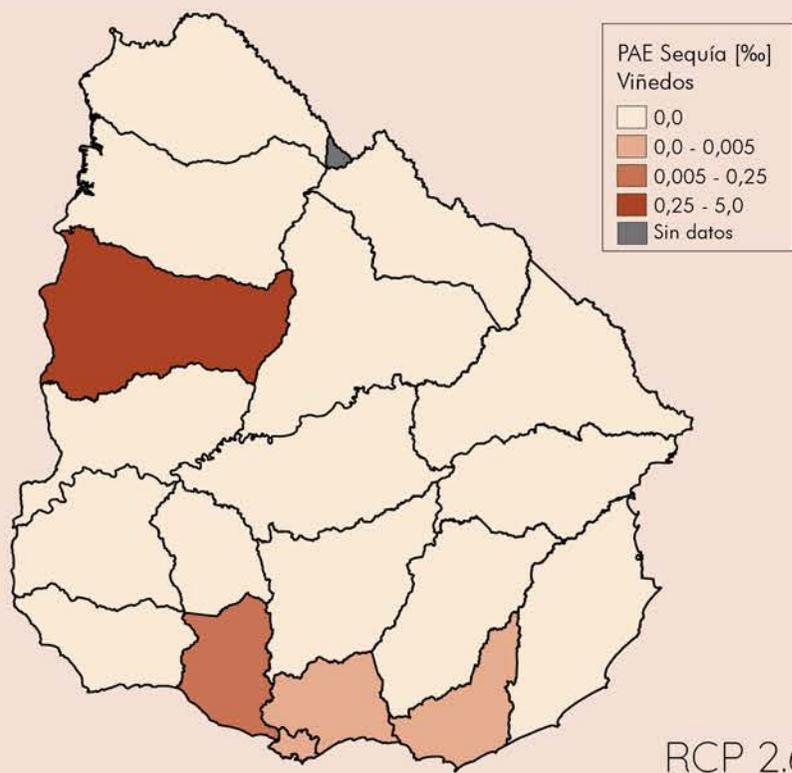
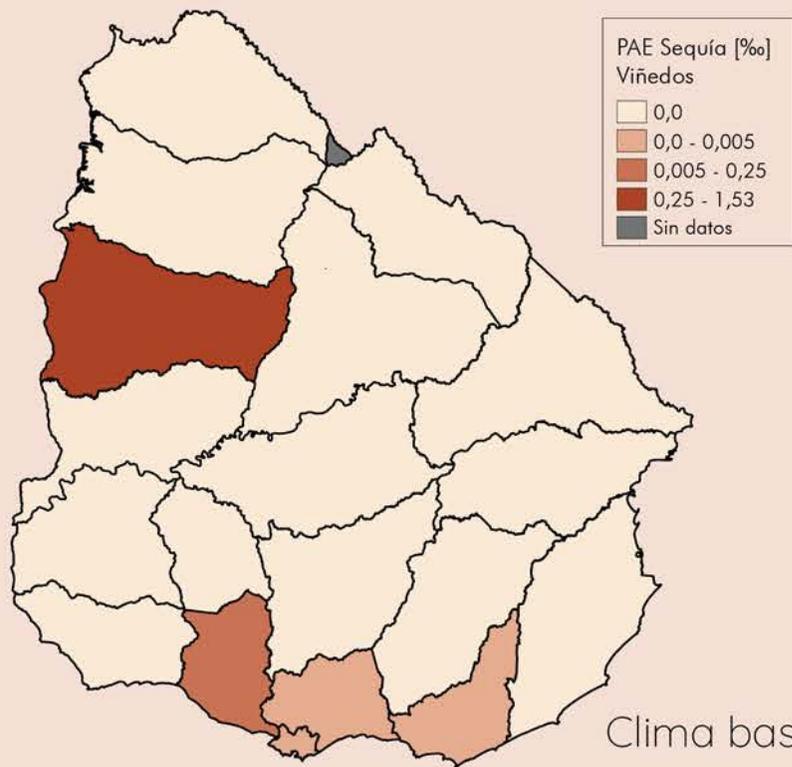
Mapa 49. PAE [%] por sequía. Cultivos de sorgo segunda por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático



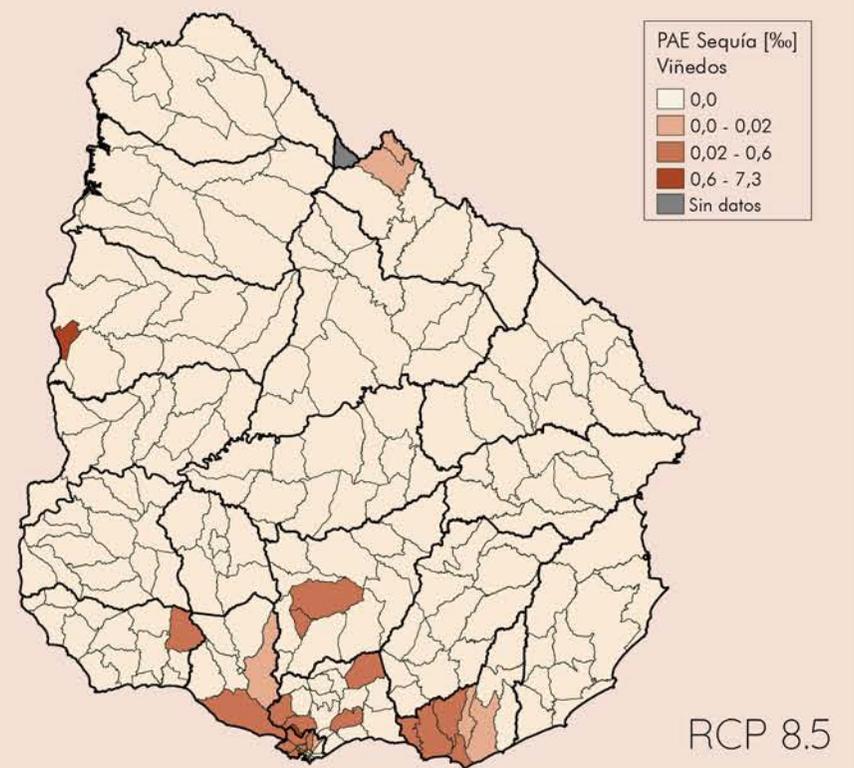
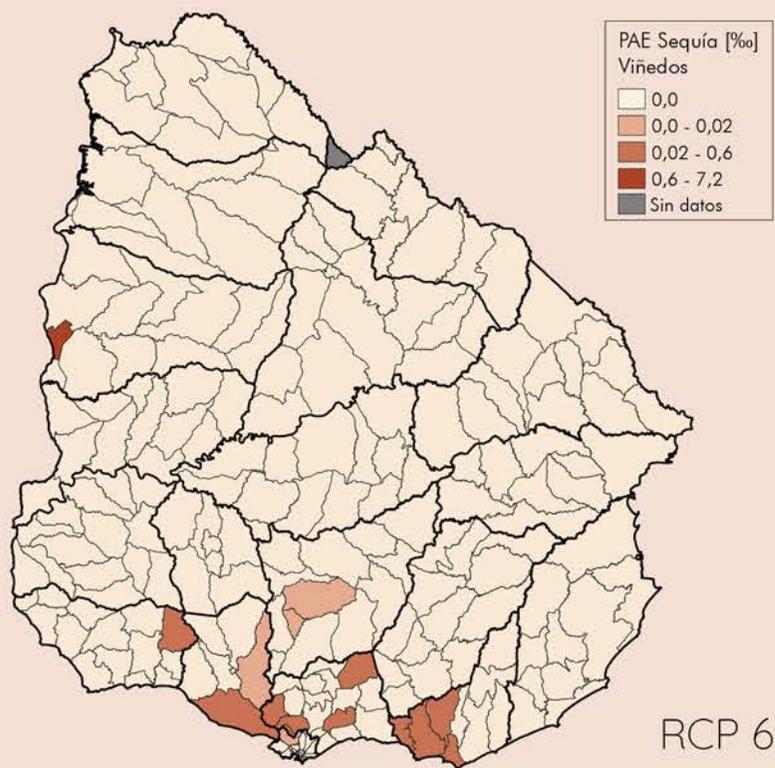
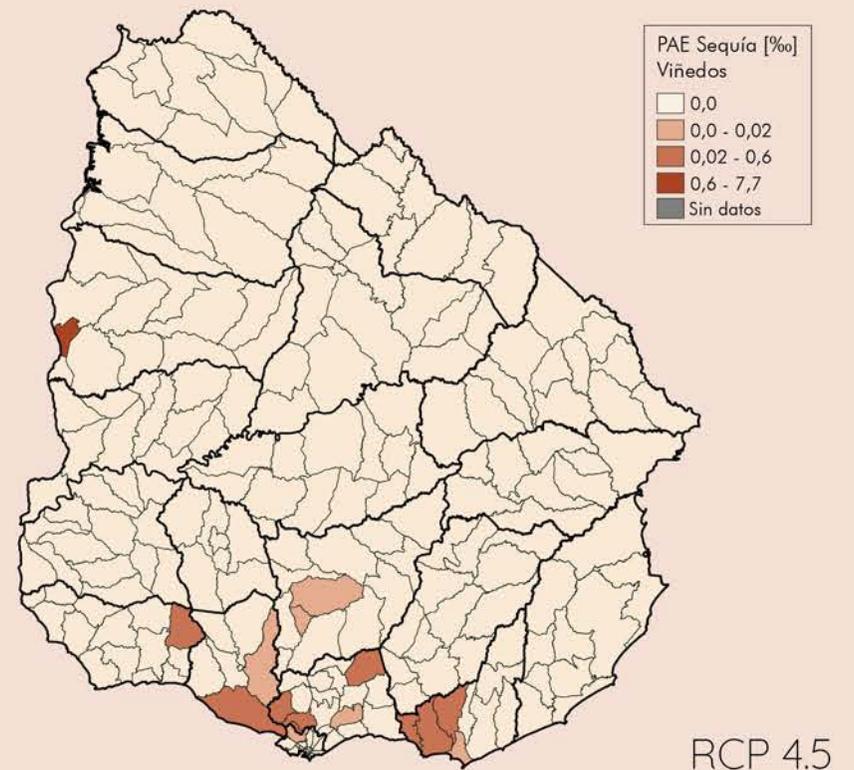
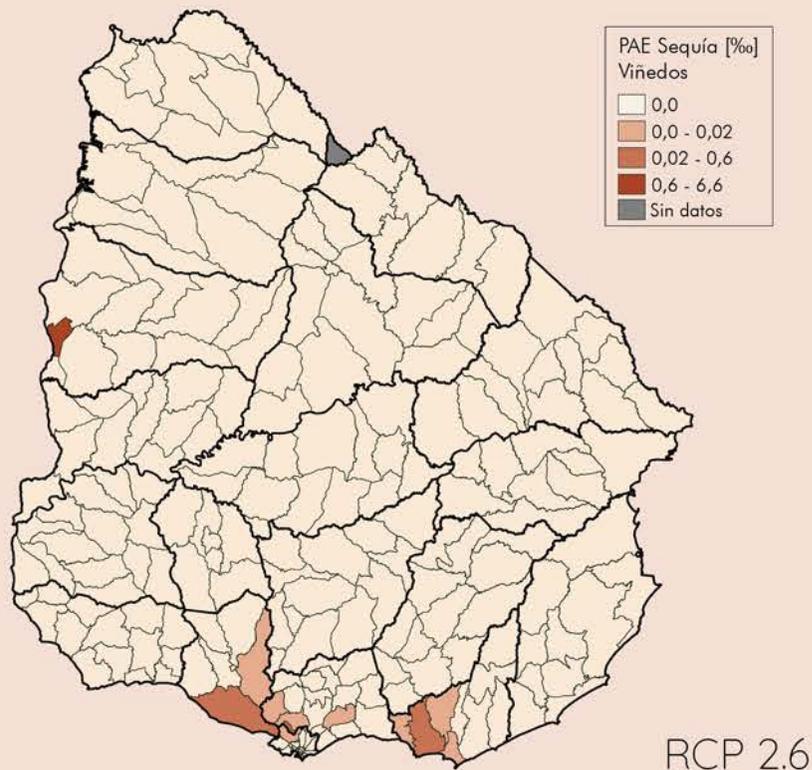
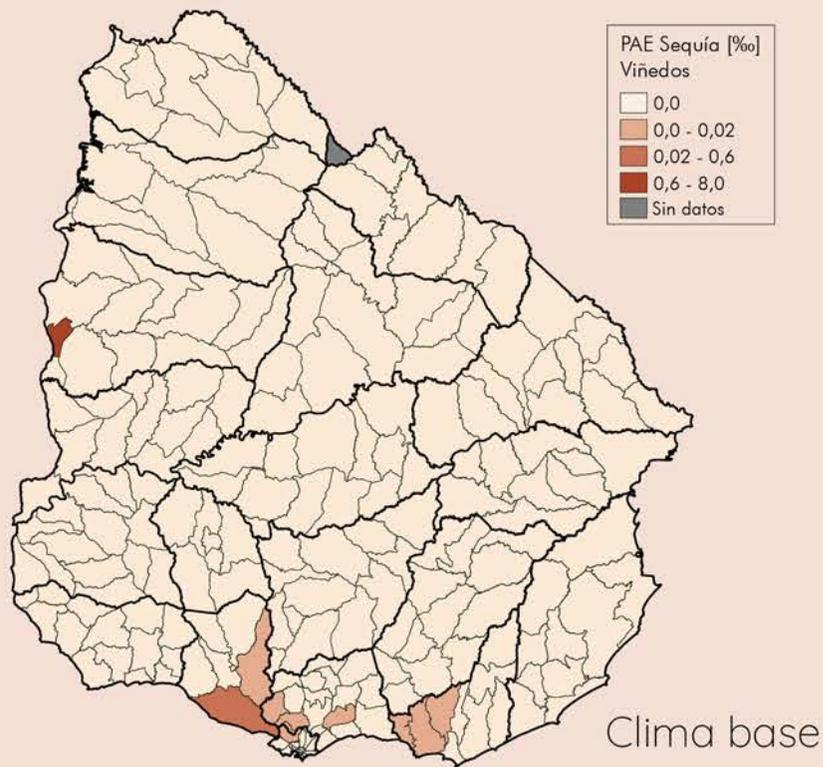
Mapa 50. PAE [%] por sequía. Cultivos de trigo por departamento para diferentes escenarios de cambio climático



Mapa 51. PAE [%] por sequía. Cultivos de trigo por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático



Mapa 52. PAE [%] por sequía. Cultivos de viñedo por departamento para diferentes escenarios de cambio climático



Mapa 53. PAE [%] por sequía. Cultivos de viñedo por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático

58°W

56°W

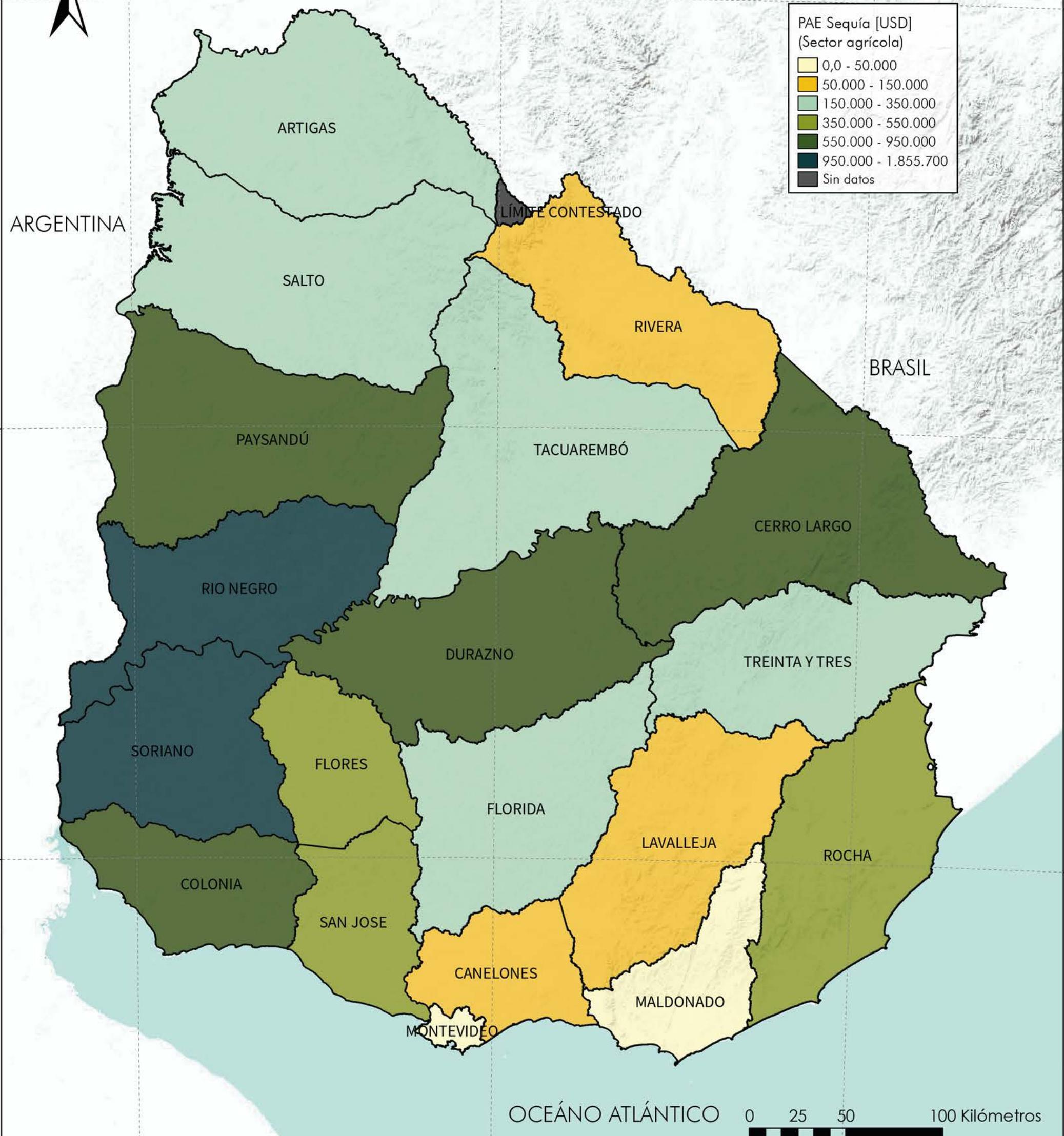
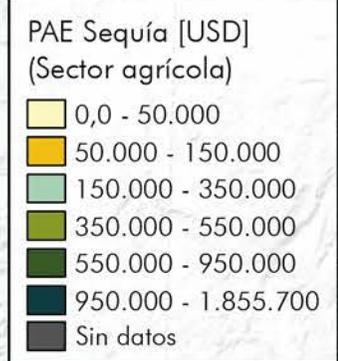
54°W

# Clima base



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 54. PAE Absoluta por sequía por departamento clima base. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

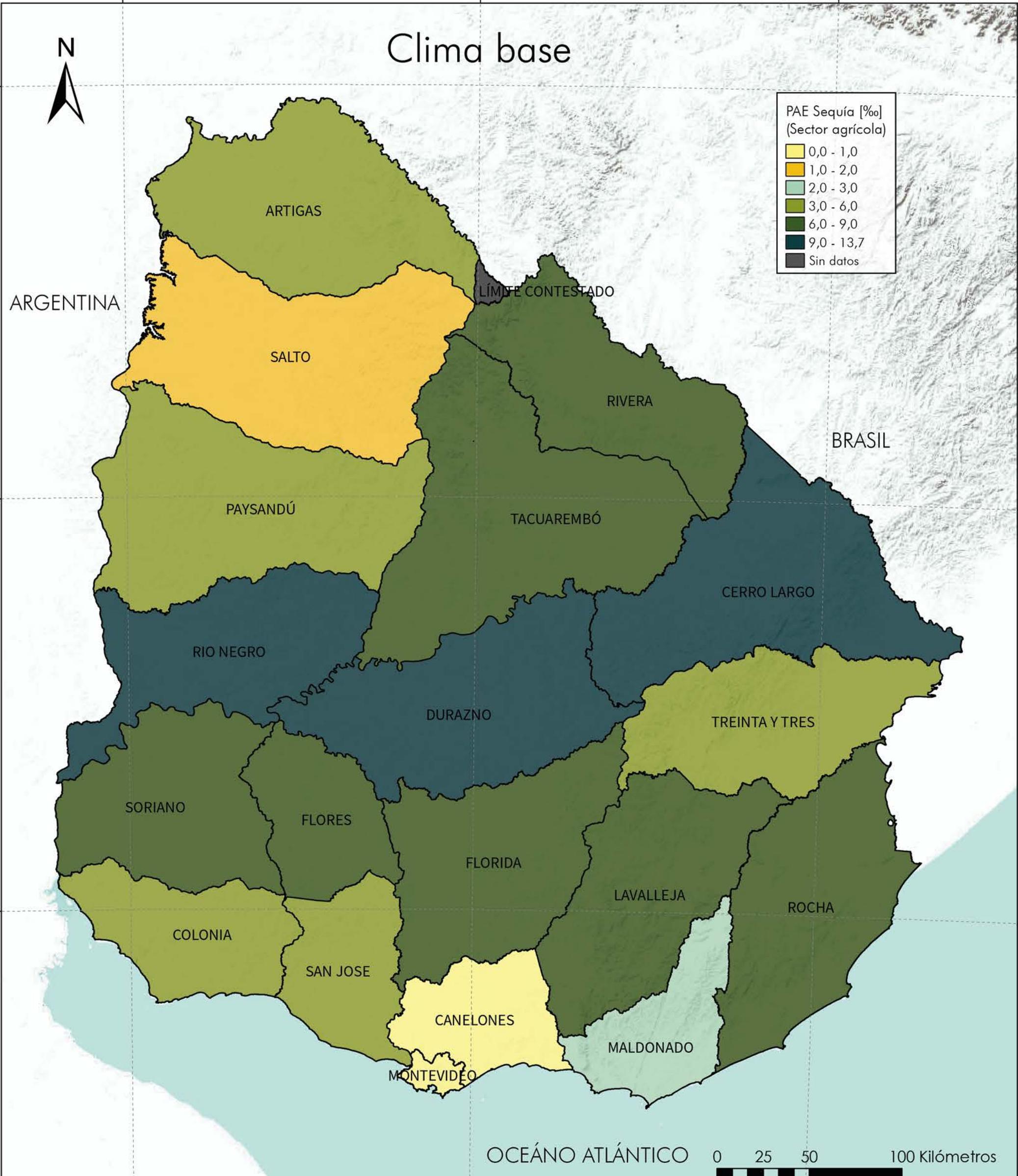
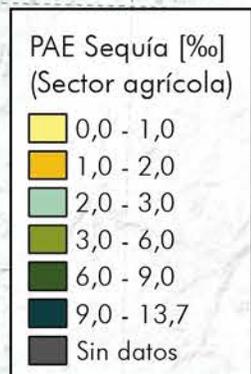
56°W

54°W

# Clima base



ARGENTINA



ARTIGAS

SALTO

PAYSANDÚ

RIO NEGRO

SORIANO

COLONIA

FLORES

SAN JOSE

DURAZNO

FLORIDA

CANELONES

MONTEVIDEO

LÍMITE CONTESTADO

RIVERA

TACUAREMBÓ

TREINTA Y TRES

LAVALLEJA

MALDONADO

BRASIL

CERRO LARGO

ROCHA

OCEÁNO ATLÁNTICO

0 25 50 100 Kilómetros

Mapa 55. PAE Relativa por sequía por departamento clima base. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

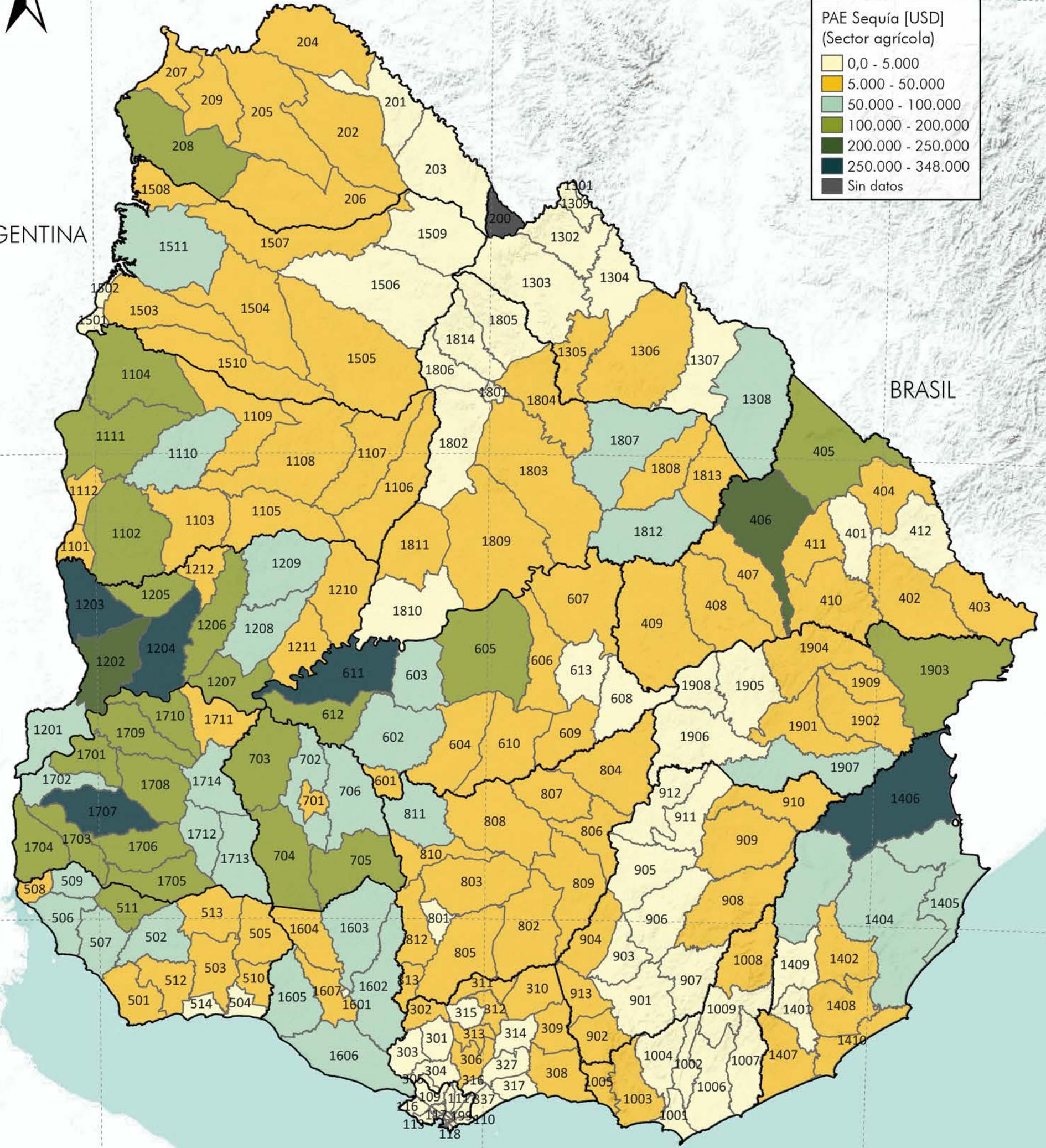
54°W

# Clima base



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO



Mapa 56. PAE Absoluta por sequía por sección censal clima base. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

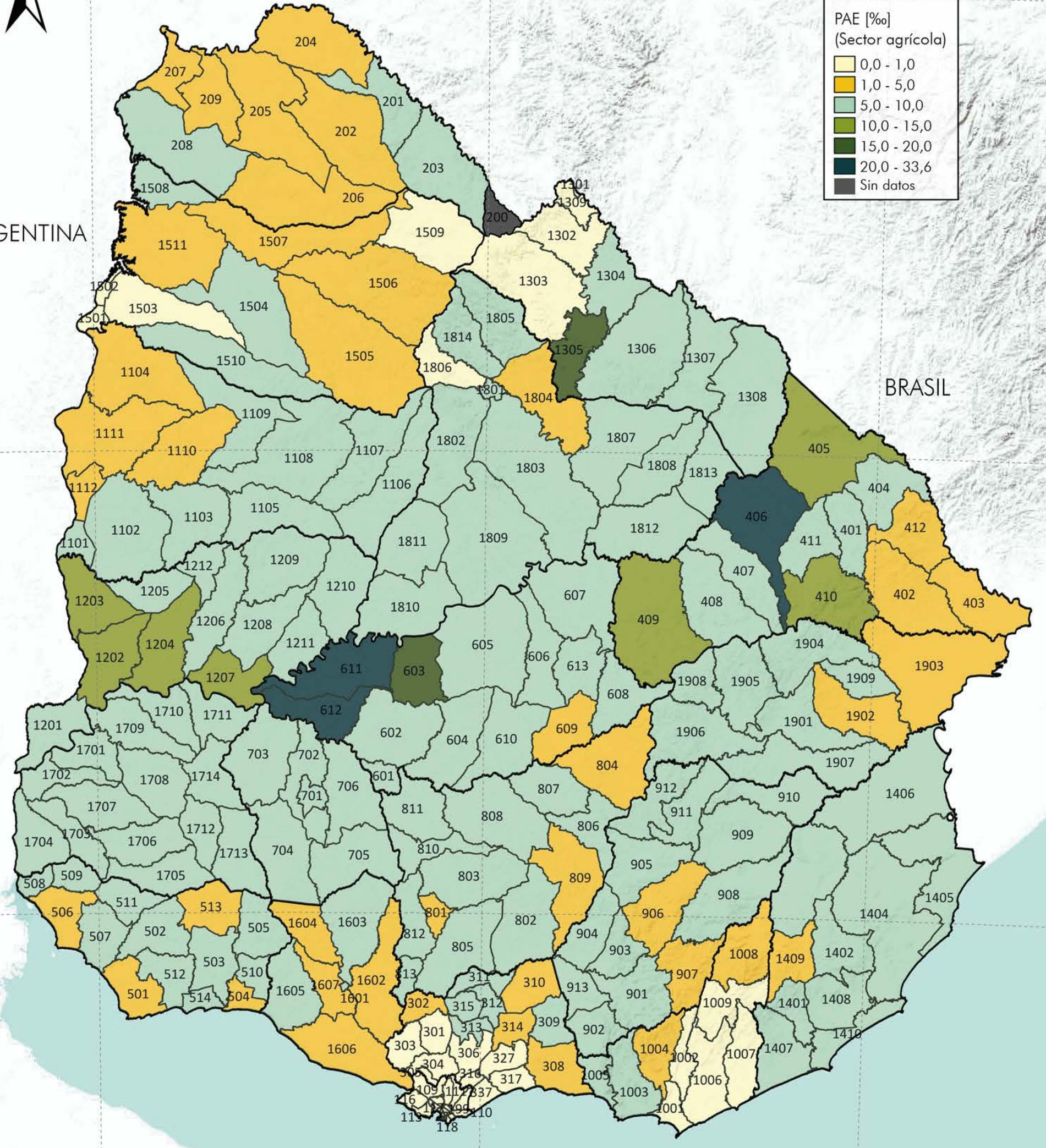
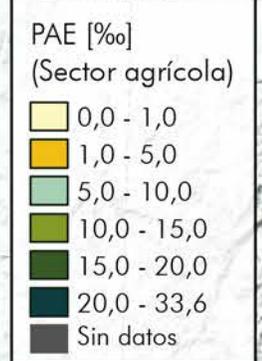
54°W

# Clima base



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO



Mapa 57. PAE Relativa por sequía por sección censal clima base. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

54°W

# RCP 2.6



ARGENTINA

BRASIL



ARTIGAS

LÍMITE CONTESTADO

SALTO

RIVERA

PAYSANDÚ

TACUAREMBÓ

CERRO LARGO

RIO NEGRO

DURAZNO

TREINTA Y TRES

SORIANO

FLORES

FLORIDA

LAVALLEJA

ROCHA

COLONIA

SAN JOSE

CANELONES

MALDONADO

MONTEVIDEO

OCEÁNO ATLÁNTICO

0 25 50 100 Kilómetros

Mapa 58. PAE Absoluta por sequía por departamento RCP 2.6. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

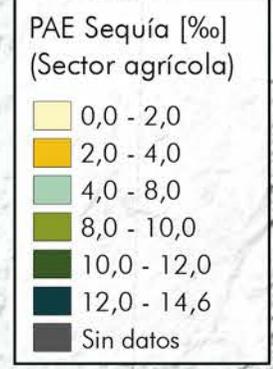
54°W

# RCP 2.6



ARGENTINA

BRASIL



ARTIGAS

SALTO

LÍMITE CONTESTADO

RIVERA

PAYSANDÚ

TACUAREMBÓ

CERRO LARGO

RIO NEGRO

DURAZNO

TREINTA Y TRES

SORIANO

FLORES

FLORIDA

LAVALLEJA

ROCHA

COLONIA

SAN JOSE

CANELONES

MALDONADO

MONTEVIDEO

OCEÁNO ATLÁNTICO

0 25 50 100 Kilómetros

Mapa 59. PAE Relativa por sequía por departamento RCP 2.6. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

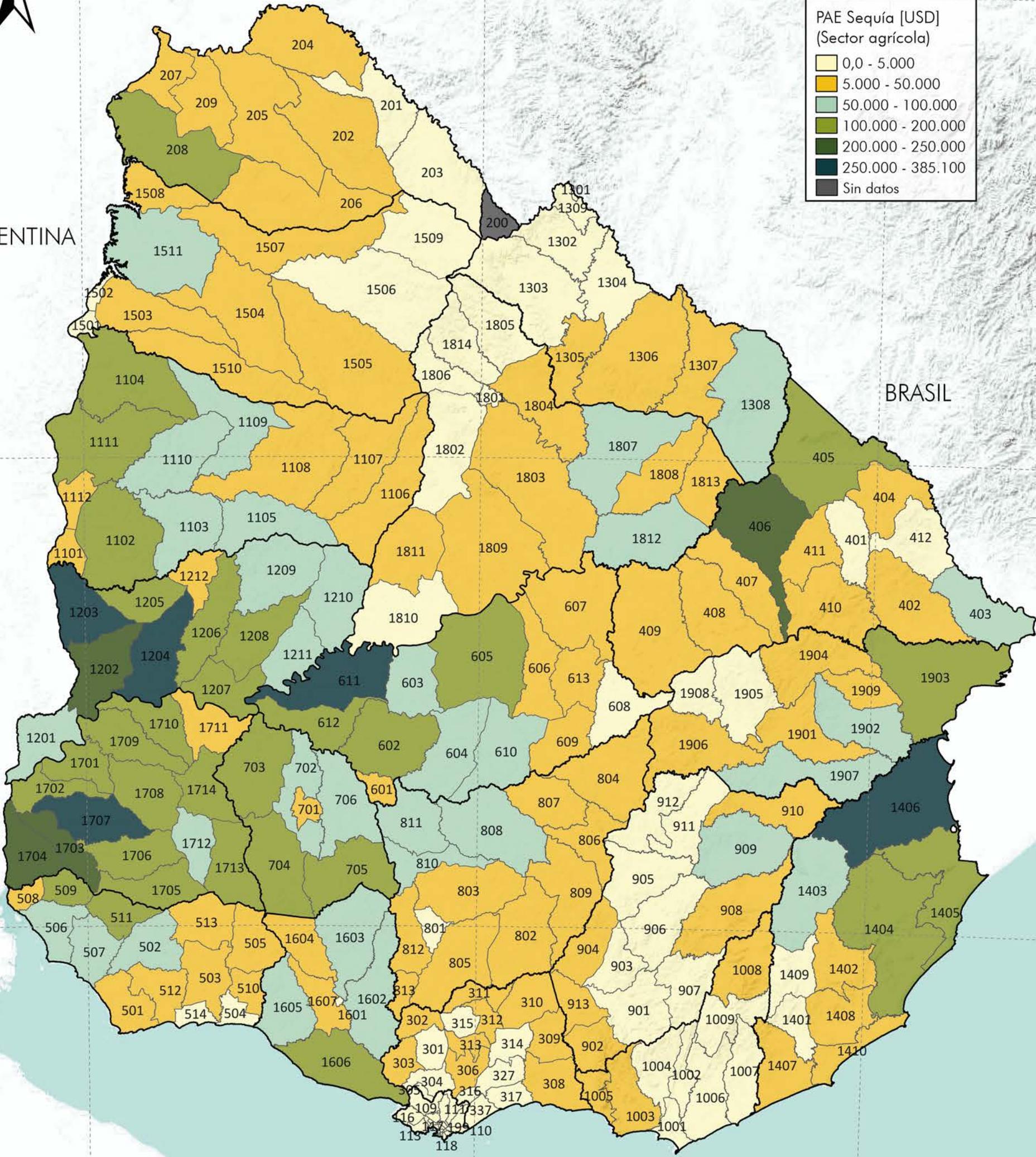
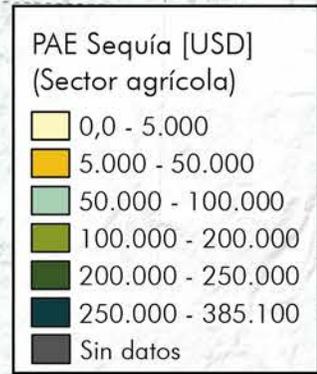
54°W

# RCP 2.6



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO



Mapa 60. PAE Absoluta por sequía por sección censal RCP 2.6. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

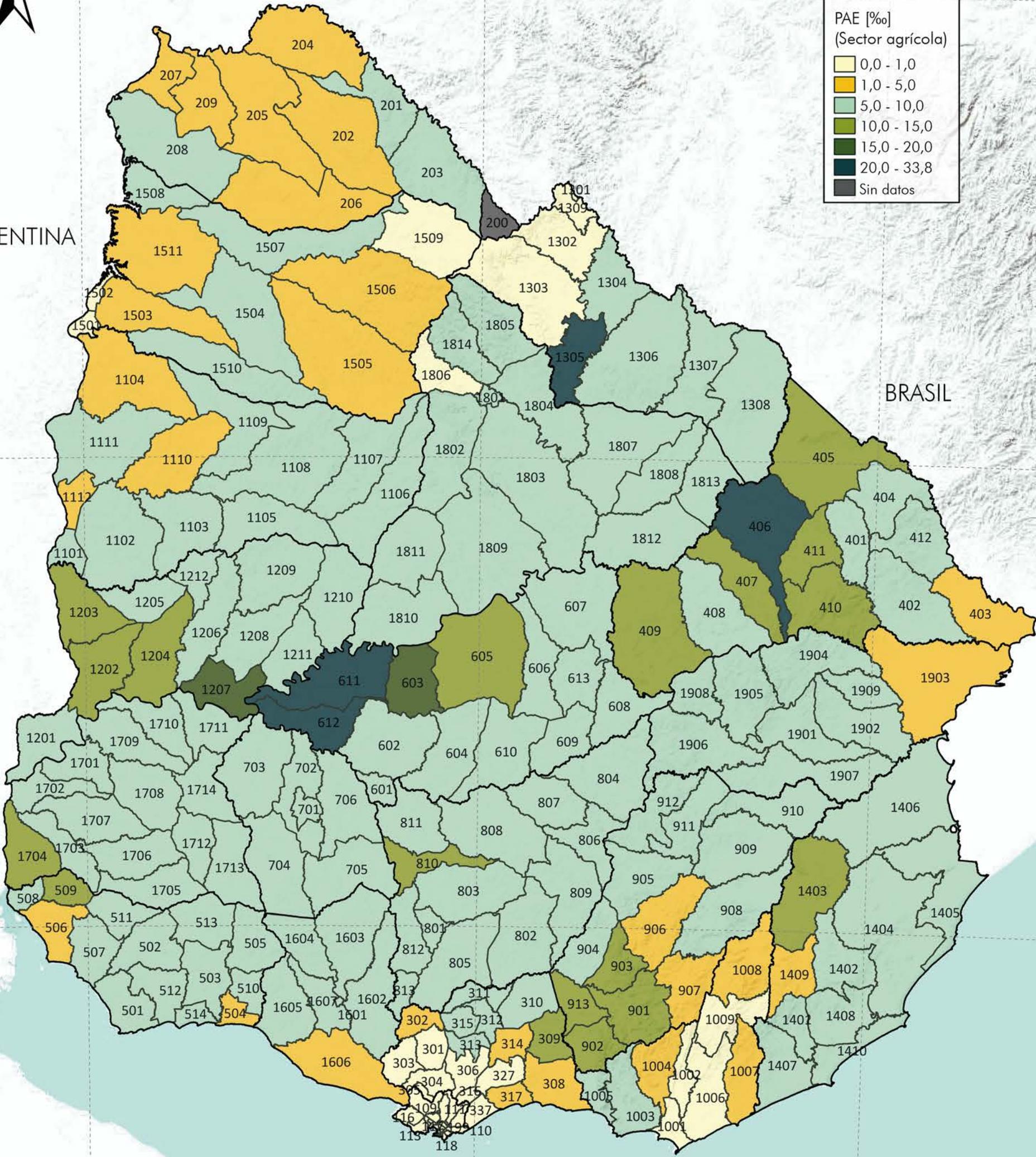
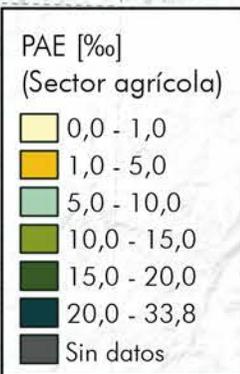
54°W

# RCP 2.6



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 61. PAE Relativa por sequía por sección censal RCP 2.6. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

54°W

# RCP 4.5



ARGENTINA

BRASIL



ARTIGAS

LÍMITE CONTESTADO

SALTO

RIVERA

PAYSANDÚ

TACUAREMBÓ

CERRO LARGO

RIO NEGRO

DURAZNO

TREINTA Y TRES

SORIANO

FLORES

FLORIDA

LAVALLEJA

ROCHA

COLONIA

SAN JOSE

CANELONES

MALDONADO

MONTEVIDEO

OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 62. PAE Absoluta por sequía por departamento RCP 4.5. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

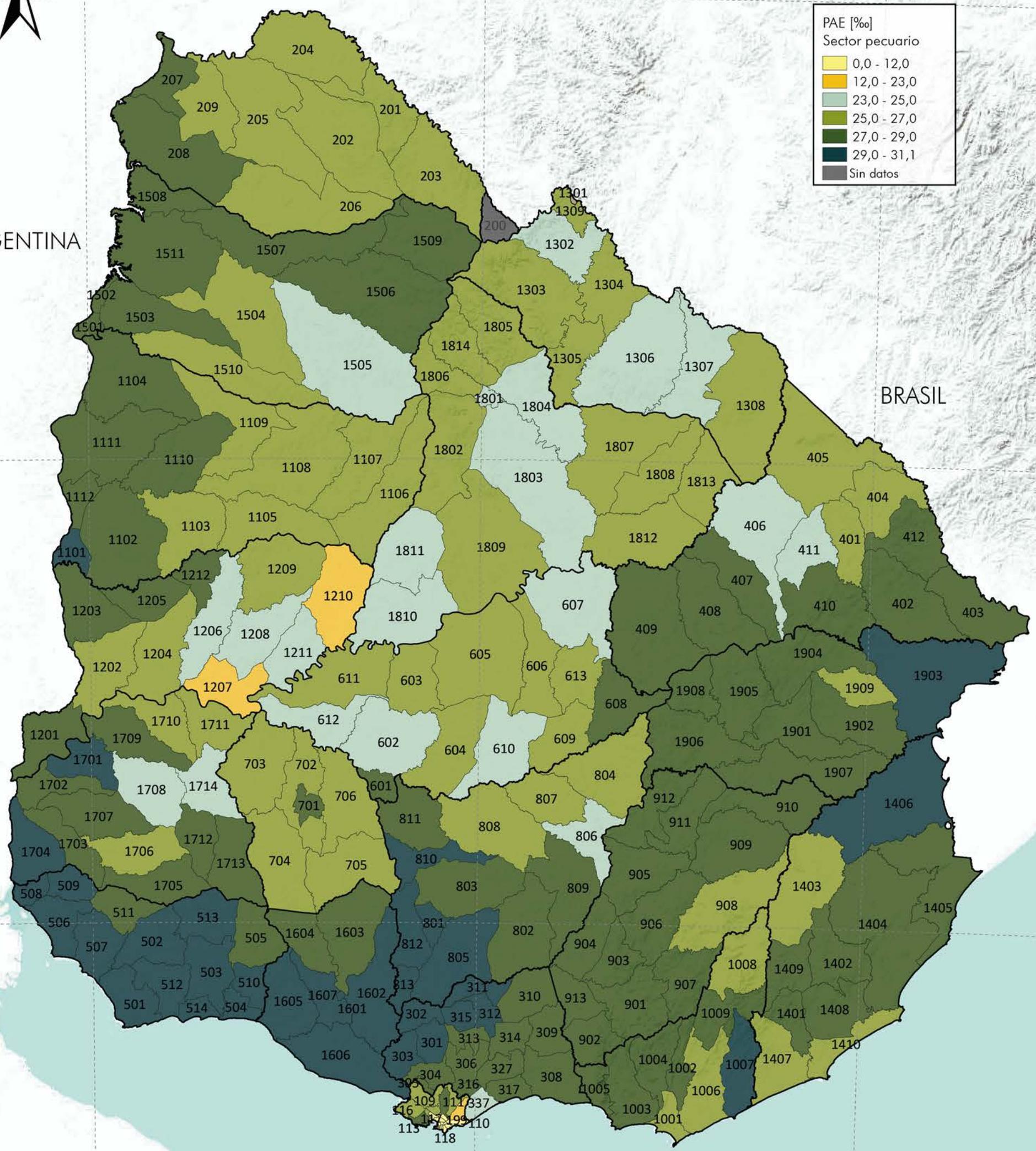
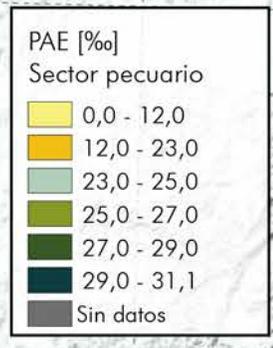
54°W

# RCP 4.5



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 63. PAE Relativa por sequía por departamento RCP 4.5. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

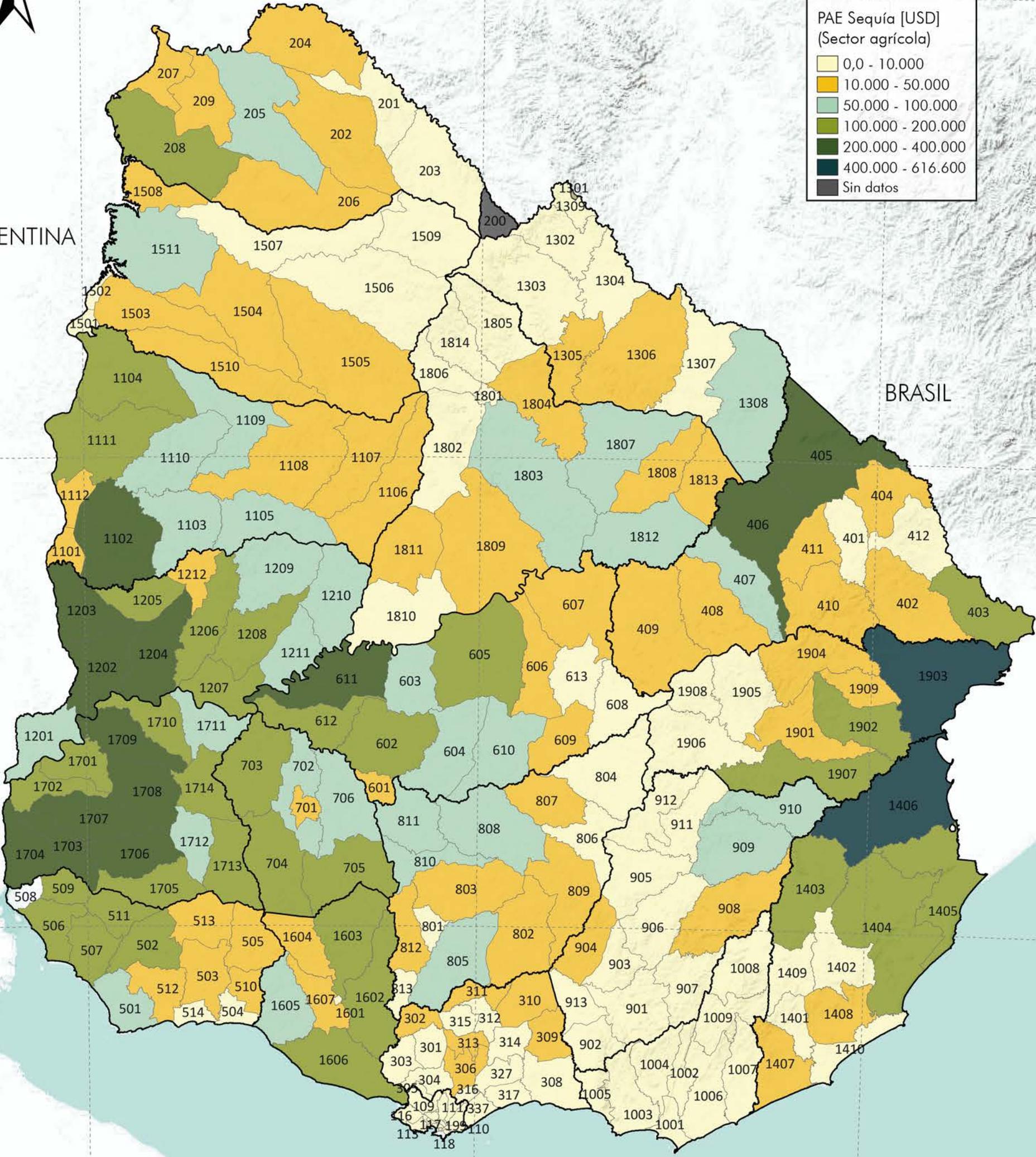
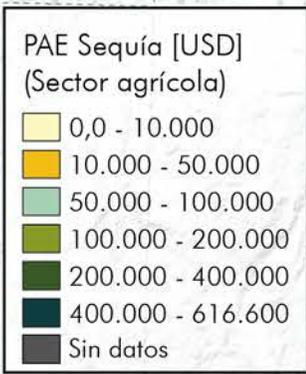
54°W

# RCP 4.5



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO



Mapa 64. PAE Absoluta por sequía por sección censal RCP 4.5. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

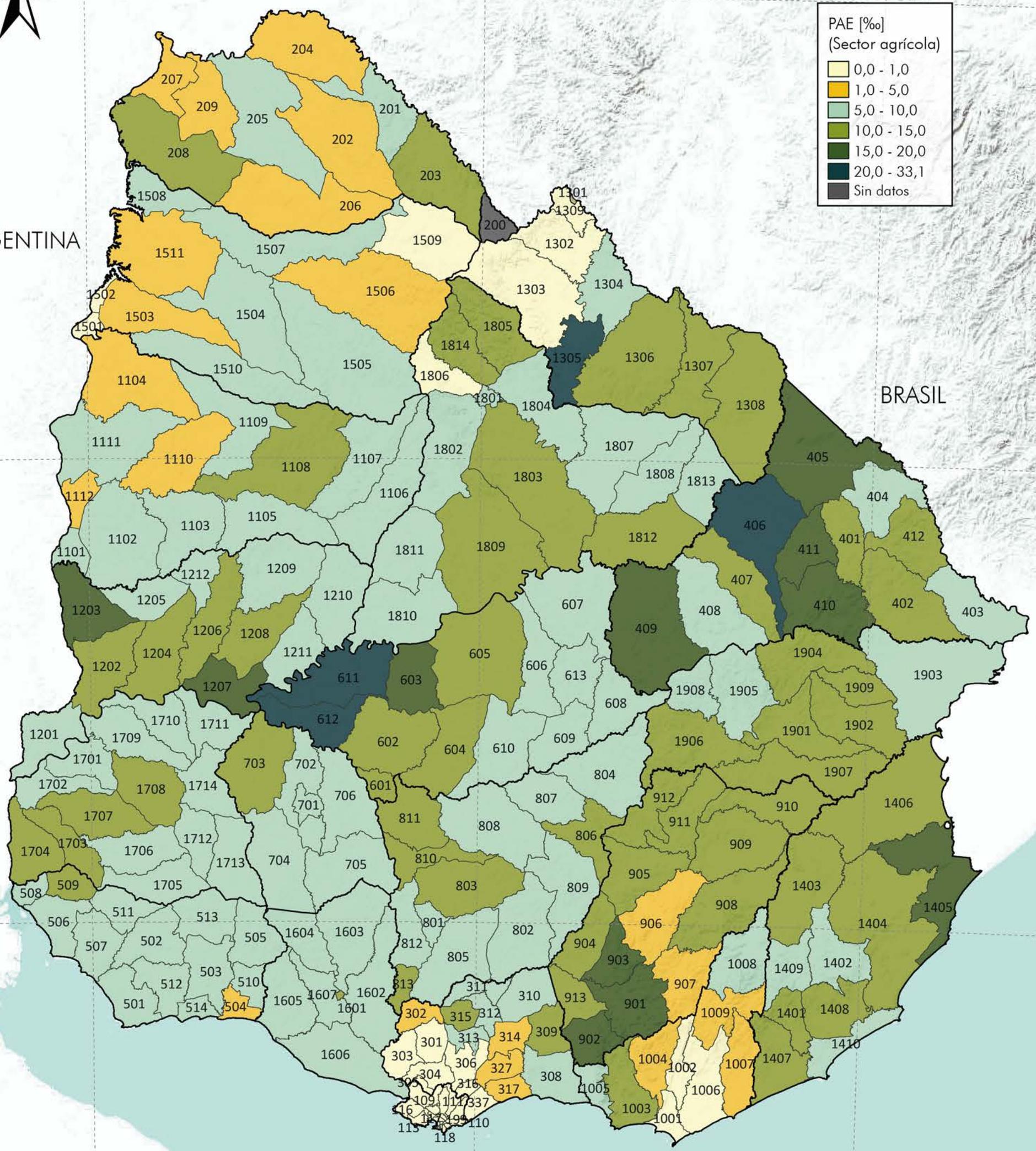
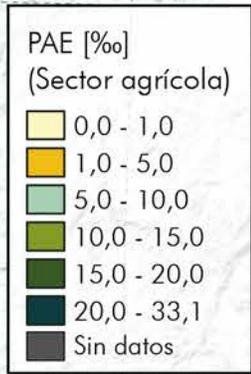
54°W

# RCP 4.5



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO

0 25 50 100 Kilómetros



Mapa 65. PAE Relativa por sequía por sección censal RCP 4.5. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

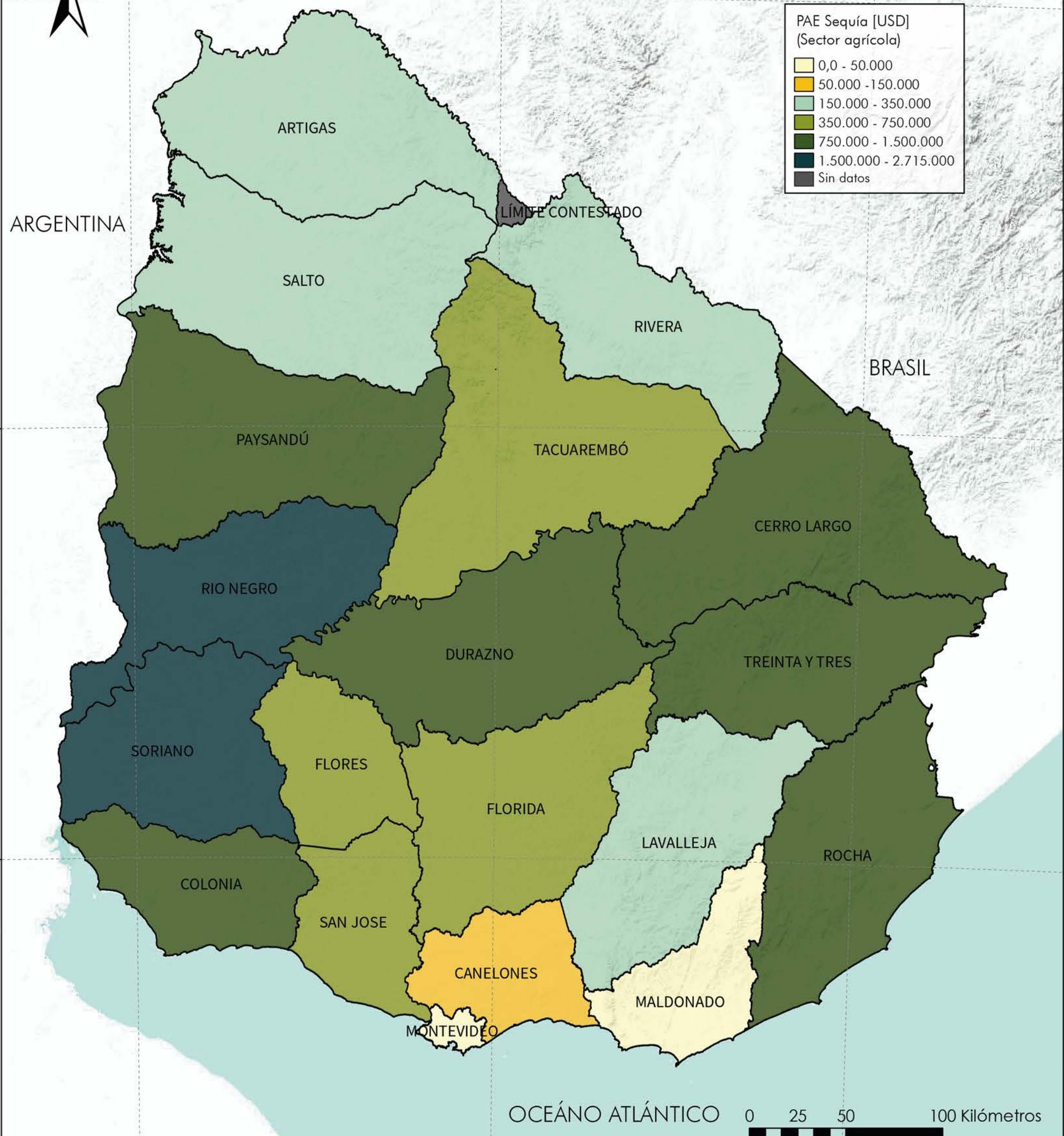
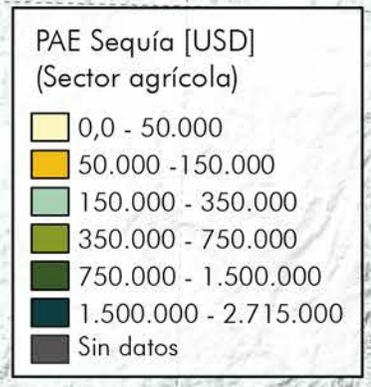
54°W

# RCP 6



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 66. PAE Absoluta por sequía por departamento RCP 6. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

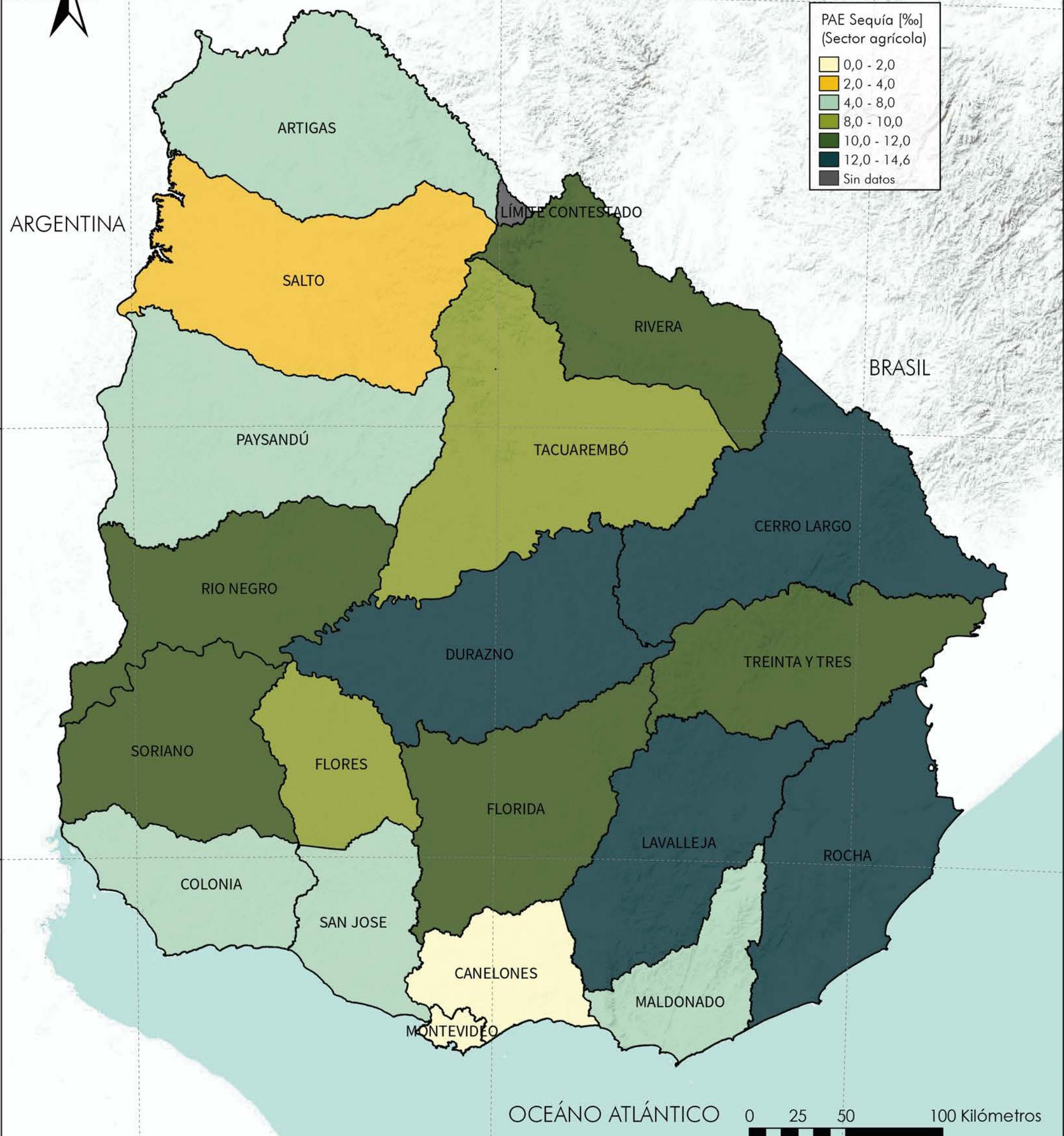
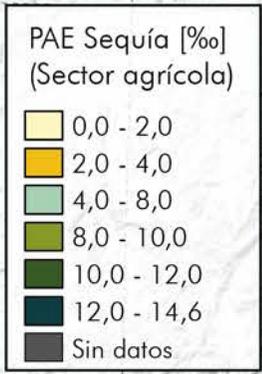
54°W

# RCP 6



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO



Mapa 67. PAE Relativa por sequía por departamento RCP 6. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

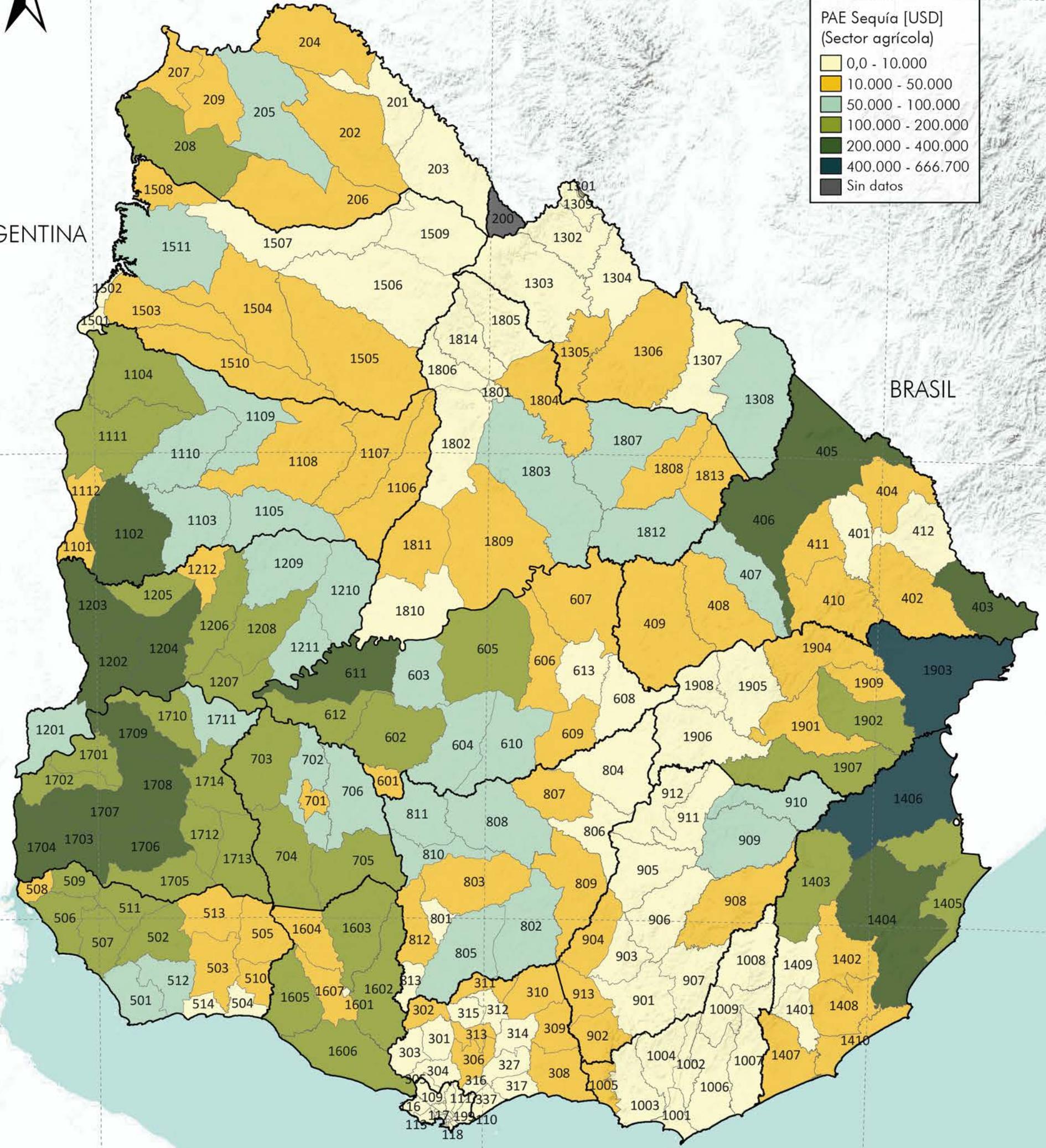
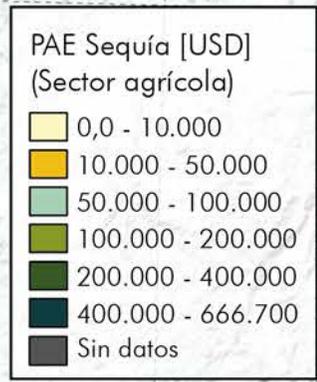
54°W

# RCP 6



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO



Mapa 68. PAE Absoluta por sequía por sección censal RCP 6. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

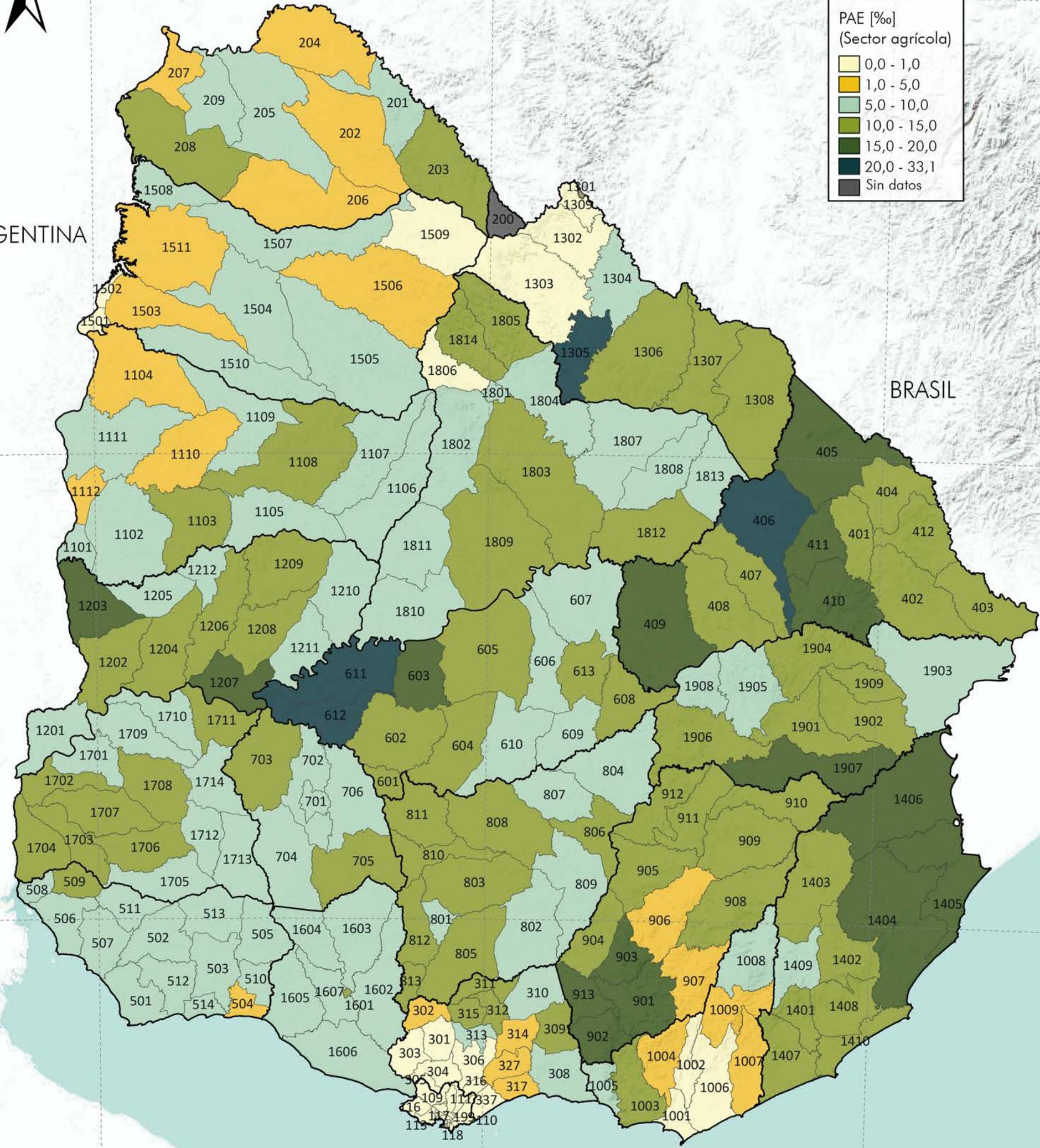
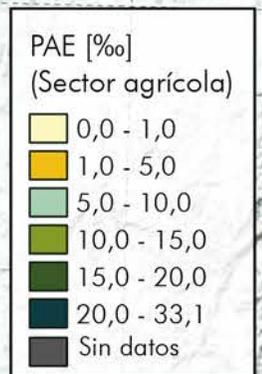
54°W

# RCP 6



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 69. PAE Relativa por sequía por sección censal RCP 6. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

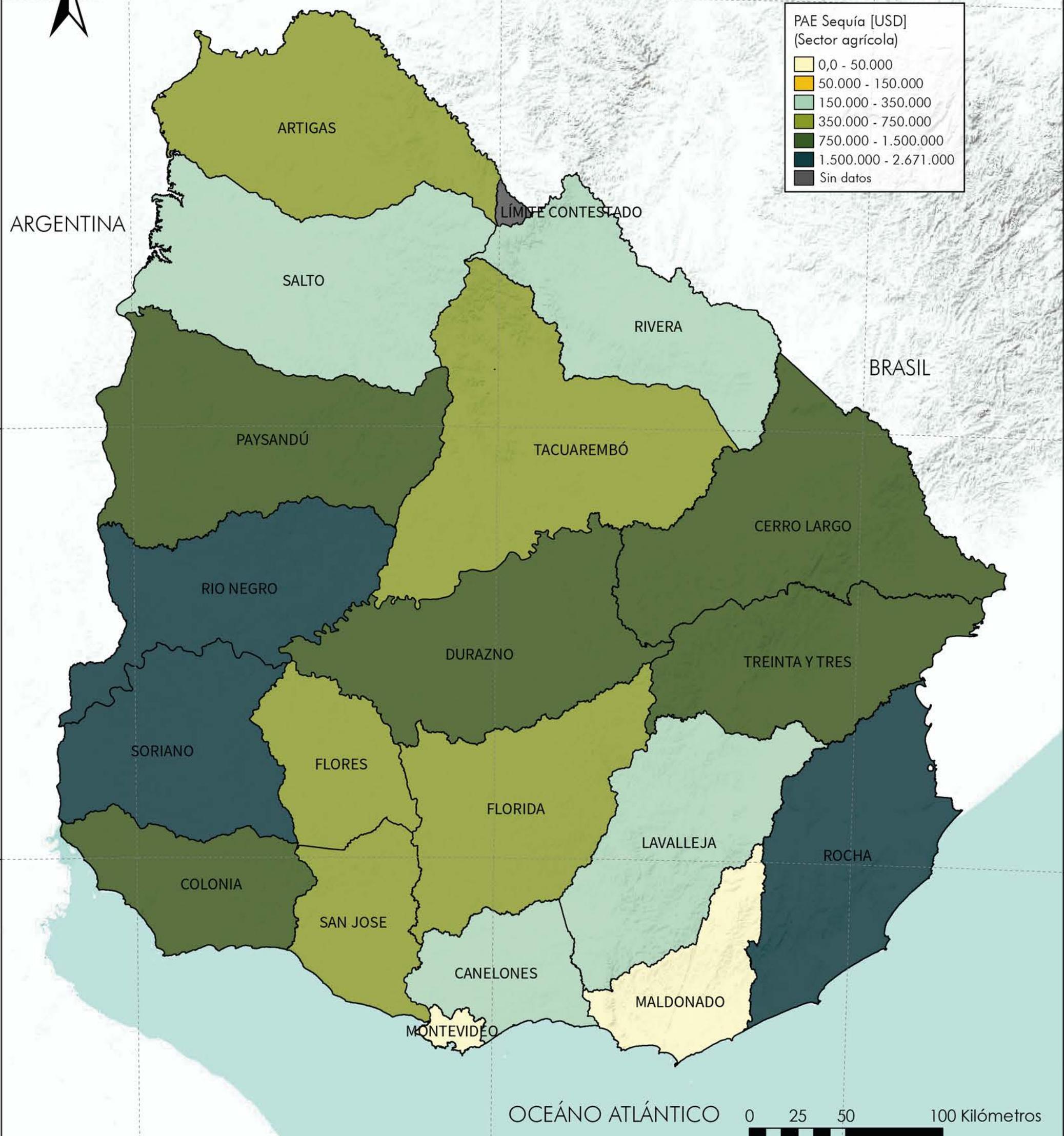
54°W

# RCP 8.5



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO



Mapa 70. PAE Absoluta por sequía por departamento RCP 8.5. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

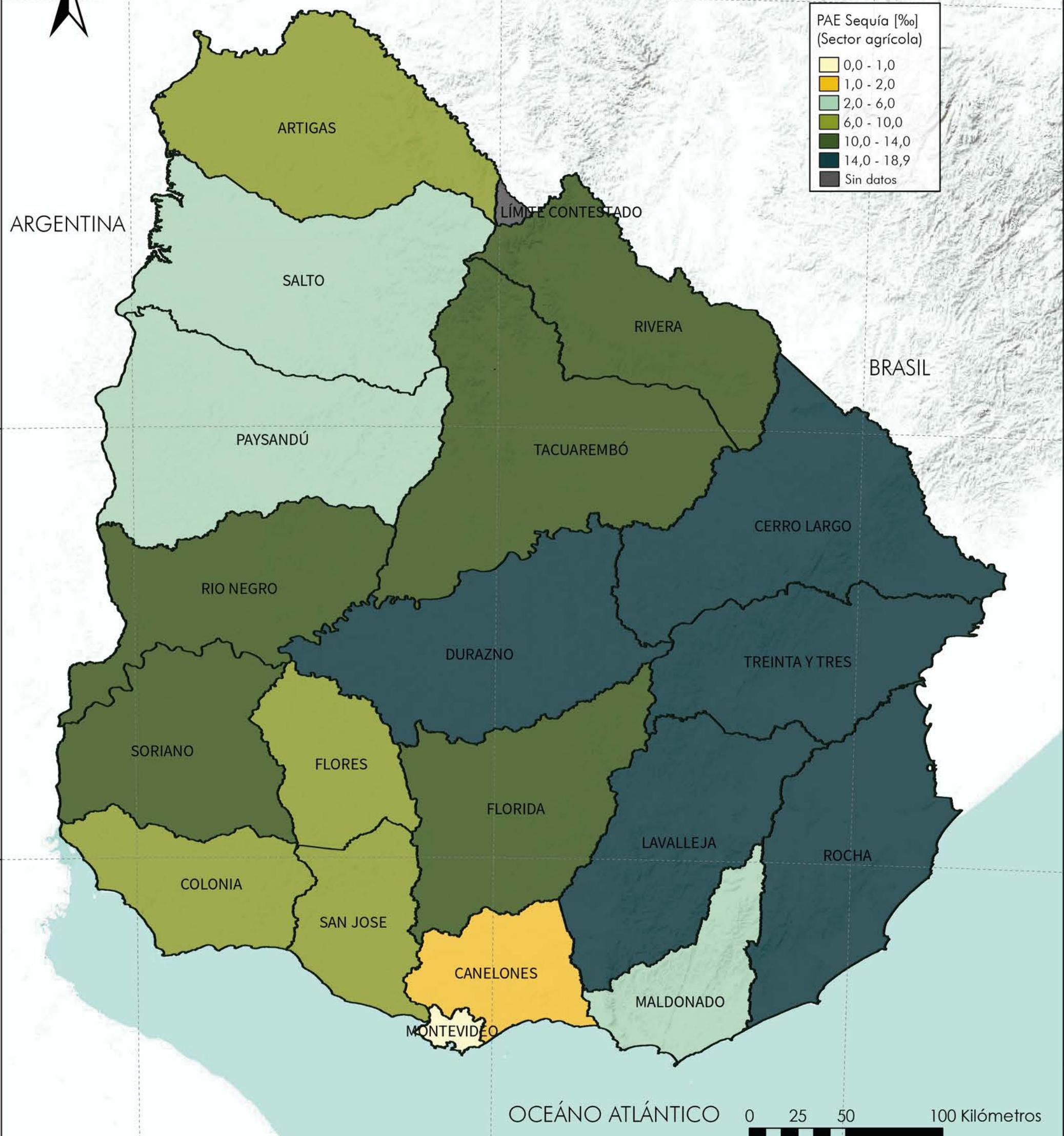
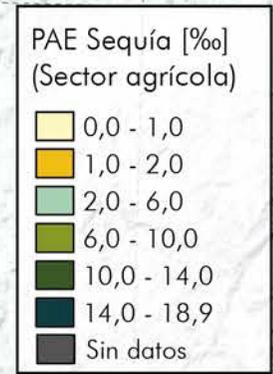
54°W

# RCP 8.5



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO



Mapa 71. PAE Relativa por sequía por departamento RCP 8.5. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

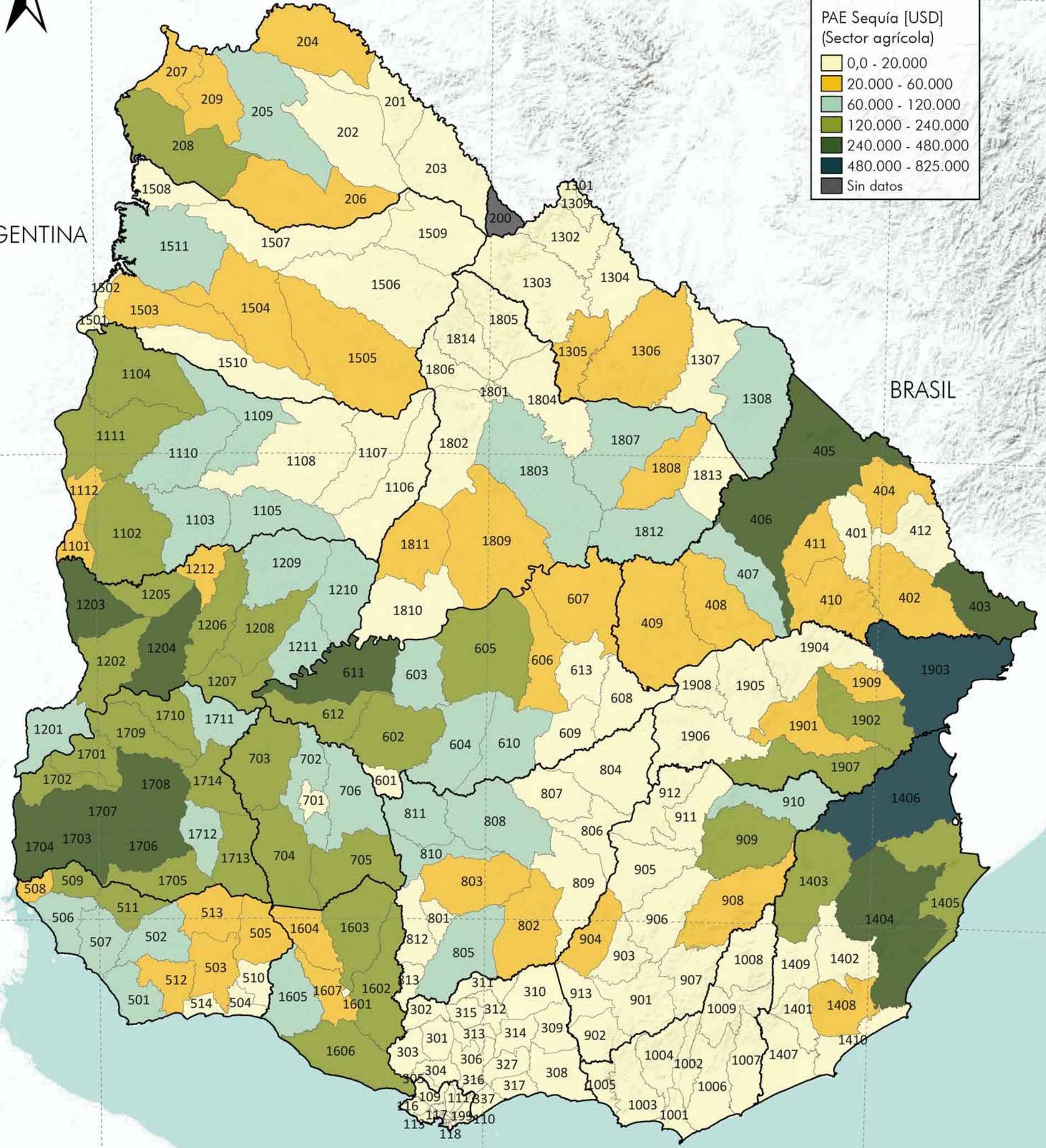
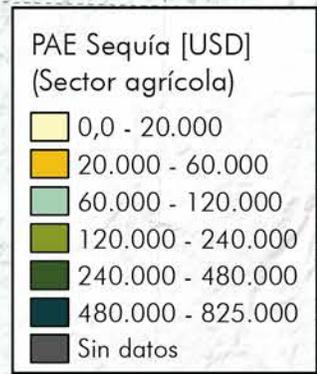
54°W

# RCP 8.5



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO



Mapa 72. PAE Absoluta por sequía por sección censal RCP 8.5. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

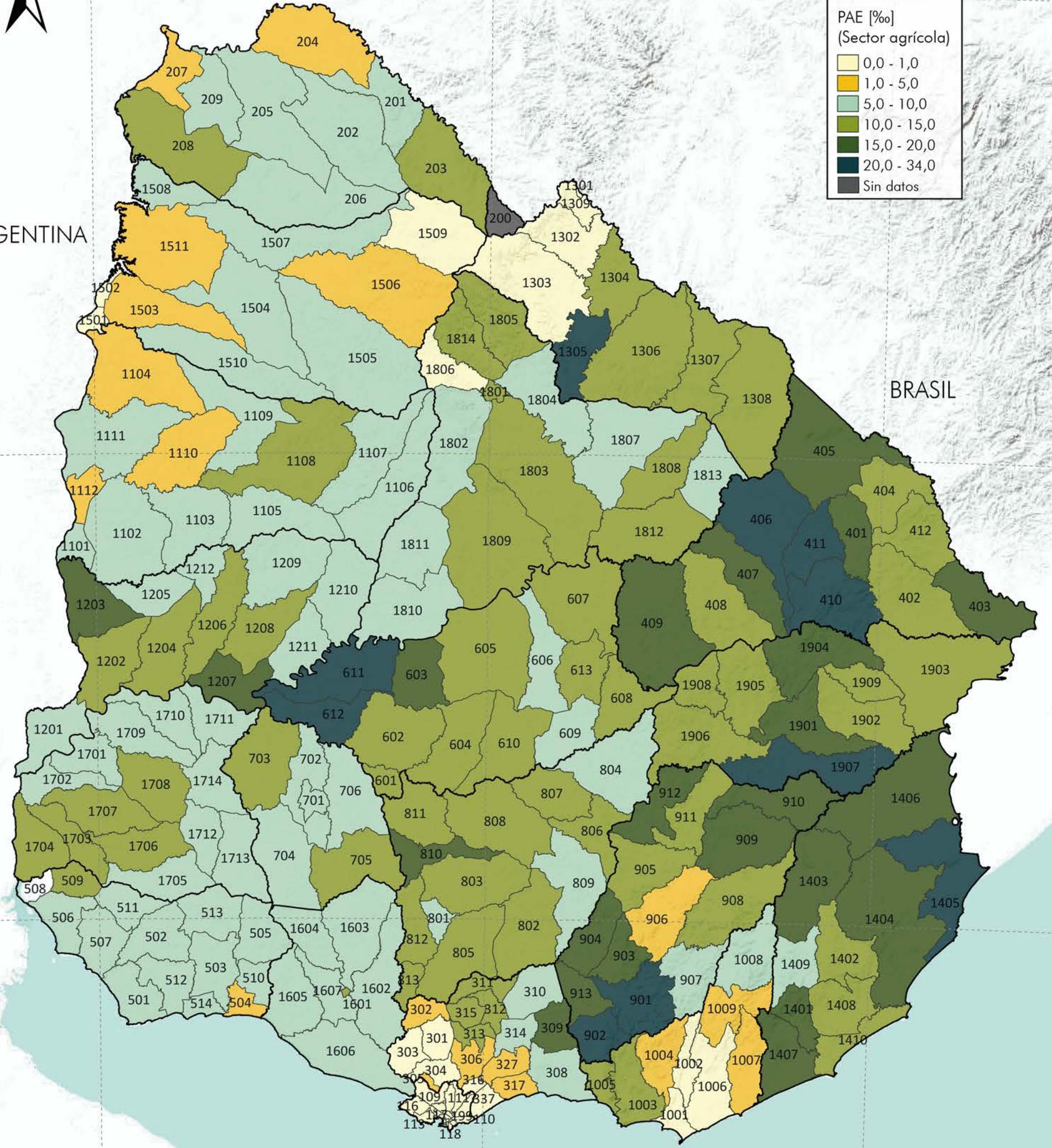
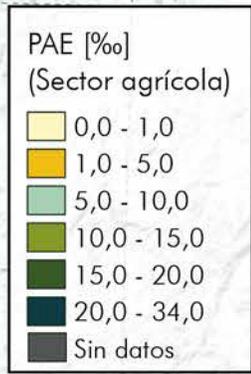
54°W

# RCP 8.5



ARGENTINA

BRASIL

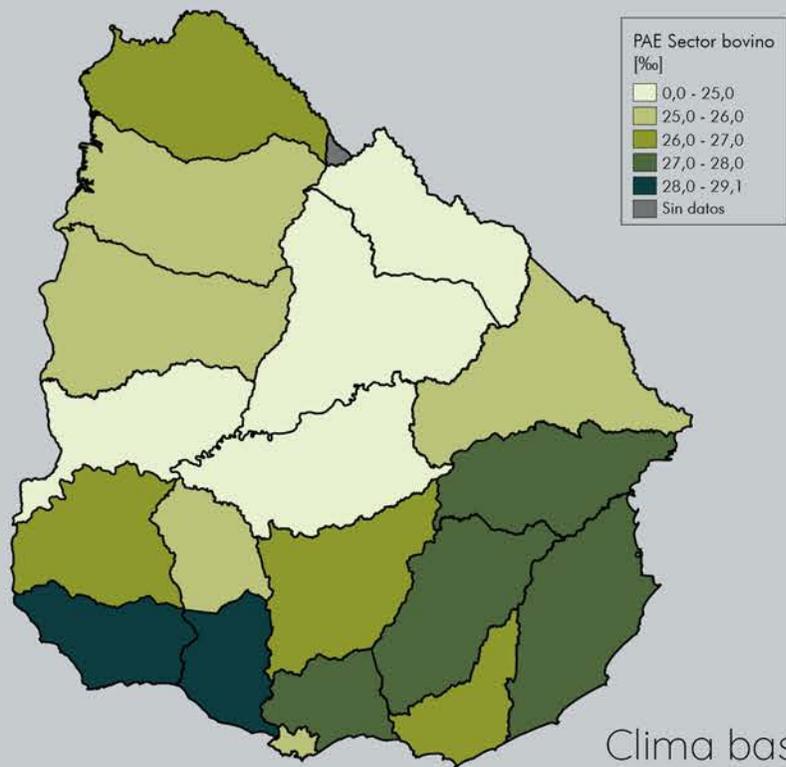


OCEANO ATLANTICO



Mapa 73. PAE Relativa por sequía por sección censal RCP 8.5. Total cultivos

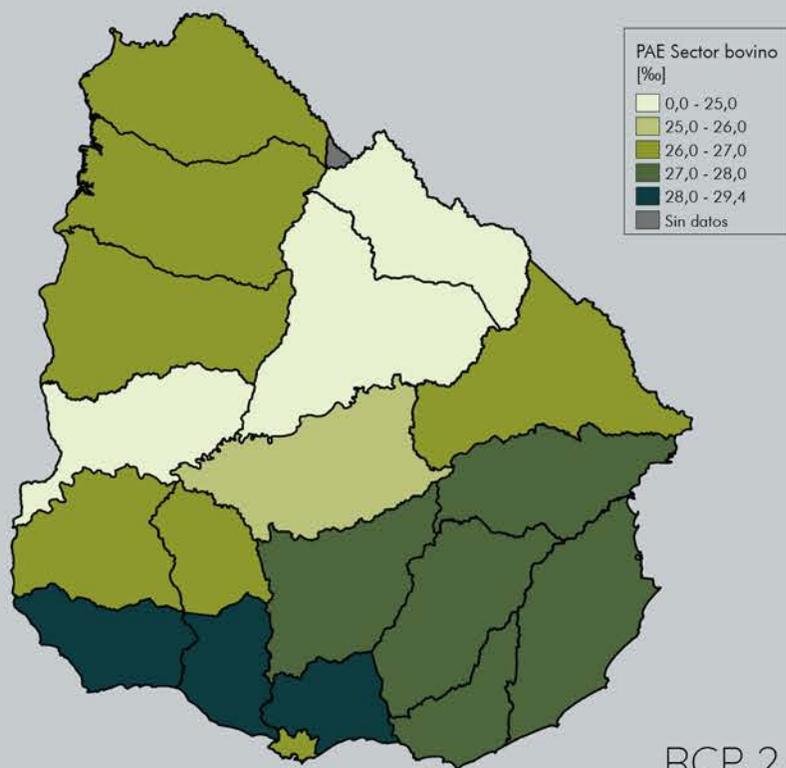
Sources: Esri, USGS, NOAA



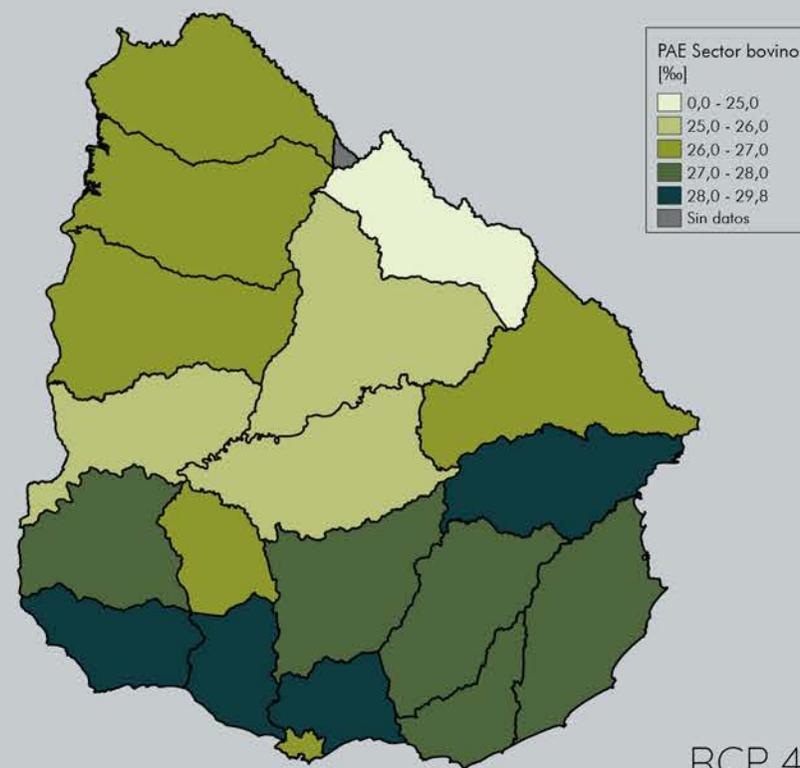
Clima base



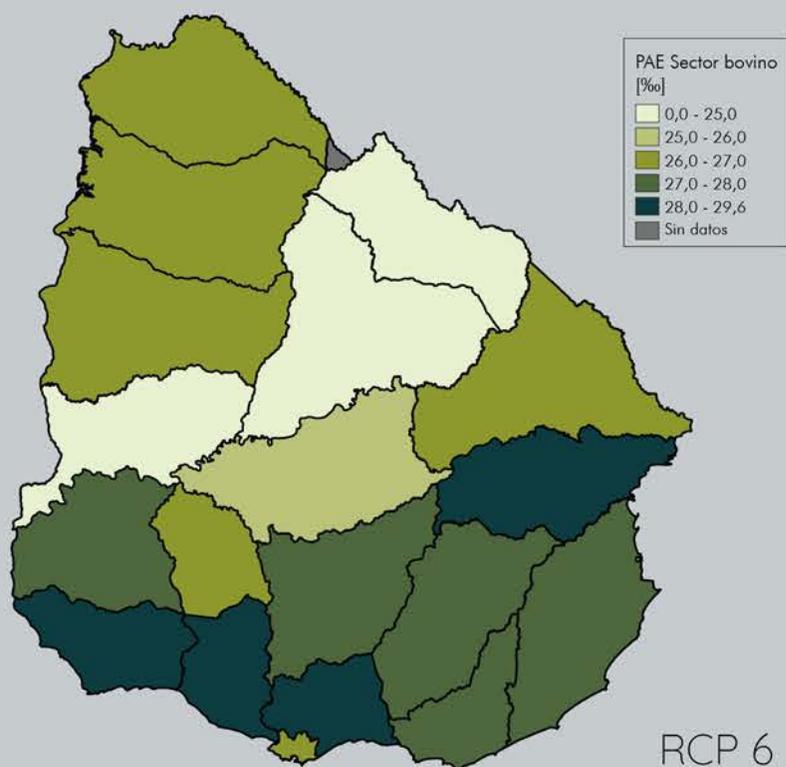
Imagen de thinaafreitas en Pixabay



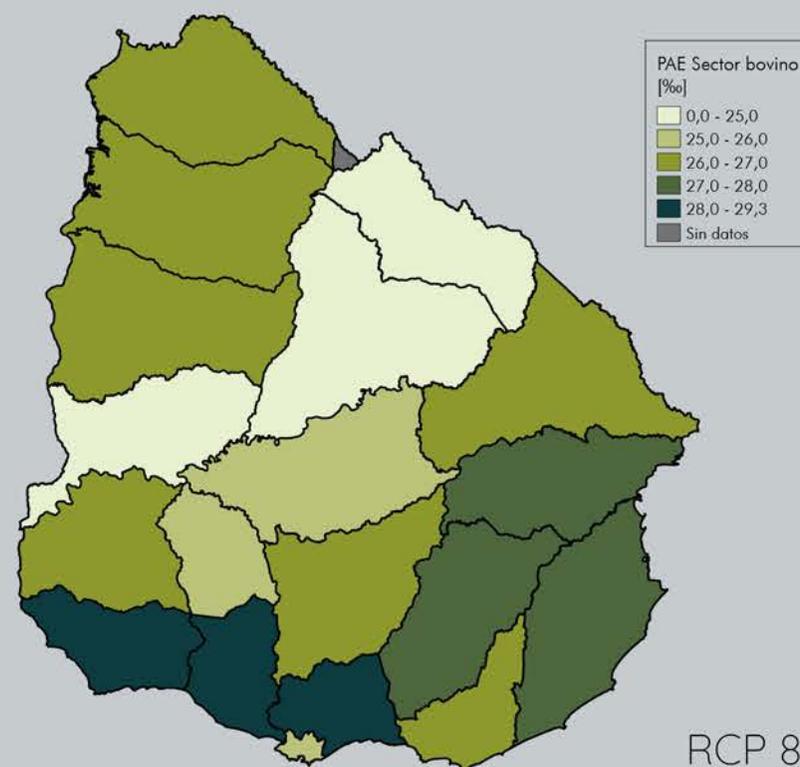
RCP 2.6



RCP 4.5

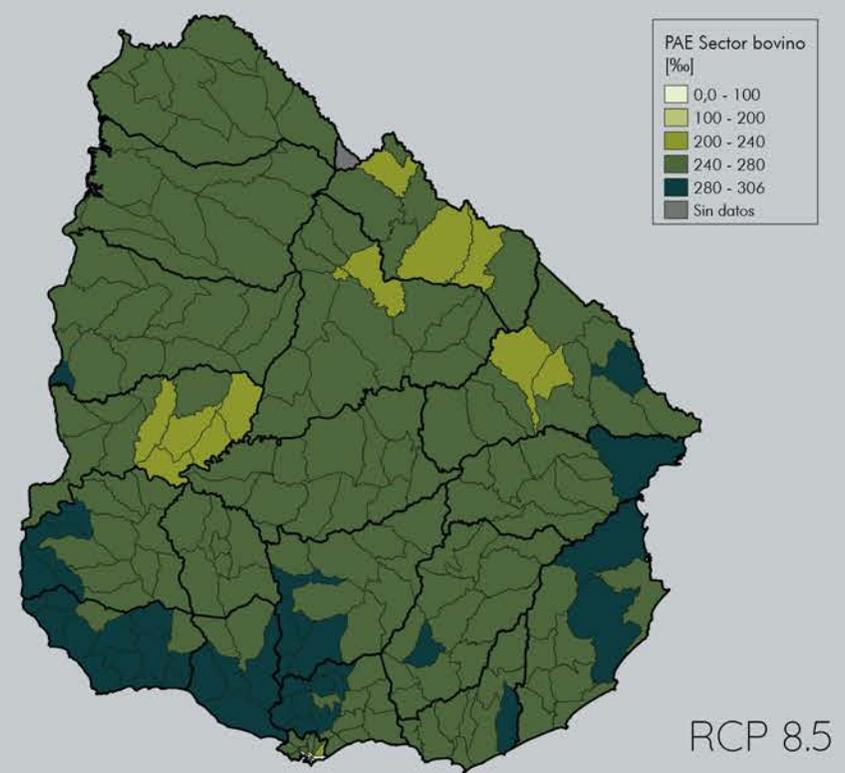
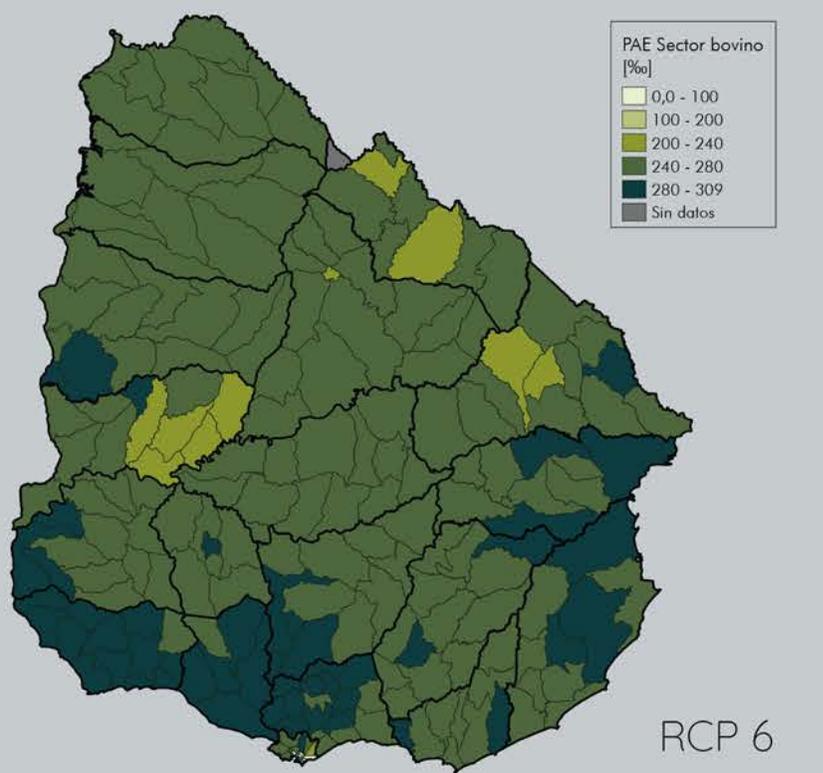
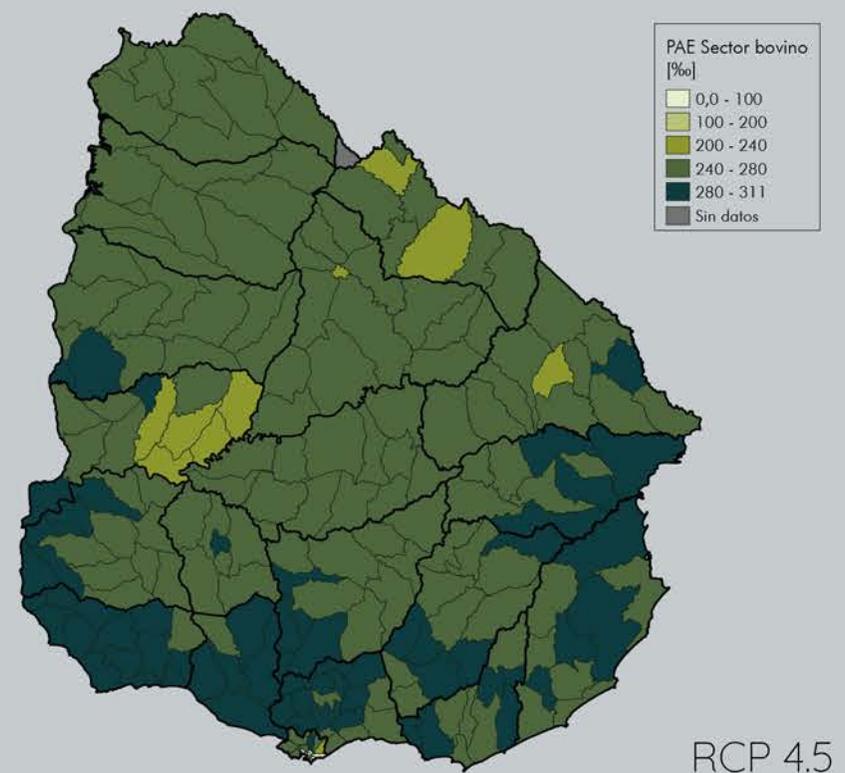
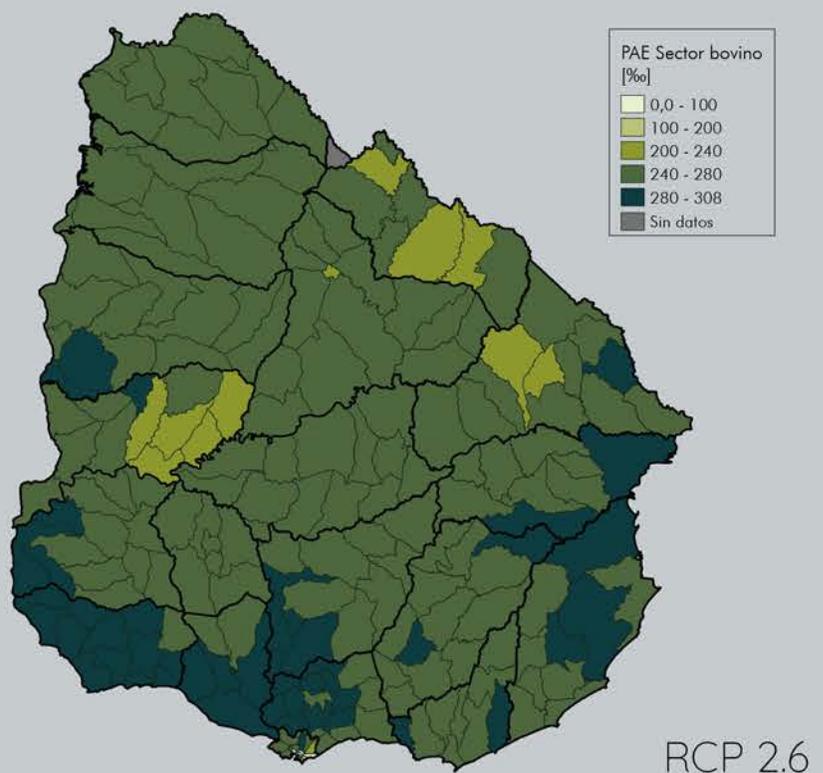
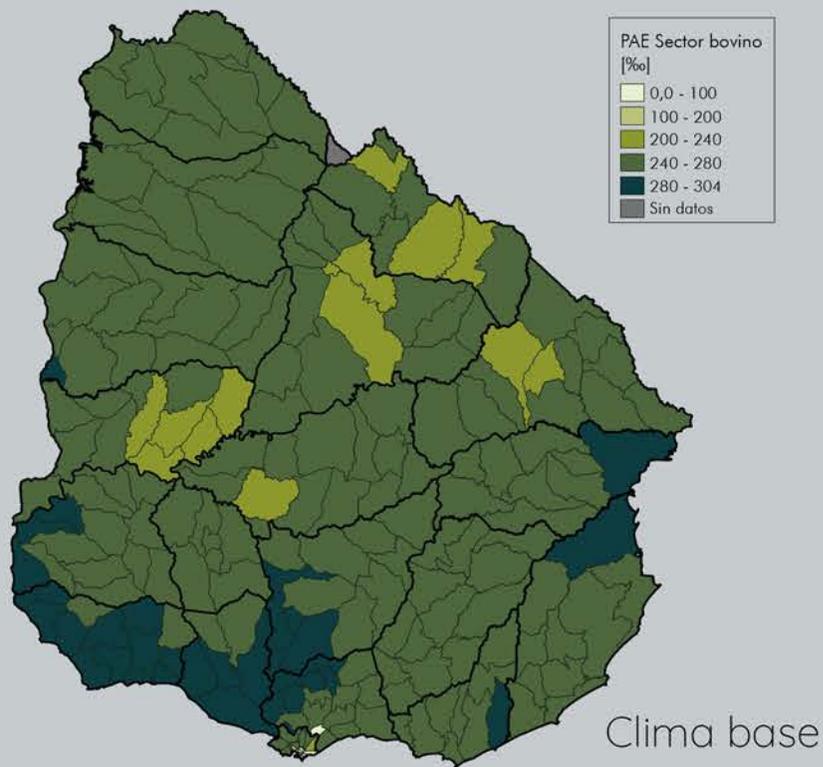


RCP 6

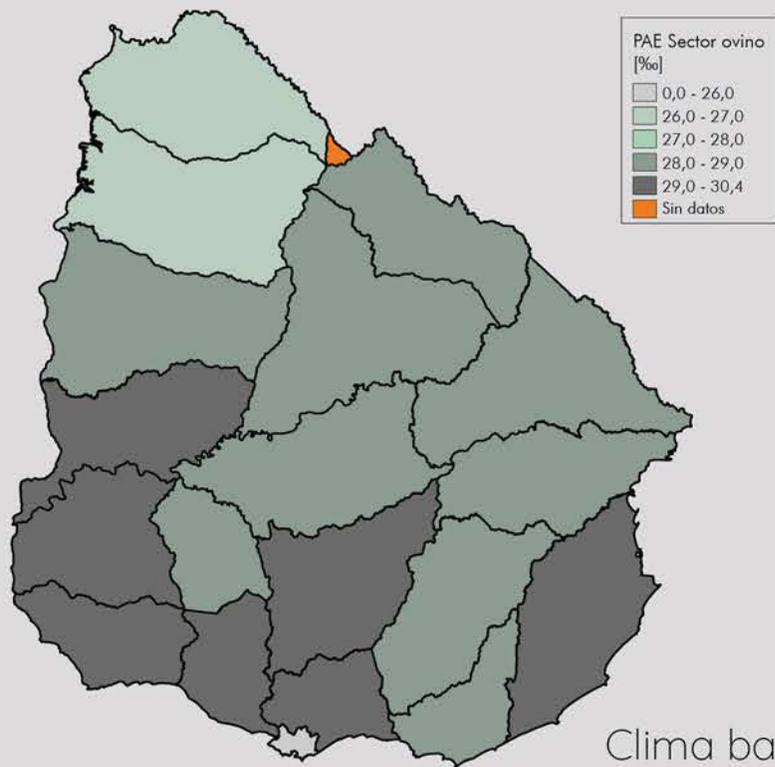


RCP 8.5

Mapa 74. PAE [%] por sequía. Sector bovino por departamento para diferentes escenarios de cambio climático



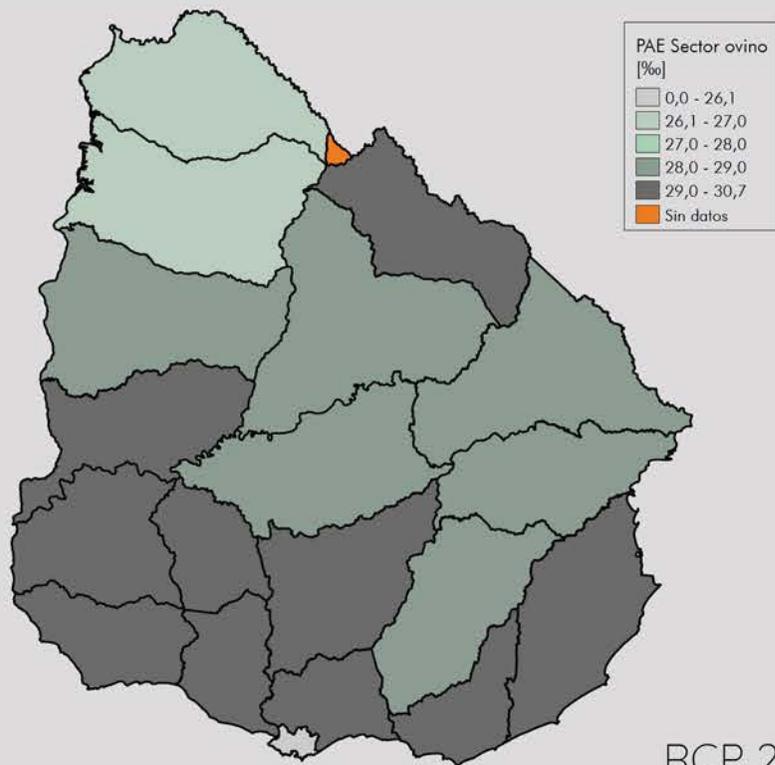
Mapa 75. PAE [%] por sequía. Sector bovino por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático



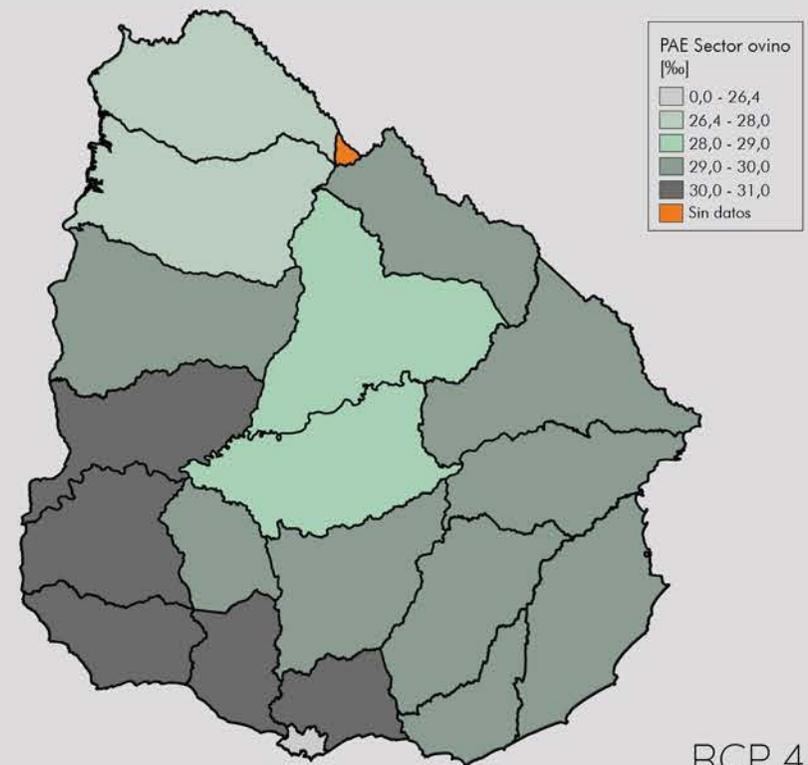
Clima base



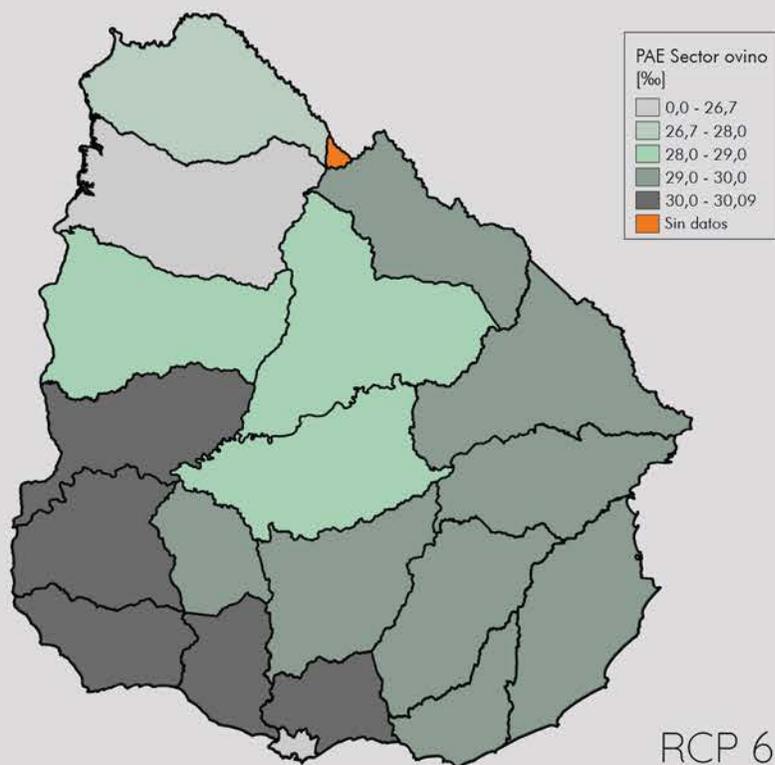
"Ovejas" flickr foto por jomudo <https://flickr.com/photos/jomudo/2974896809>. Licencia CC (BY-NC-ND)



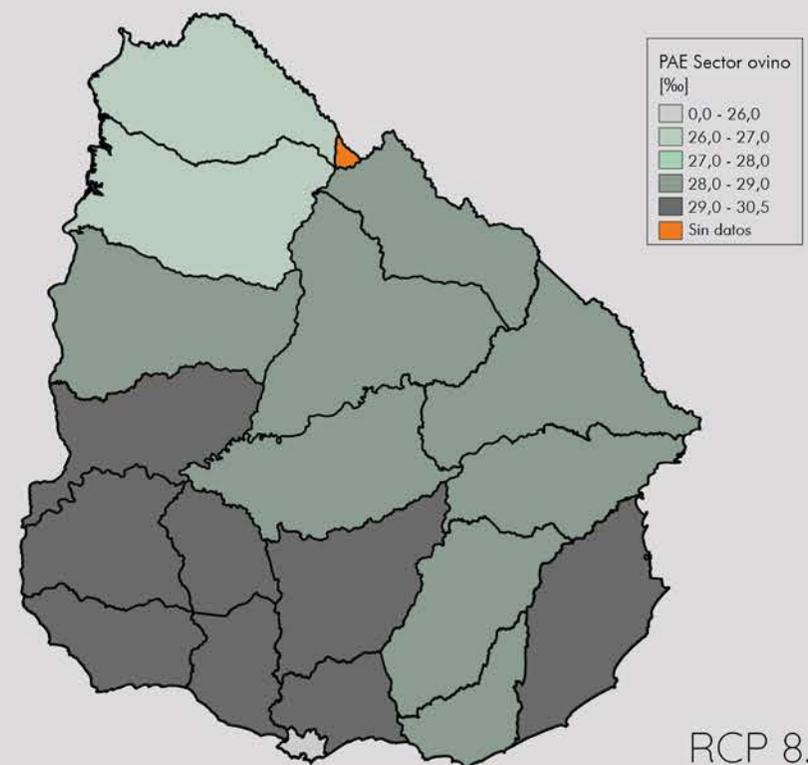
RCP 2.6



RCP 4.5

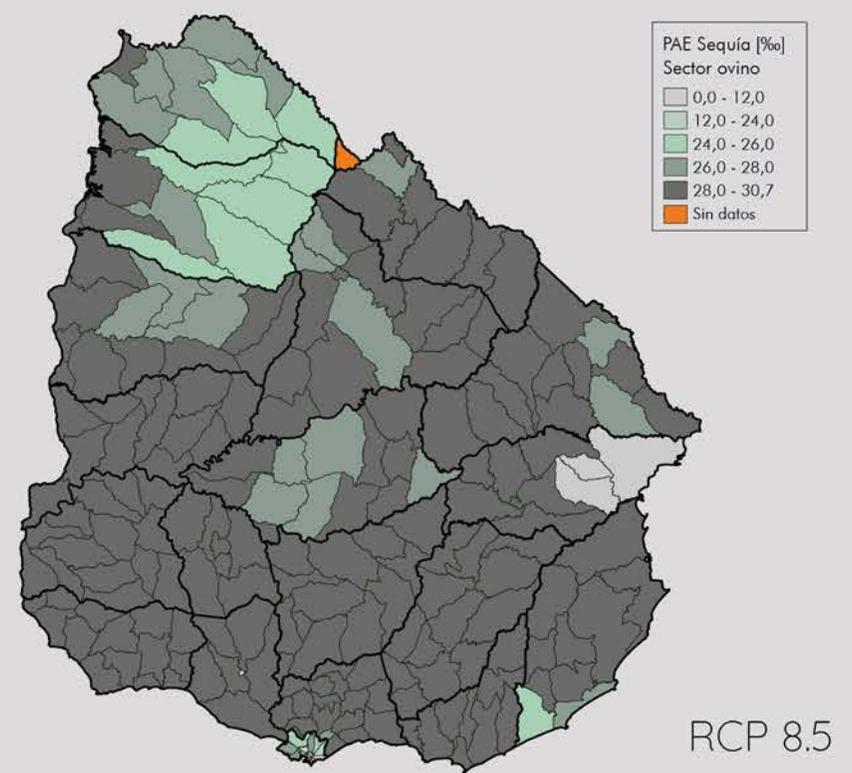
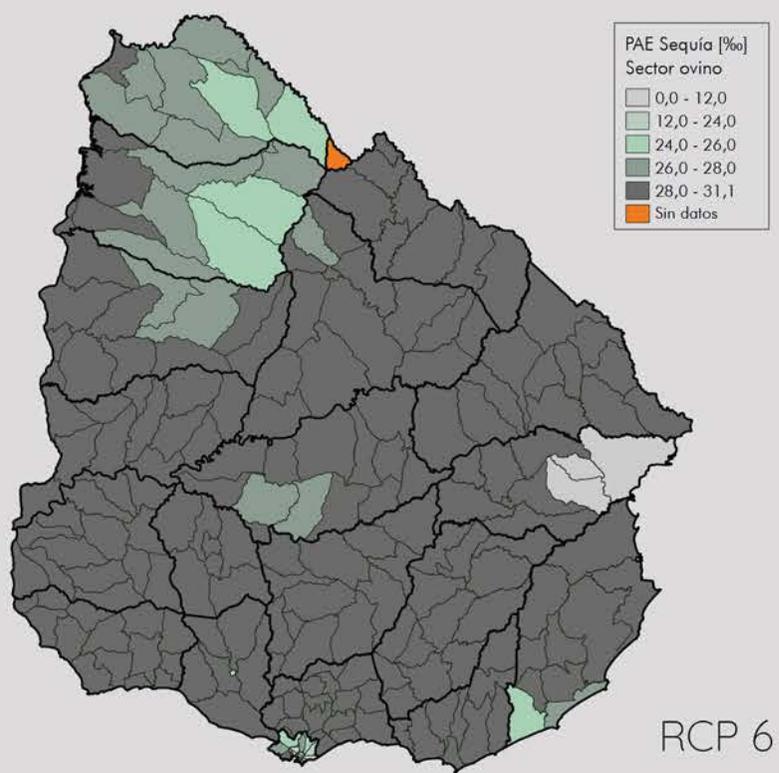
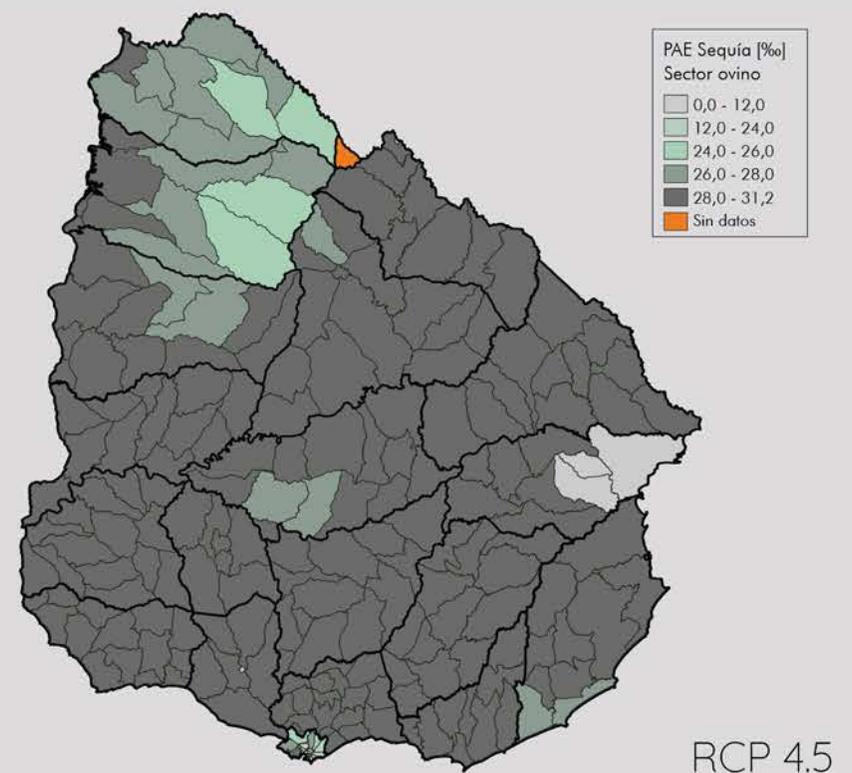
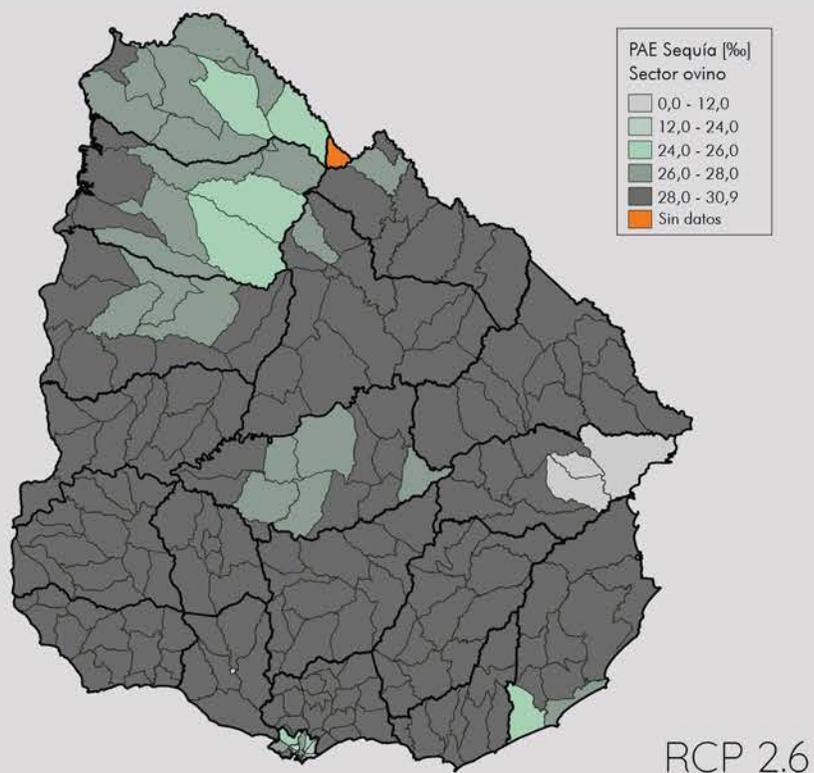
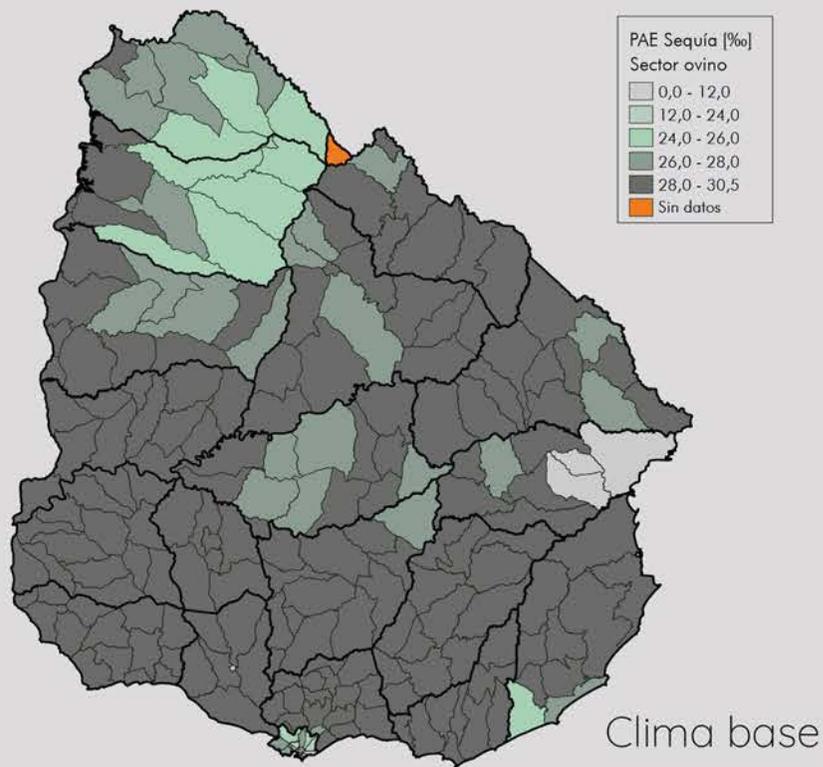


RCP 6



RCP 8.5

Mapa 76. PAE [%o] por sequía. Sector ovino por departamento para diferentes escenarios de cambio climático



Mapa 77. PAE [%] por sequía. Sector ovino por sección censal para diferentes escenarios de cambio climático

58°W

56°W

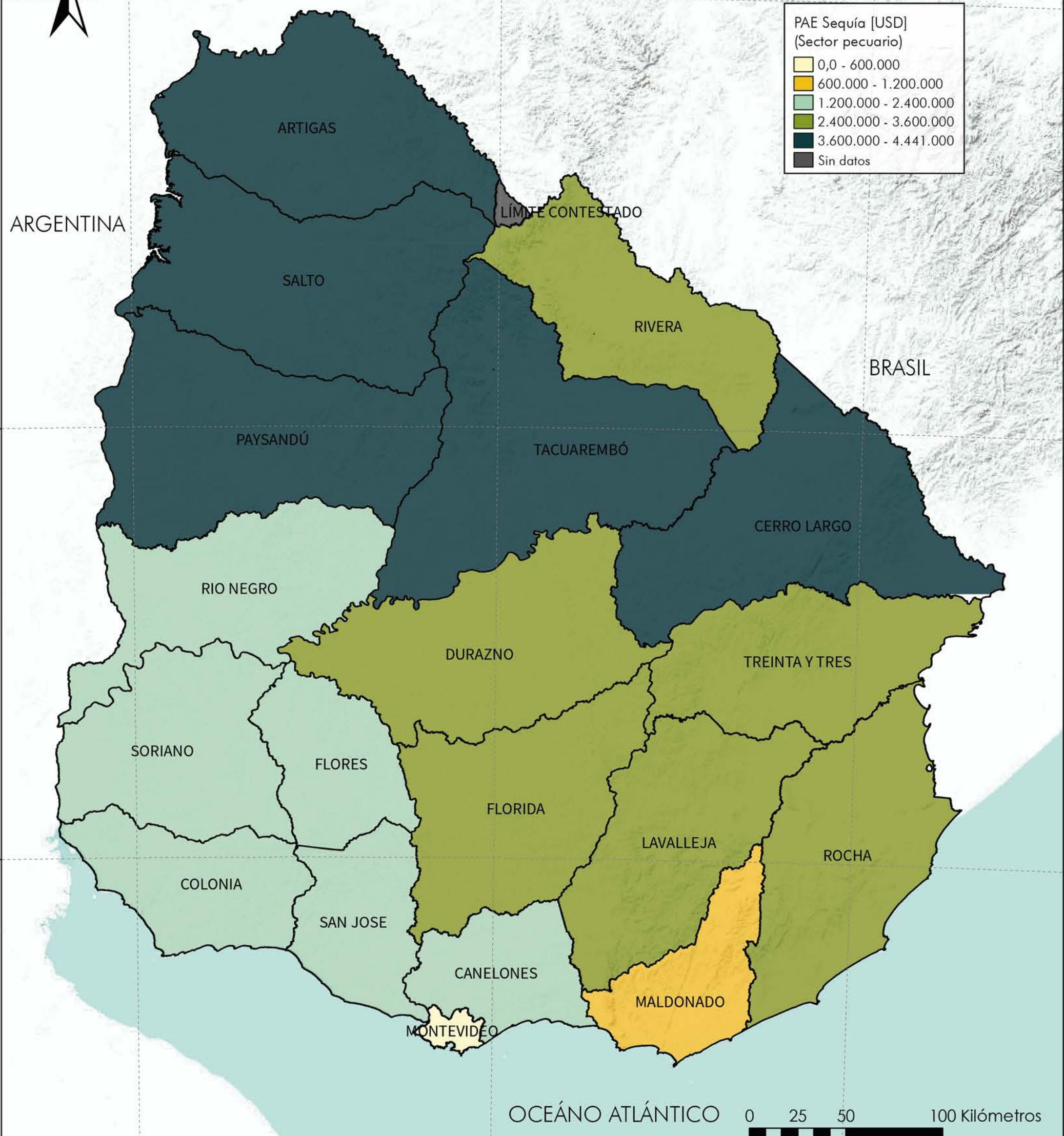
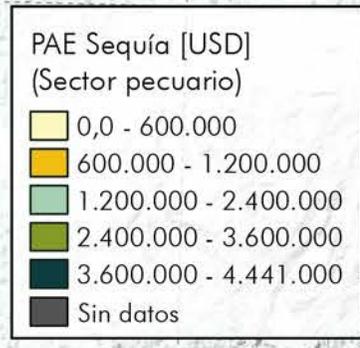
54°W

# Clima base



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO



Mapa 78. PAE Absoluta por sequía por departamento clima base. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

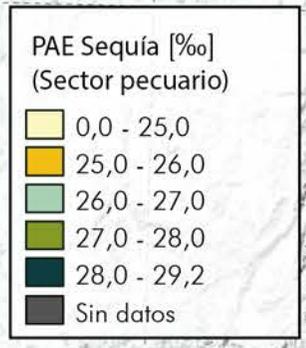
54°W

# Clima base



ARGENTINA

BRASIL



ARTIGAS

LÍMITE CONTESTADO

SALTO

RIVERA

PAYSANDÚ

TACUAREMBÓ

CERRO LARGO

RIO NEGRO

DURAZNO

TREINTA Y TRES

SORIANO

FLORES

FLORIDA

LAVALLEJA

ROCHA

COLONIA

SAN JOSE

CANELONES

MALDONADO

MONTEVIDÉO

OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 79. PAE Relativa por sequía por departamento clima base. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

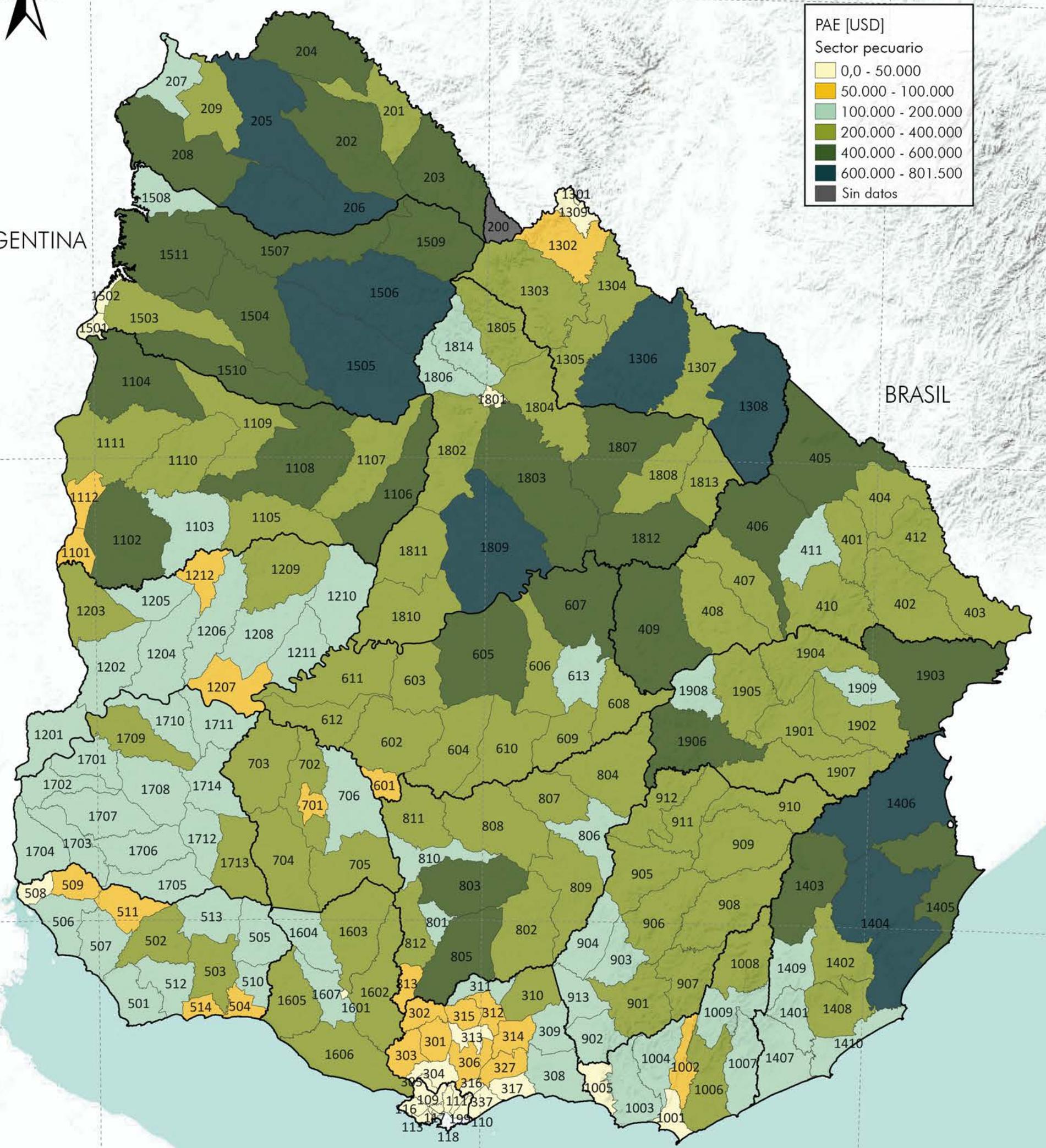
54°W

# Clima base



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 80. PAE Absoluta por sequía por sección censal clima base. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

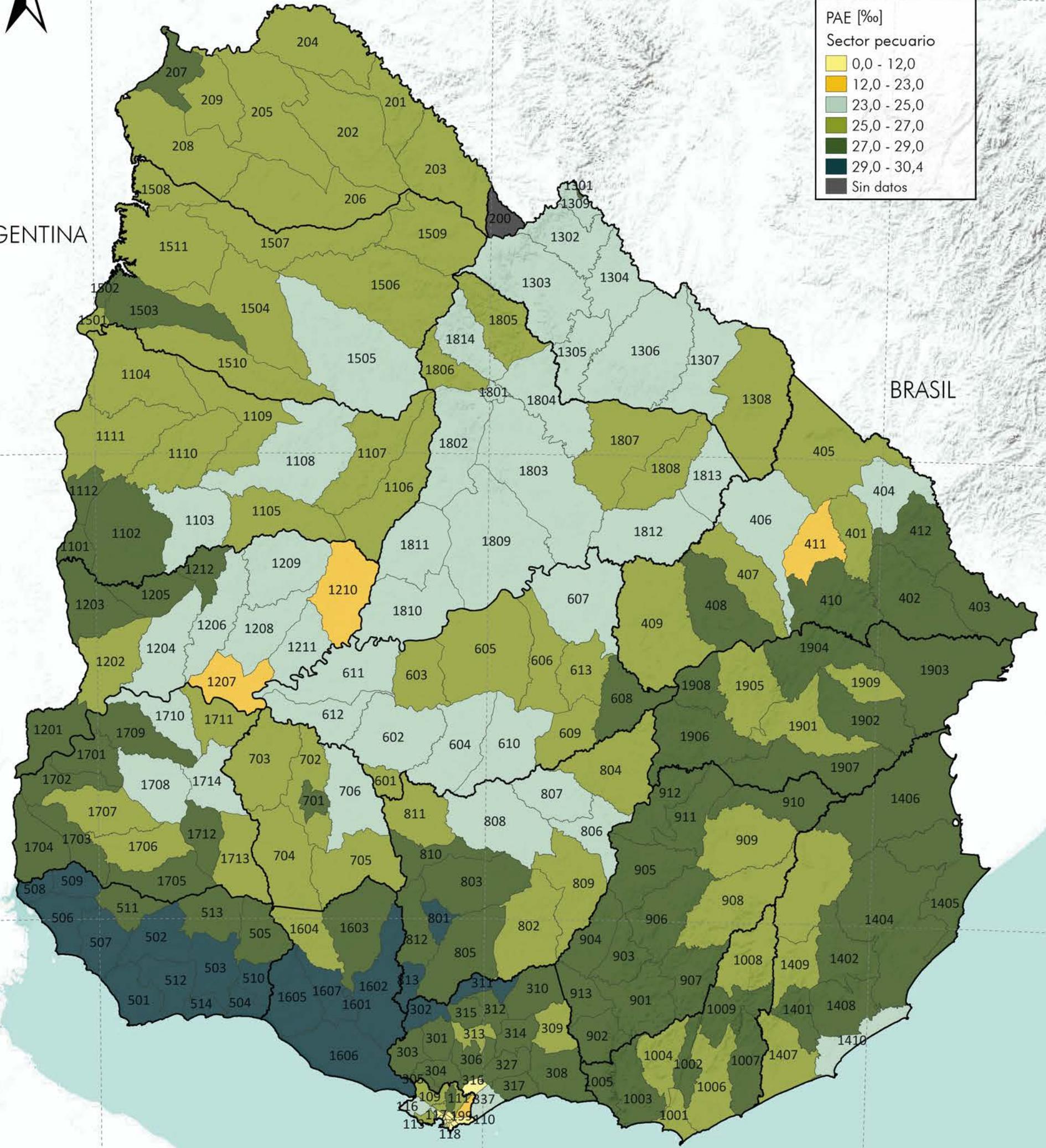
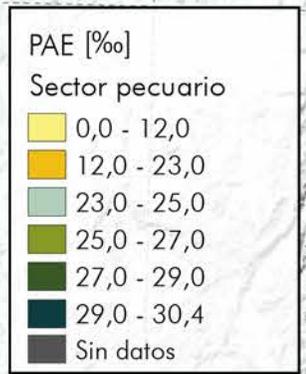
54°W

# Clima base



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO



Mapa 81. PAE Relativa por sequía por sección censal clima base. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

54°W

# RCP 2.6



ARGENTINA

BRASIL



ARTIGAS

LÍMITE CONTESTADO

SALTO

RIVERA

PAYSANDÚ

TACUAREMBÓ

CERRO LARGO

RIO NEGRO

DURAZNO

TREINTA Y TRES

SORIANO

FLORES

FLORIDA

LAVALLEJA

ROCHA

COLONIA

SAN JOSE

CANELONES

MALDONADO

MONTEVIDEO

OCEÁNO ATLÁNTICO

0 25 50 100 Kilómetros

Mapa 82. PAE Absoluta por sequía por departamento RCP 2.6. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

54°W

# RCP 2.6



ARGENTINA

BRASIL



ARTIGAS

LÍMITE CONTESTADO

SALTO

RIVERA

PAYSANDÚ

TACUAREMBÓ

CERRO LARGO

RIO NEGRO

DURAZNO

TREINTA Y TRES

SORIANO

FLORES

FLORIDA

LAVALLEJA

ROCHA

COLONIA

SAN JOSE

CANELONES

MALDONADO

MONTEVIDEO

OCEANO ATLANTICO

0 25 50 100 Kilómetros

Mapa 83. PAE Relativa por sequía por departamento RCP 2.6. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

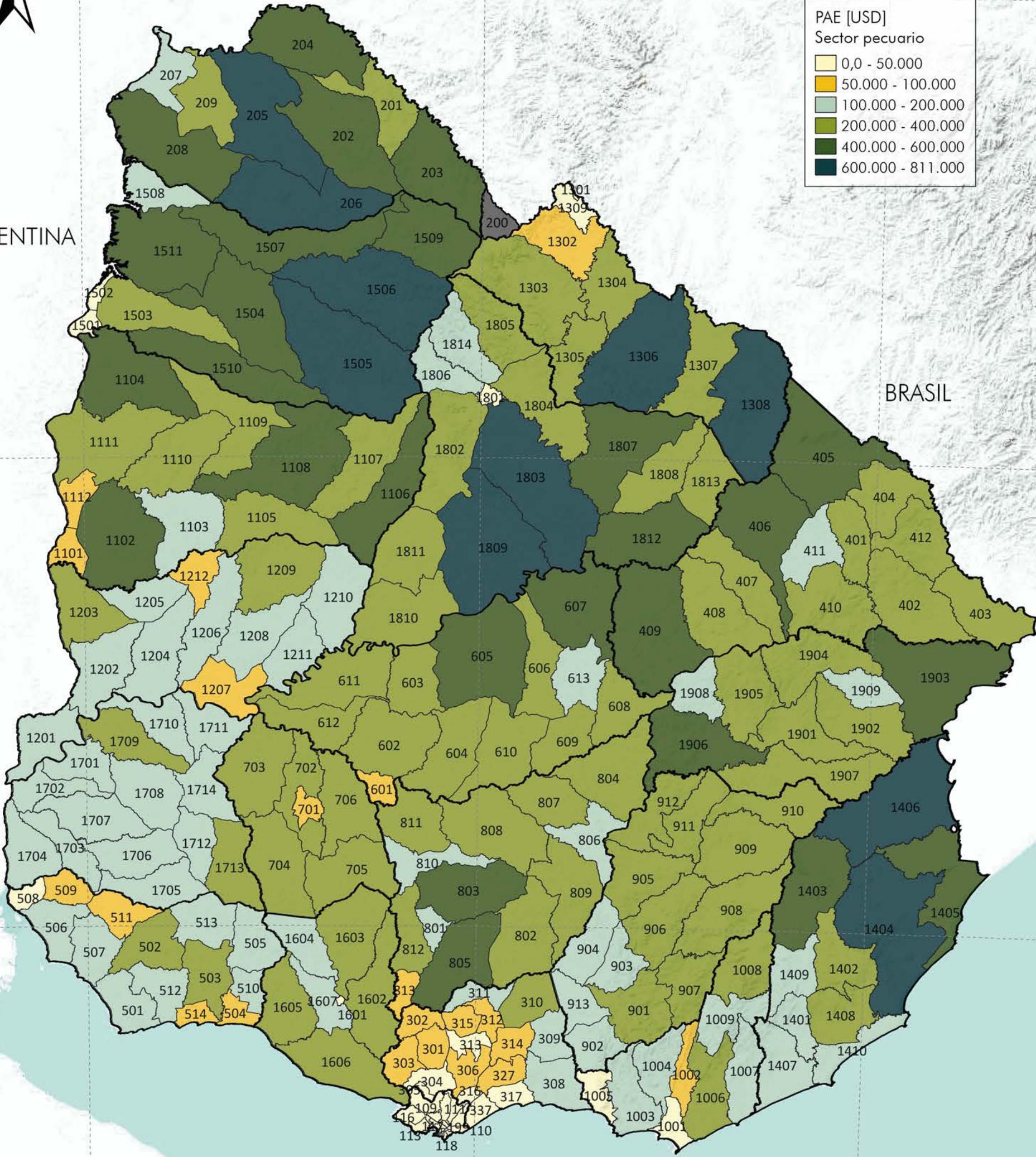
54°W

# RCP 2.6



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 84. PAE Absoluta por sequía por sección censal RCP 2.6. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

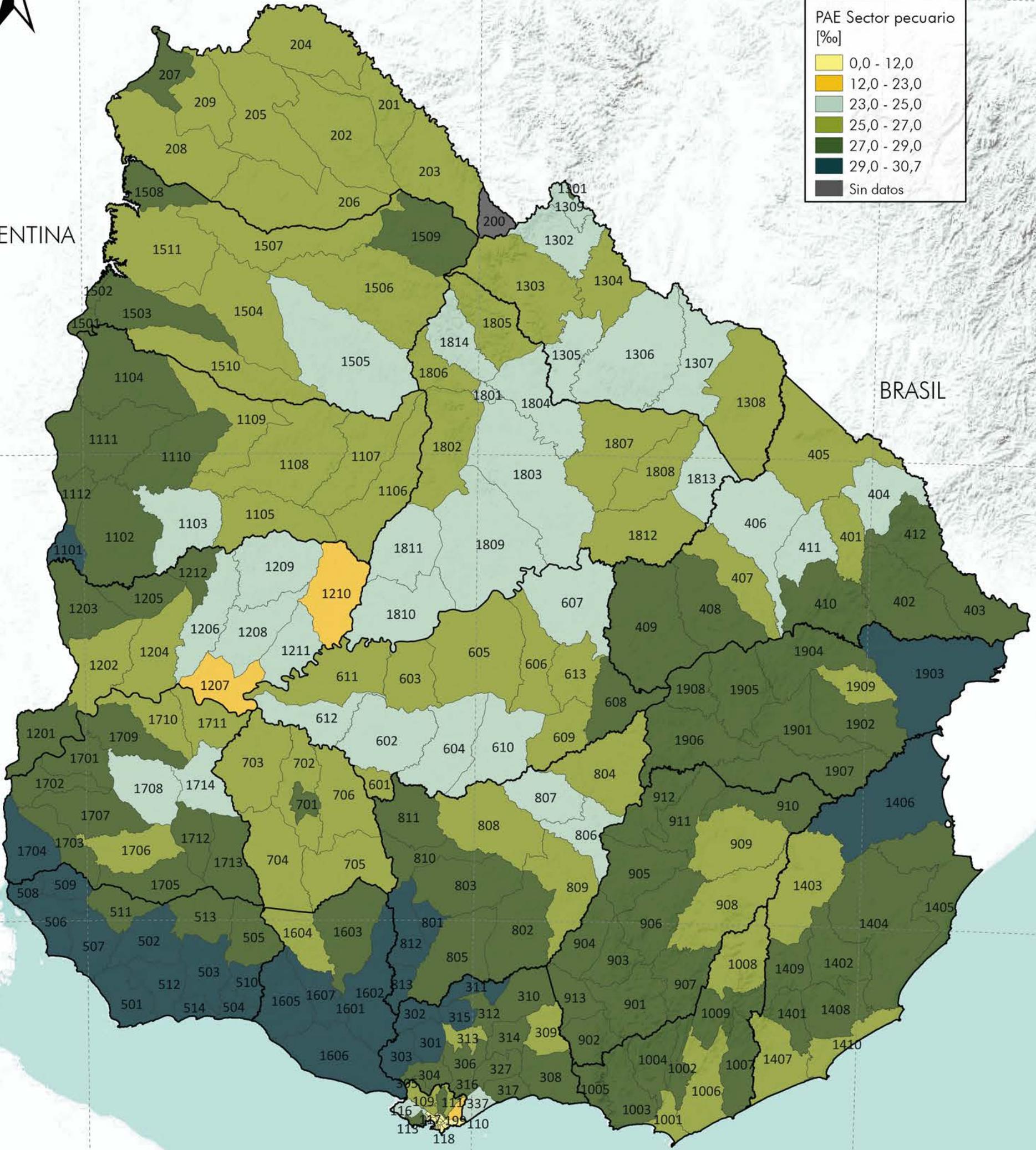
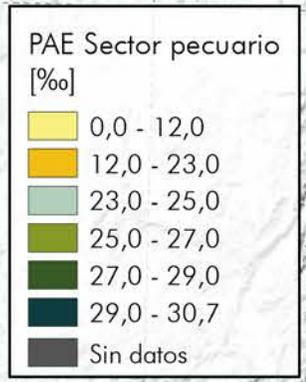
54°W

# RCP 2.6



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 85. PAE Relativa por sequía por sección censal RCP 2.6. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

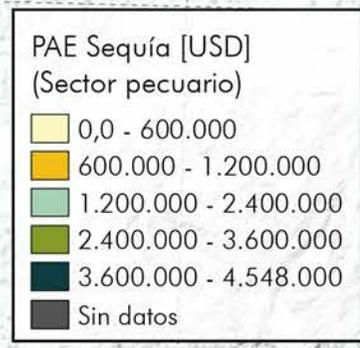
54°W

# RCP 4.5



ARGENTINA

BRASIL



ARTIGAS

LÍMITE CONTESTADO

SALTO

RIVERA

PAYSANDÚ

TACUAREMBÓ

CERRO LARGO

RIO NEGRO

DURAZNO

TREINTA Y TRES

SORIANO

FLORES

FLORIDA

LAVALLEJA

ROCHA

COLONIA

SAN JOSE

CANELONES

MALDONADO

MONTEVIDEO

OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 86. PAE Absoluta por sequía por departamento RCP 4.5. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

54°W

# RCP 4.5



ARGENTINA

BRASIL



ARTIGAS

LÍMITE CONTESTADO

SALTO

RIVERA

PAYSANDÚ

TACUAREMBÓ

CERRO LARGO

RIO NEGRO

DURAZNO

TREINTA Y TRES

SORIANO

FLORES

FLORIDA

LAVALLEJA

ROCHA

COLONIA

SAN JOSE

CANELONES

MALDONADO

MONTEVIDEO

OCEÁNO ATLÁNTICO

0 25 50 100 Kilómetros

Mapa 87. PAE Relativa por sequía por departamento RCP 4.5. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

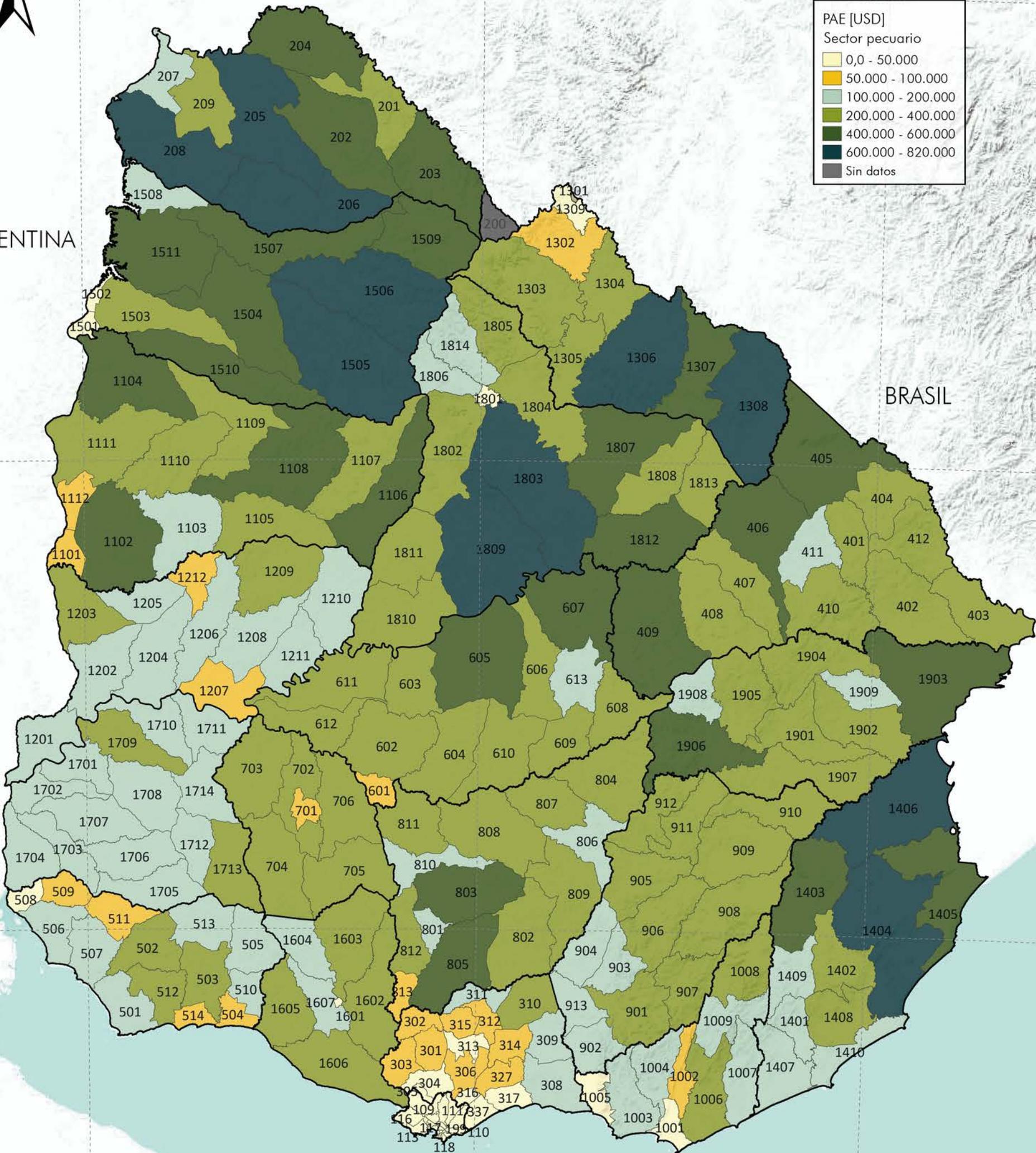
54°W

# RCP 4.5



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 88. PAE Absoluta por sequía por sección censal RCP 4.5. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

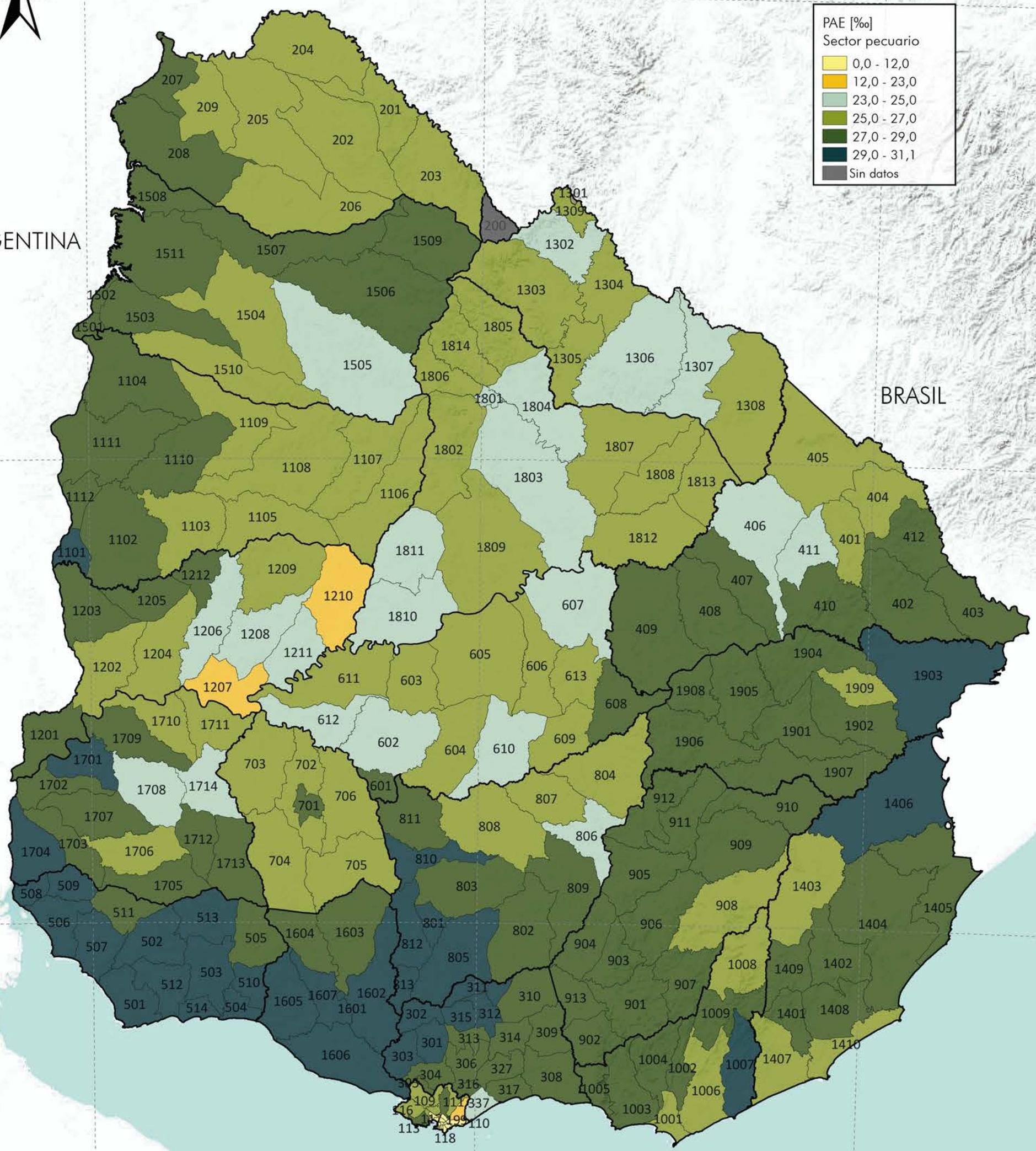
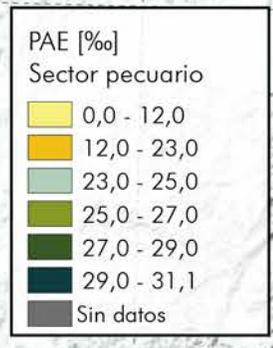
54°W

# RCP 4.5



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO

0 25 50 100 Kilómetros

Mapa 89. PAE Relativa por sequía por sección censal RCP 4.5. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

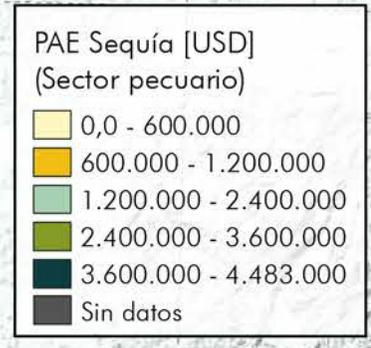
54°W

# RCP 6



ARGENTINA

BRASIL



ARTIGAS

LÍMITE CONTESTADO

SALTO

RIVERA

PAYSANDÚ

TACUAREMBÓ

CERRO LARGO

RIO NEGRO

DURAZNO

TREINTA Y TRES

SORIANO

FLORES

FLORIDA

LAVALLEJA

ROCHA

COLONIA

SAN JOSE

CANELONES

MALDONADO

MONTEVIDEO

OCEÁNO ATLÁNTICO

0 25 50 100 Kilómetros

Mapa 90. PAE Absoluta por sequía por departamento RCP 6. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

54°W

# RCP 6



ARGENTINA

BRASIL



ARTIGAS

LÍMITE CONTESTADO

SALTO

RIVERA

PAYSANDÚ

TACUAREMBÓ

CERRO LARGO

RIO NEGRO

DURAZNO

TREINTA Y TRES

SORIANO

FLORES

FLORIDA

LAVALLEJA

ROCHA

COLONIA

SAN JOSE

CANELONES

MALDONADO

MONTEVIDEO

OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 91. PAE Relativa por sequía por departamento RCP 6. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

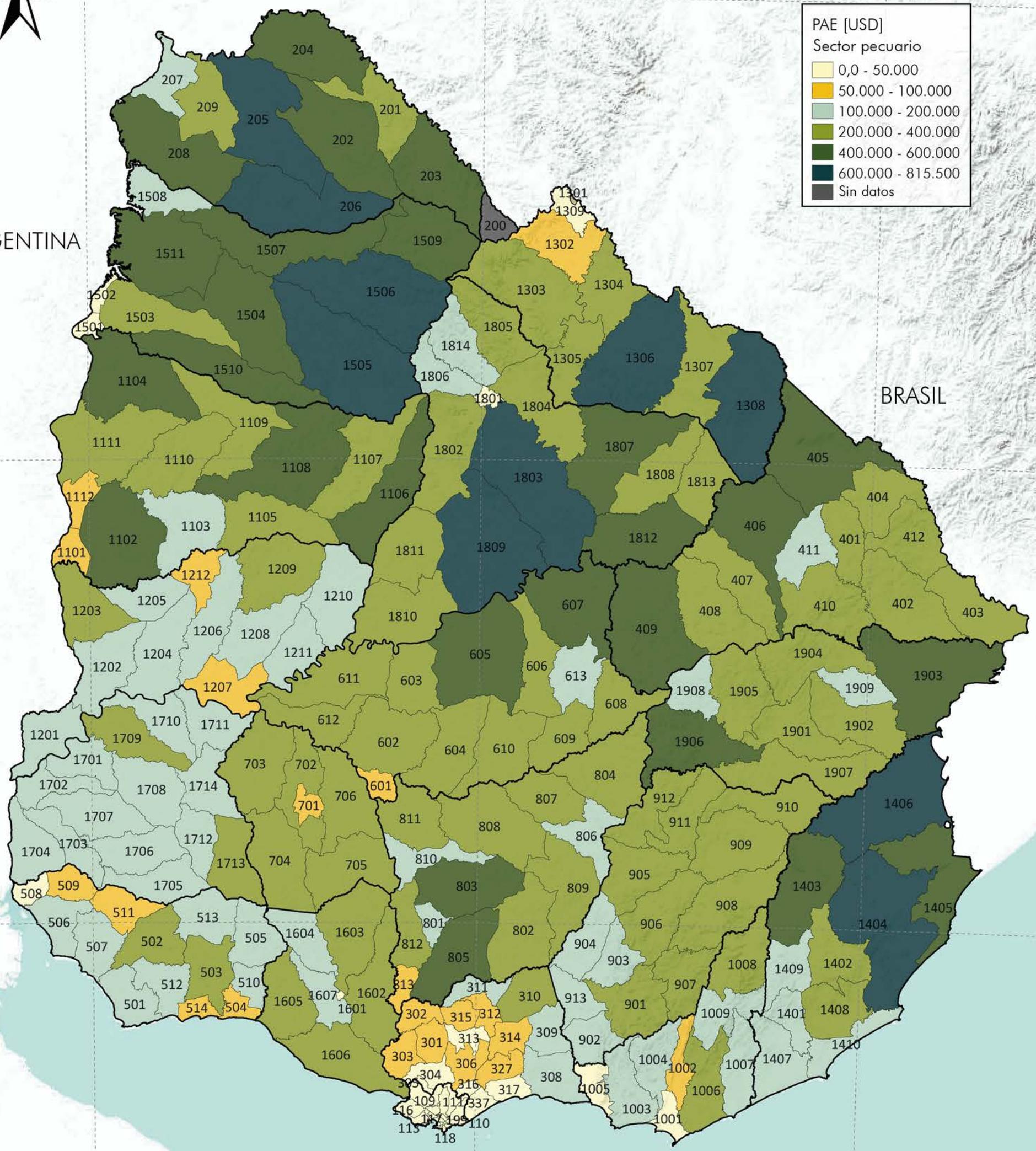
54°W

# RCP 6



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO

0 25 50 100 Kilómetros



Mapa 92. PAE Absoluta por sequeña por sección censal RCP 6. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

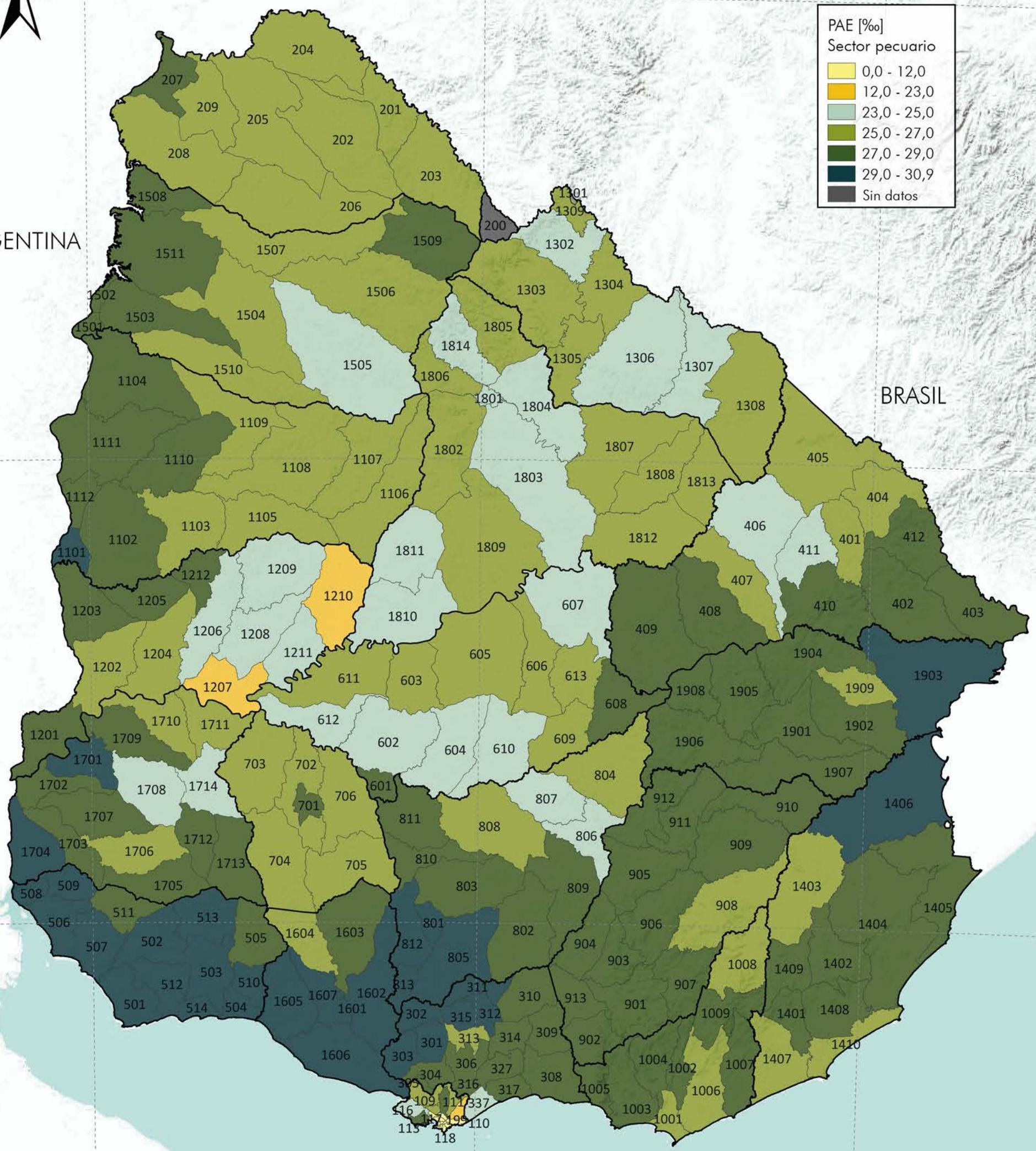
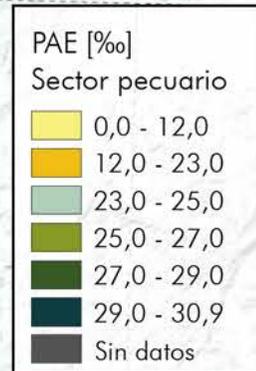
54°W

# RCP 6



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO

0 25 50 100 Kilómetros

Mapa 93. PAE Relativa por sequía por sección censal RCP 6. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

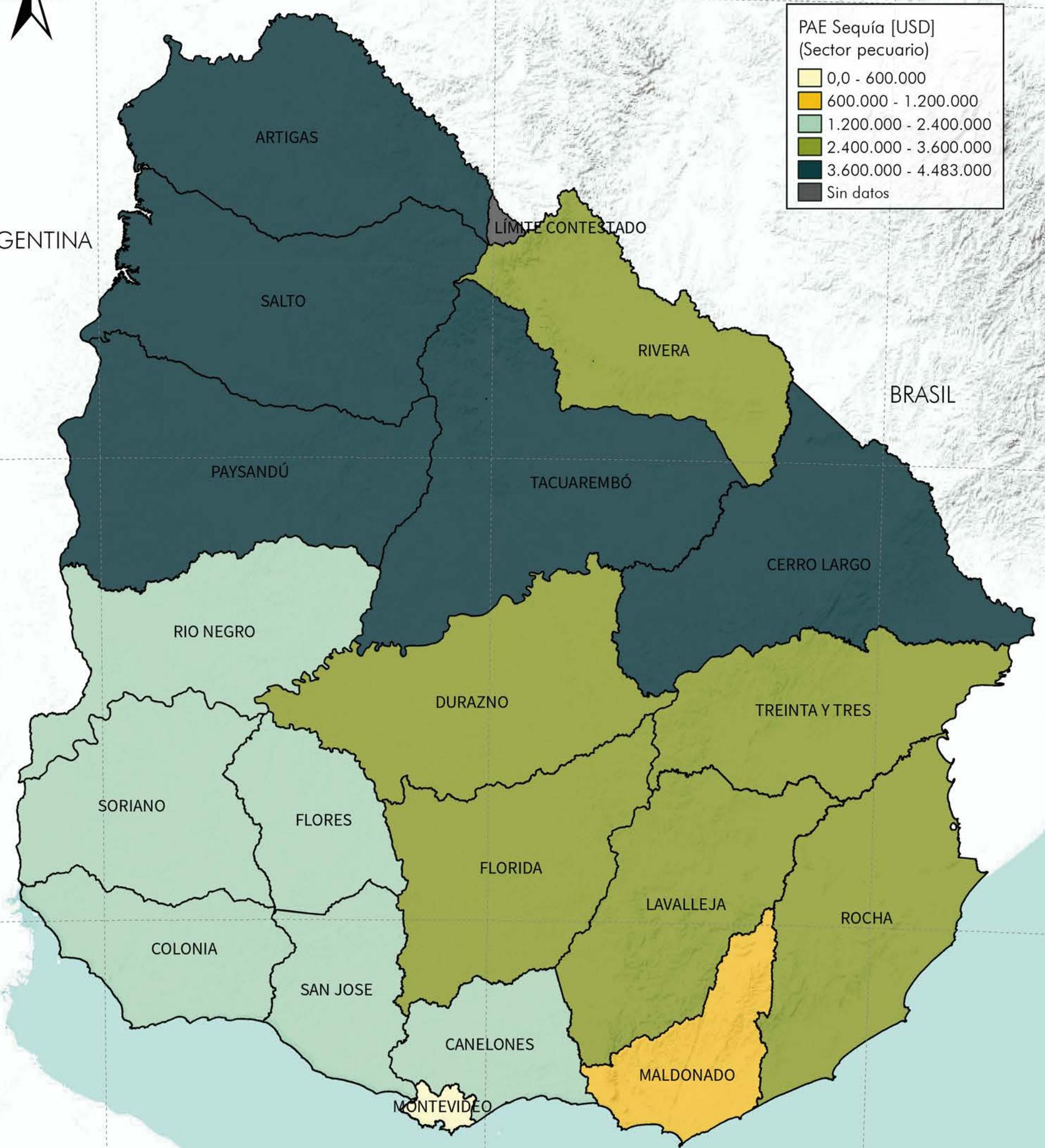
54°W

# RCP 8.5



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 94. PAE Absoluta por sequía por departamento RCP 8.5. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

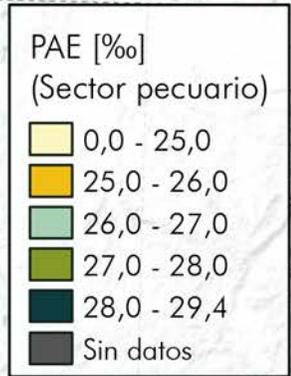
54°W

# RCP 8.5



ARGENTINA

BRASIL



ARTIGAS

LÍMITE CONTESTADO

SALTO

RIVERA

PAYSANDÚ

TACUAREMBÓ

CERRO LARGO

RIO NEGRO

DURAZNO

TREINTA Y TRES

SORIANO

FLORES

FLORIDA

LAVALLEJA

ROCHA

COLONIA

SAN JOSE

CANELONES

MALDONADO

MONTEVIDEO

OCEÁNO ATLÁNTICO

0 25 50 100 Kilómetros

Mapa 95. PAE Relativa por sequía por departamento RCP 8.5. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

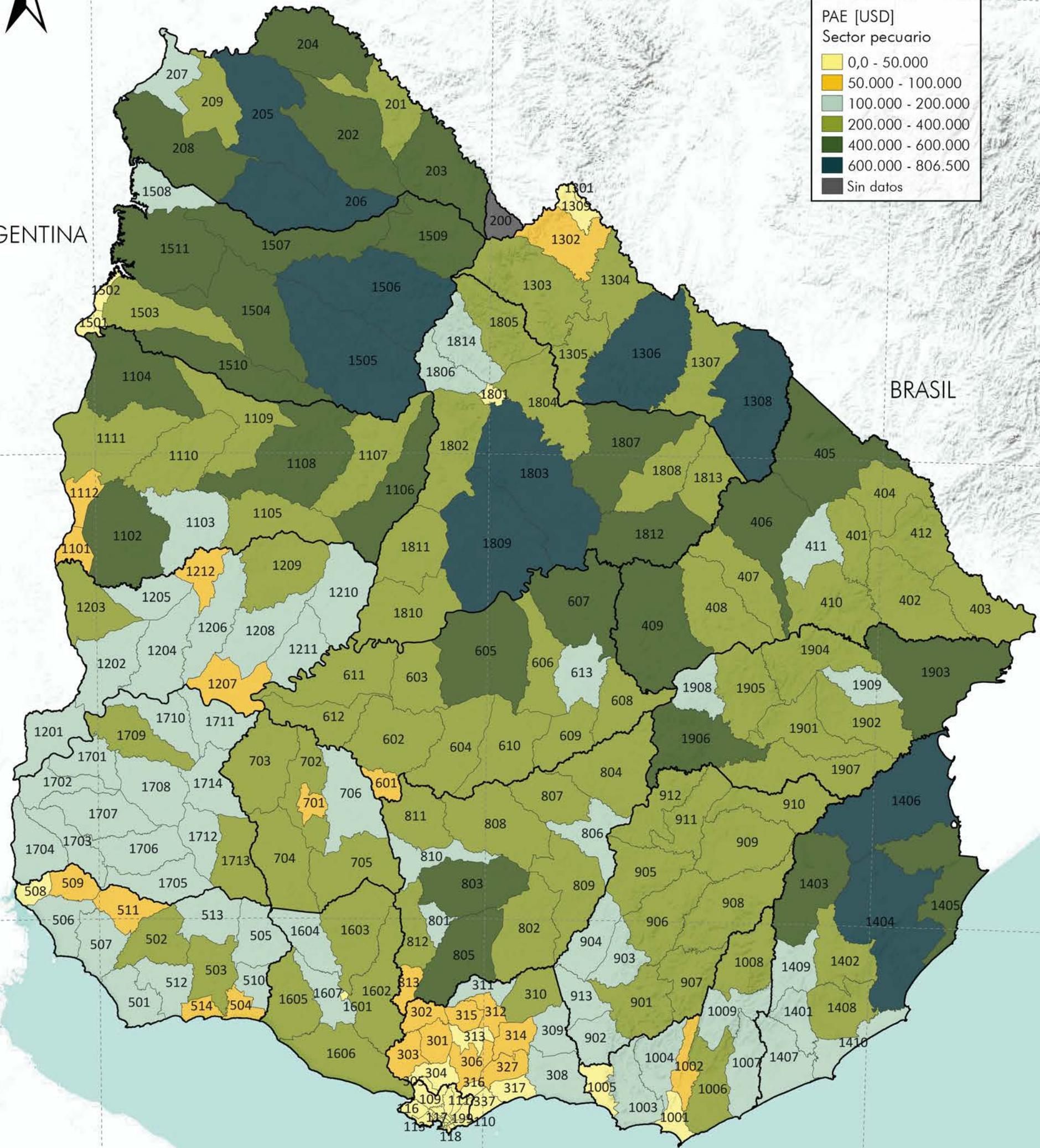
54°W

# RCP 8.5



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 96. PAE Absoluta por sequía por sección censal RCP 8.5. Sector pecuario

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

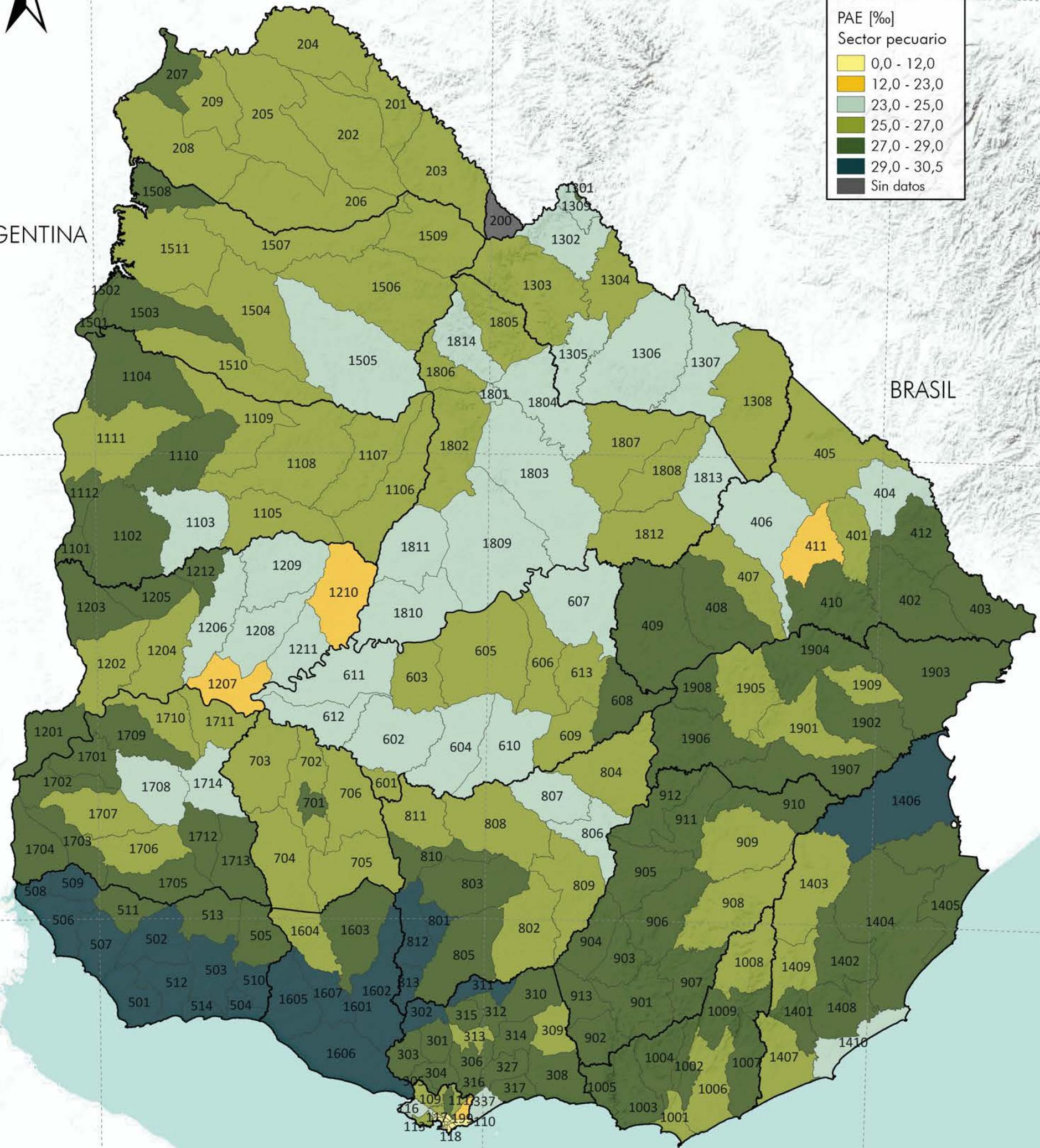
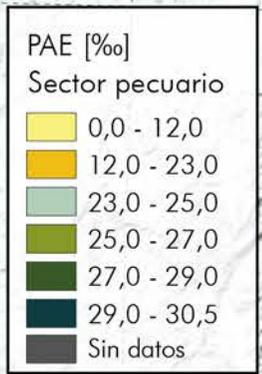
54°W

# RCP 8.5



ARGENTINA

BRASIL

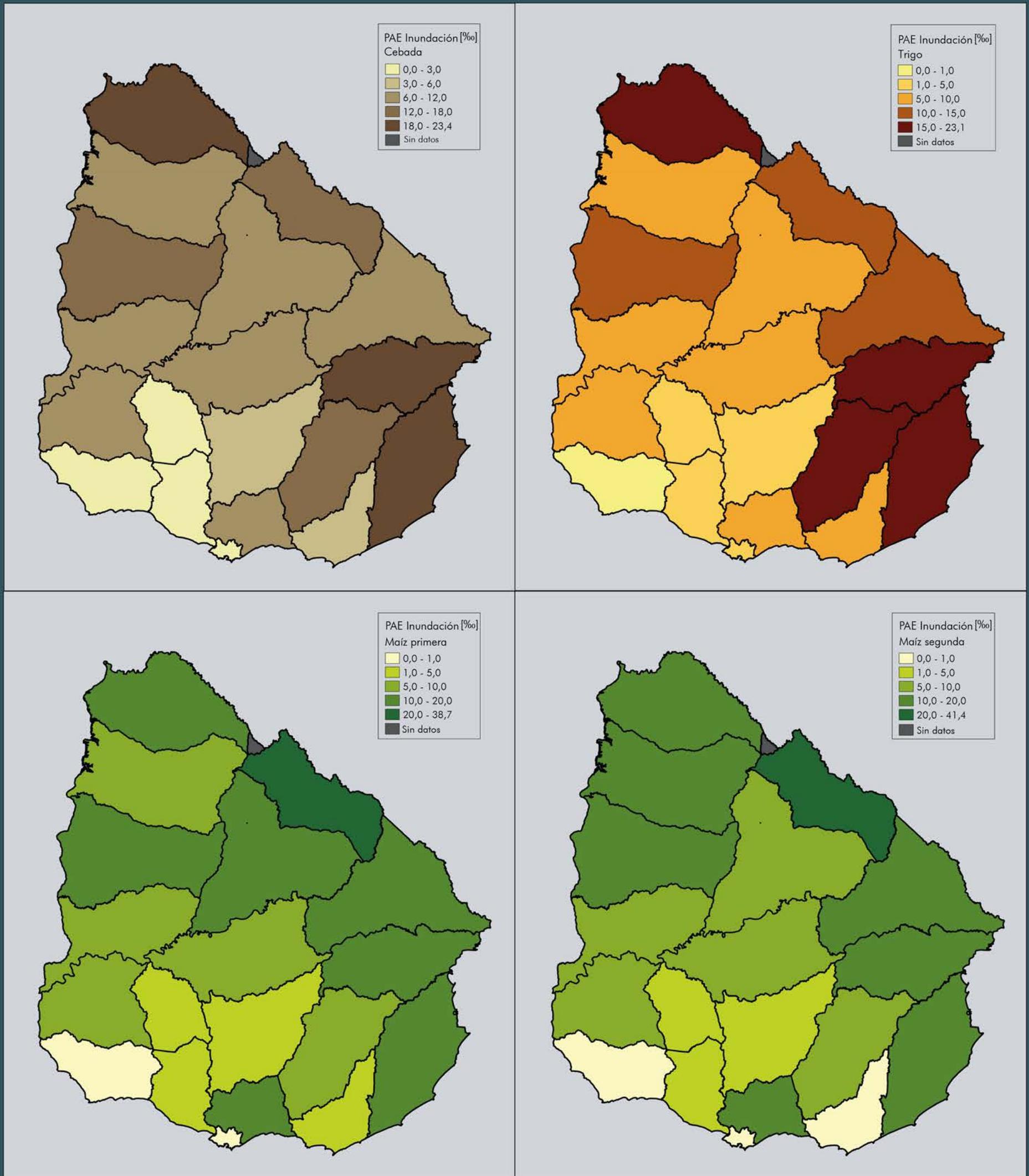


OCEANO ATLANTICO

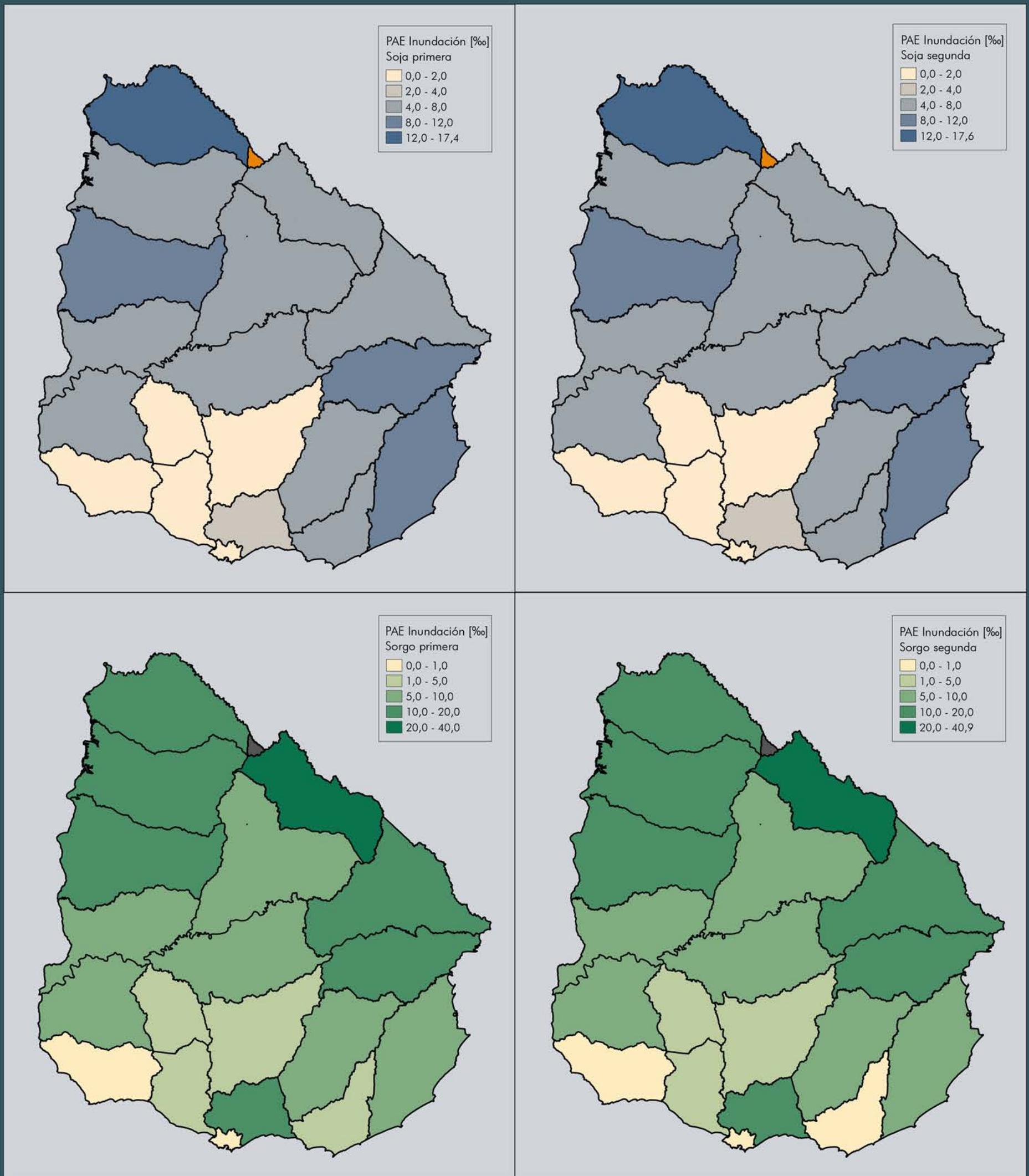


Mapa 97. PAE Relativa por sequía por sección censal RCP 8.5. Sector pecuario

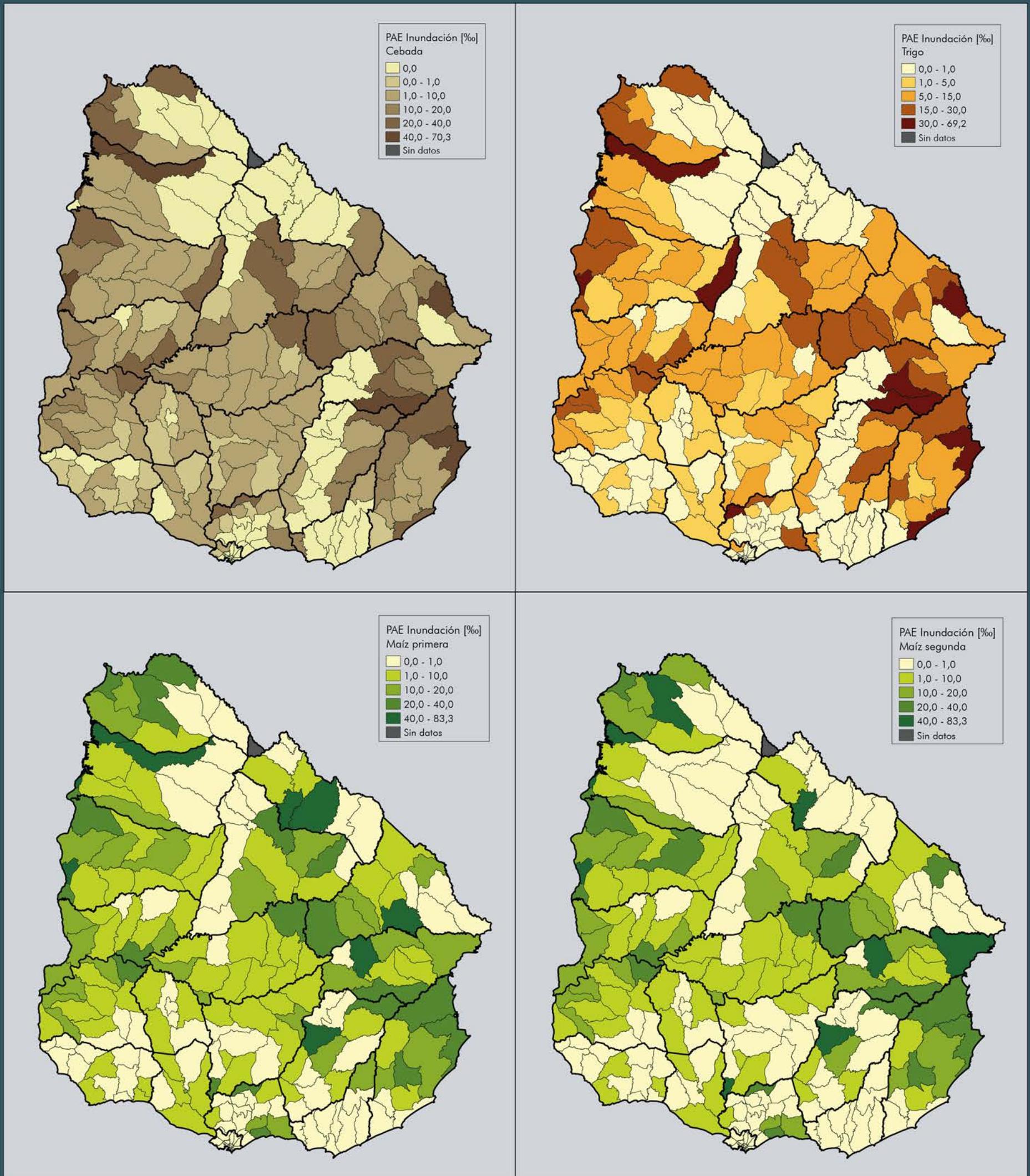
Sources: Esri, USGS, NOAA



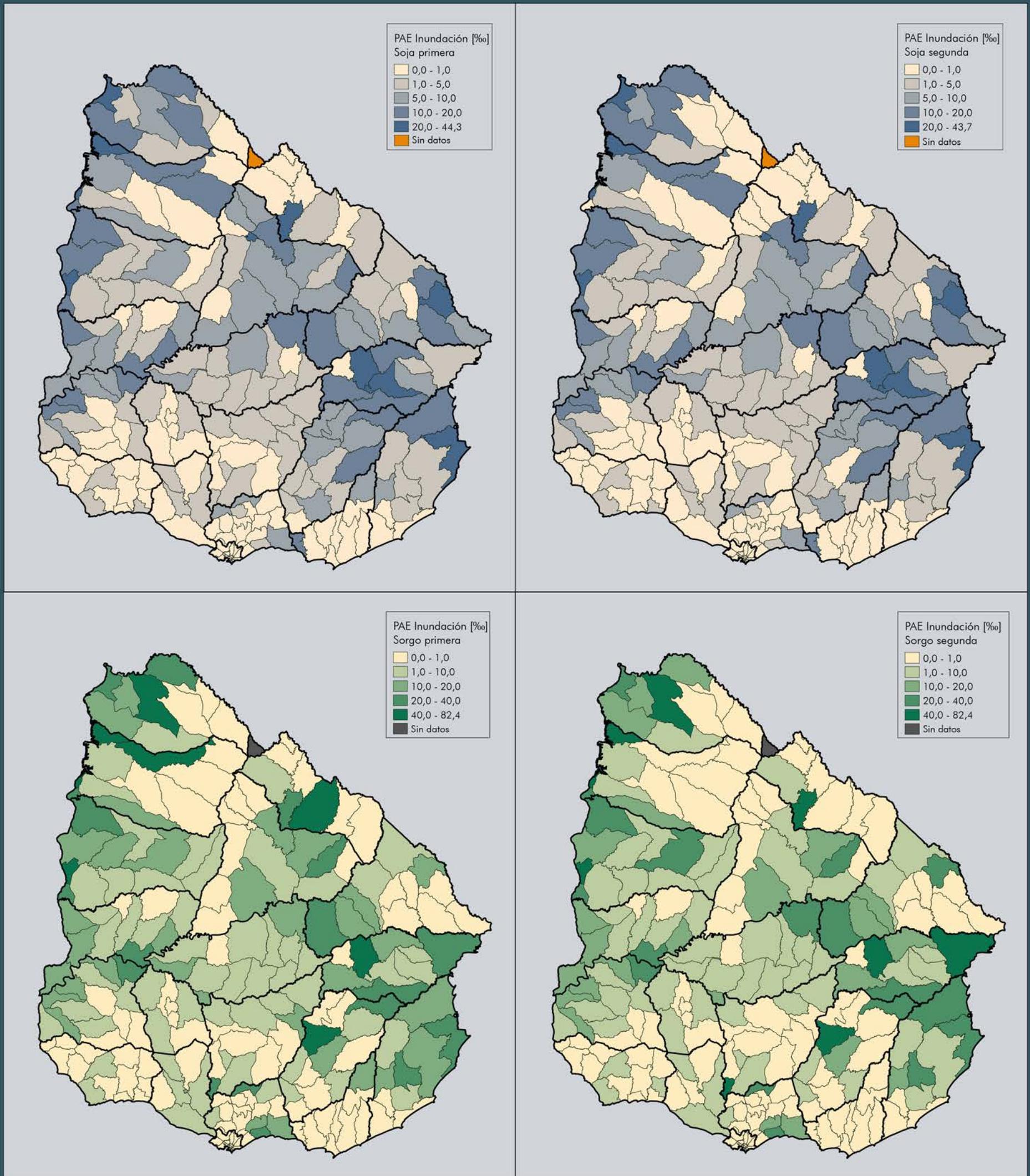
Mapa 98. PAE [%] por inundación por departamento por cultivo (a) Cebada; (b) Trigo; (c) Maíz 1ra; (d) Maíz 2da



Mapa 99. PAE [%] por inundación por departamento por cultivo (a) Soja 1ra; (b) Soja 2da; (c) Sorgo 1ra; (d) Sorgo 2da



Mapa 100. PAE [%] por inundación por sección censal por cultivo (a) Cebada; (b) Trigo; (c) Maíz 1ra; (d) Maíz 2da



Mapa 101. PAE [%] por inundación por sección censal por cultivo (a) Soja 1ra; (b) Soja 2da; (c) Sorgo 1ra; (d) Sorgo 2da

58°W

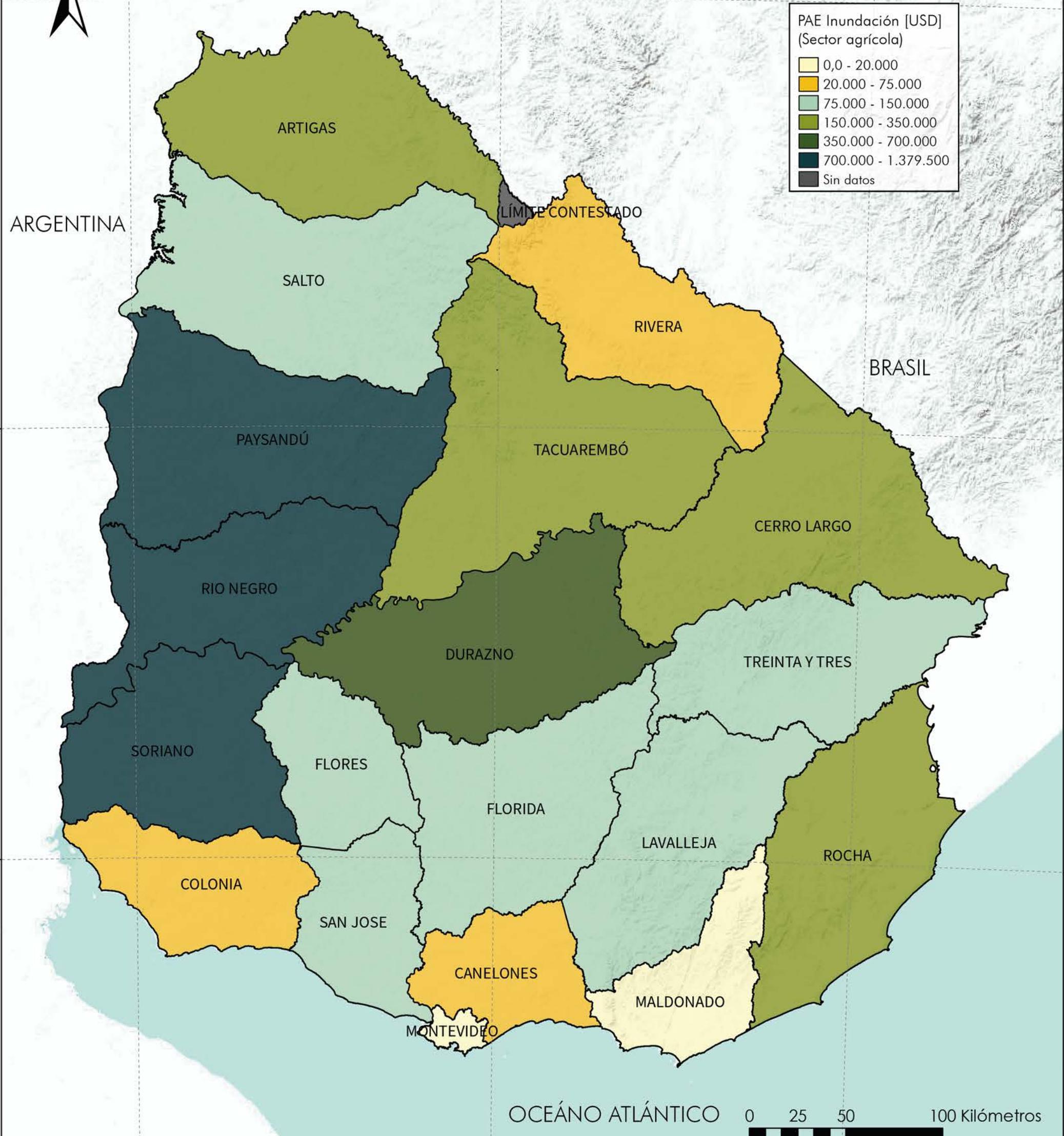
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 102. PAE Absoluta por inundación por departamento. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

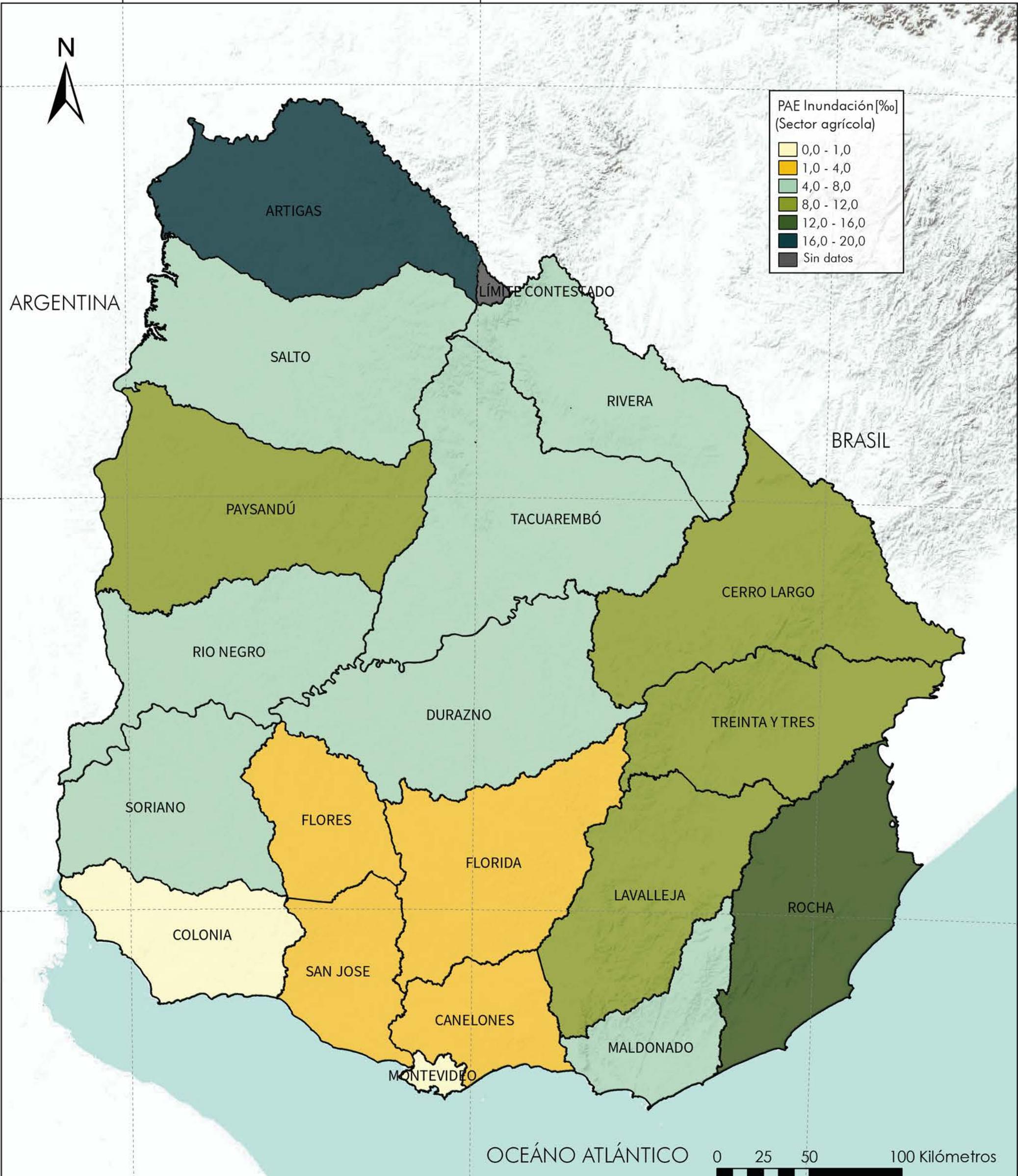
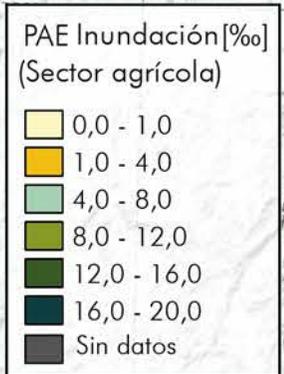
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



ARTIGAS

LÍMITE CONTESTADO

SALTO

RIVERA

PAYSANDÚ

TACUAREMBÓ

CERRO LARGO

RIO NEGRO

DURAZNO

TREINTA Y TRES

SORIANO

FLORES

FLORIDA

LAVALLEJA

ROCHA

COLONIA

SAN JOSE

CANELONES

MALDONADO

MONTEVIDEO

OCEÁNO ATLÁNTICO

0 25 50 100 Kilómetros

Mapa 103. PAE Relativa por inundación por departamento. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL

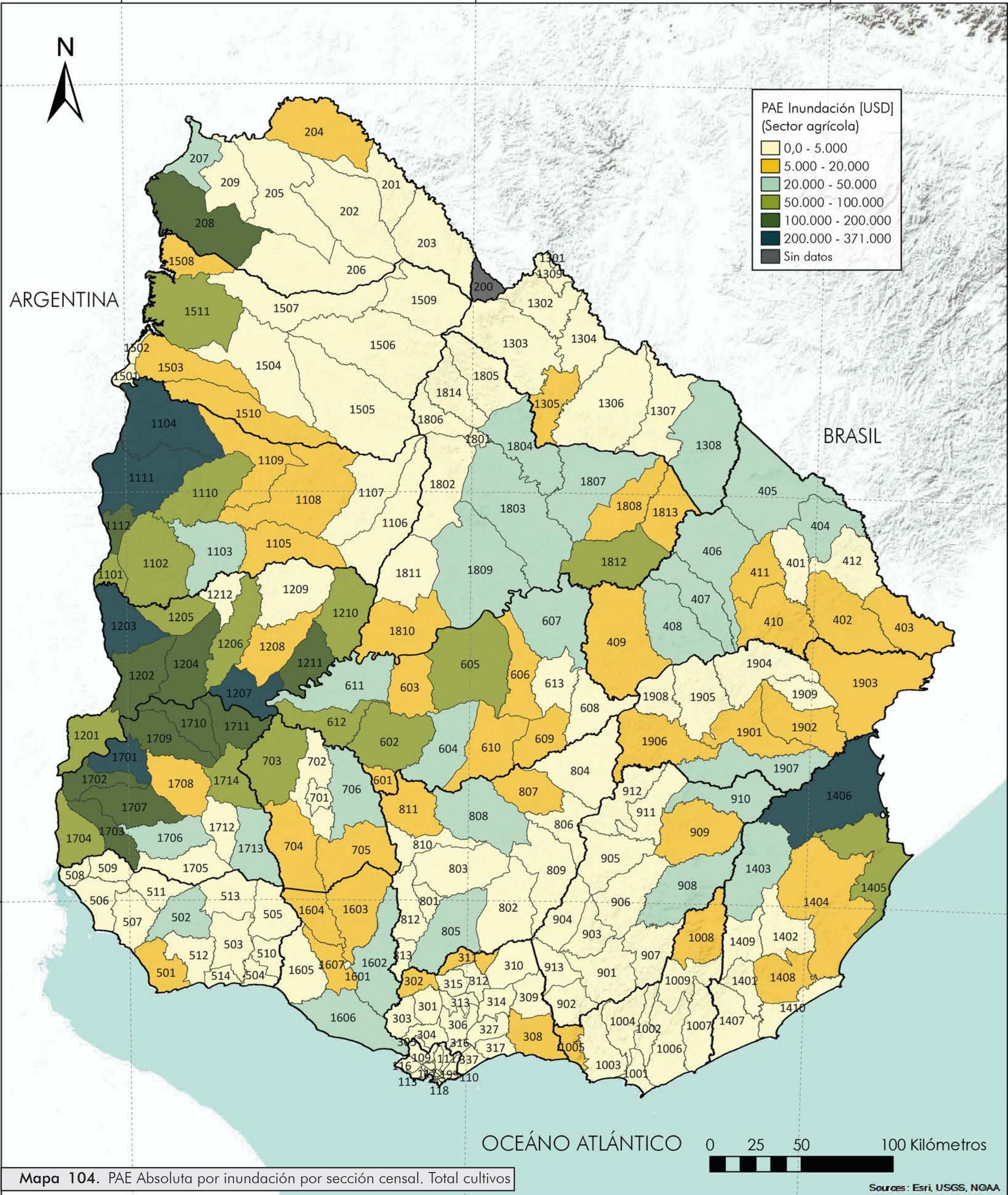
OCEANO ATLANTICO

0 25 50 100 Kilómetros



Mapa 104. PAE Absoluta por inundación por sección censal. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA



58°W

56°W

54°W

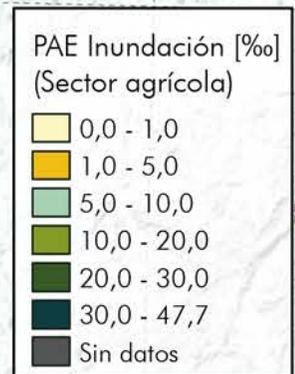


ARGENTINA

BRASIL

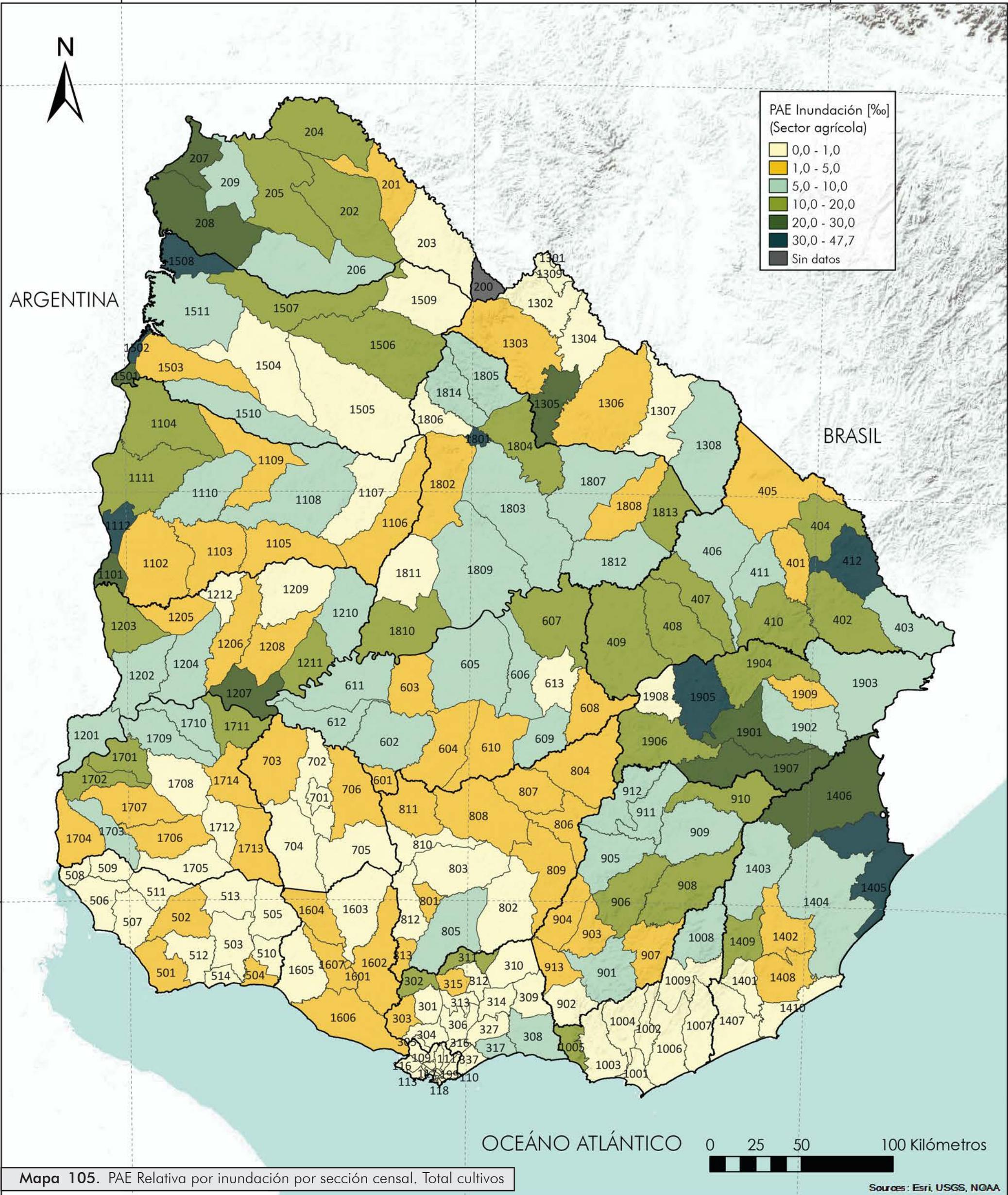
OCEANO ATLANTICO

0 25 50 100 Kilómetros



Mapa 105. PAE Relativa por inundación por sección censal. Total cultivos

Sources: Esri, USGS, NOAA



58°W

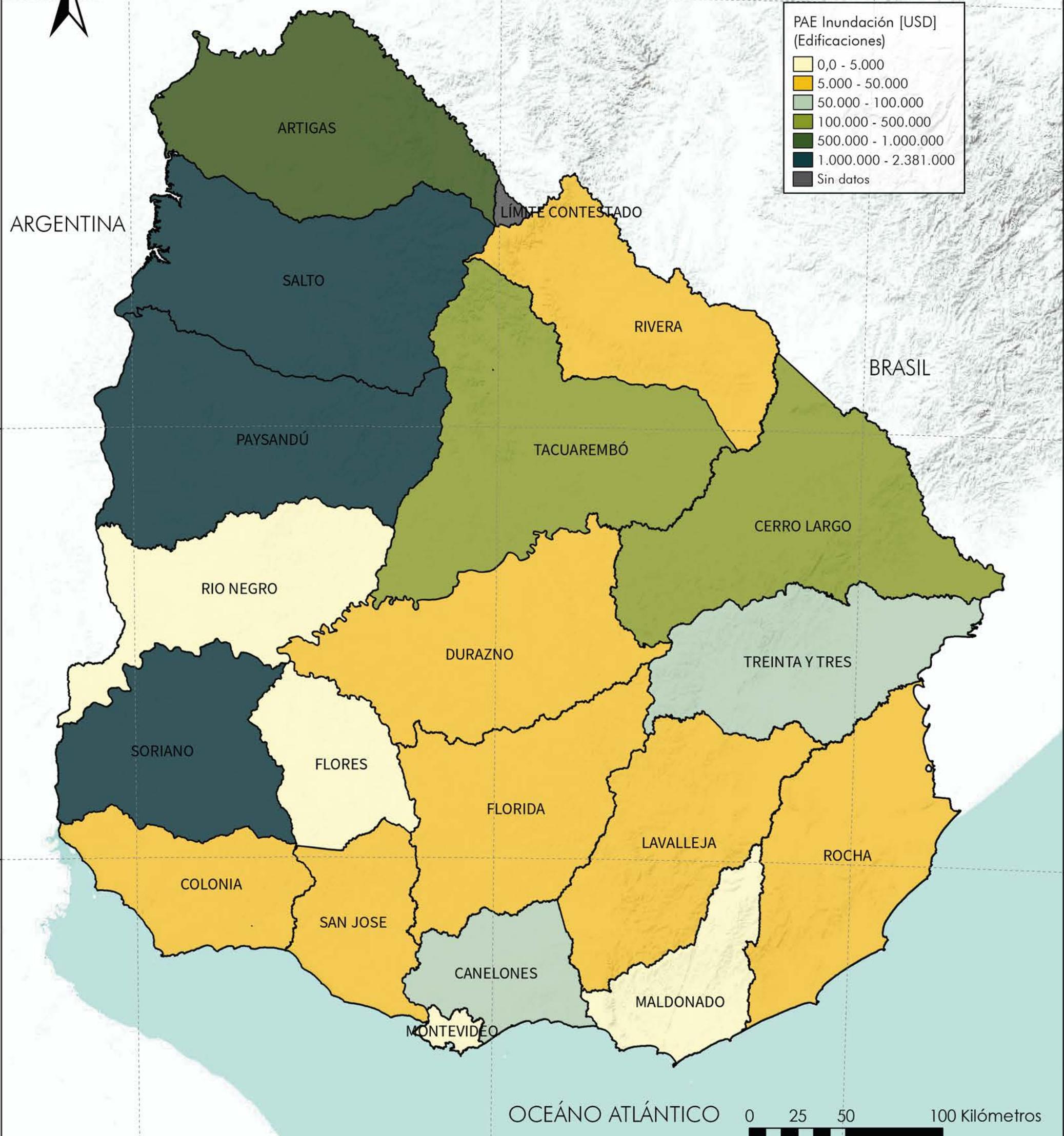
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL

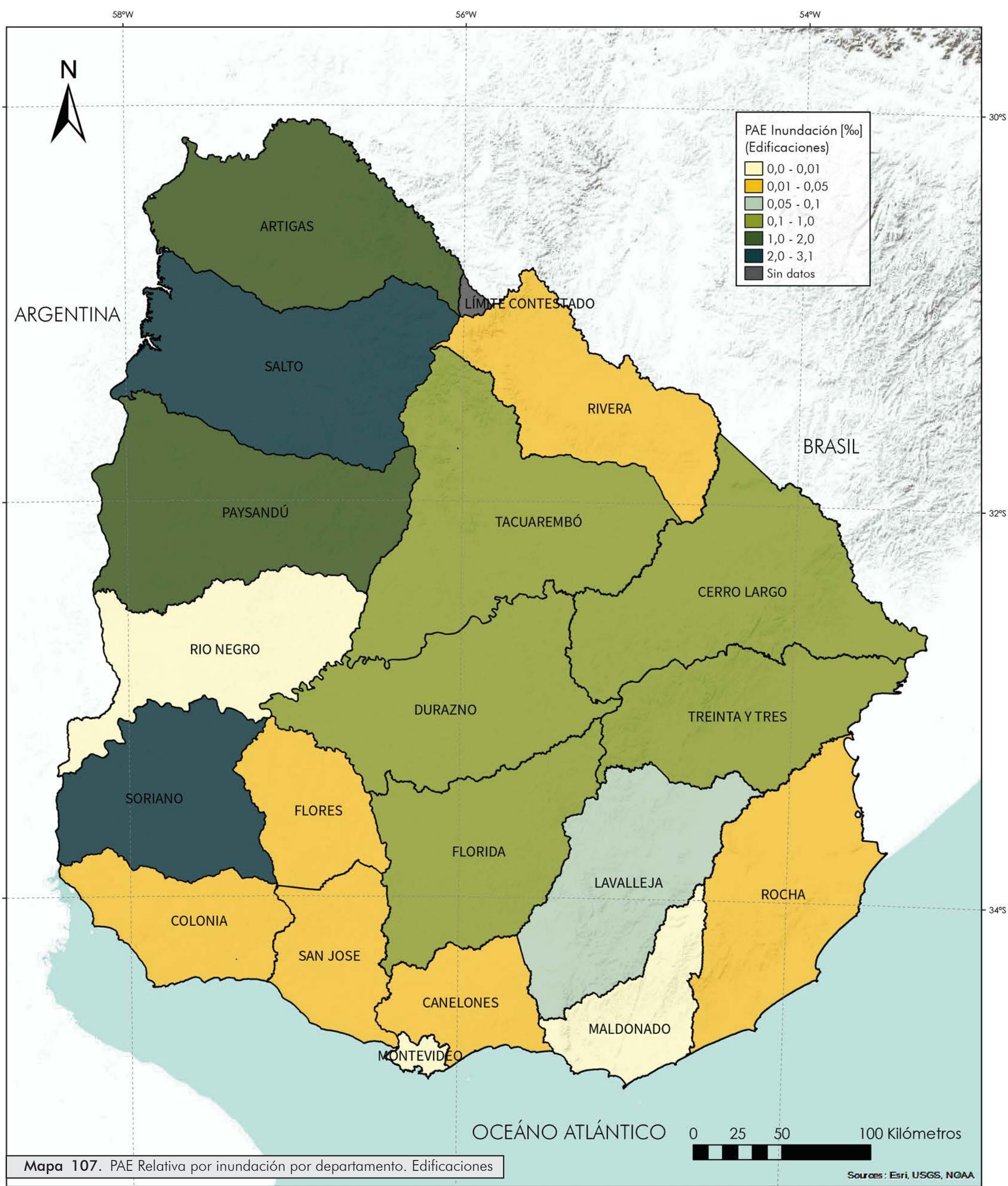


OCEANO ATLANTICO



Mapa 106. PAE Absoluta por inundación por departamento. Edificaciones

Sources: Esri, USGS, NOAA



58°W

56°W

54°W



ARGENTINA

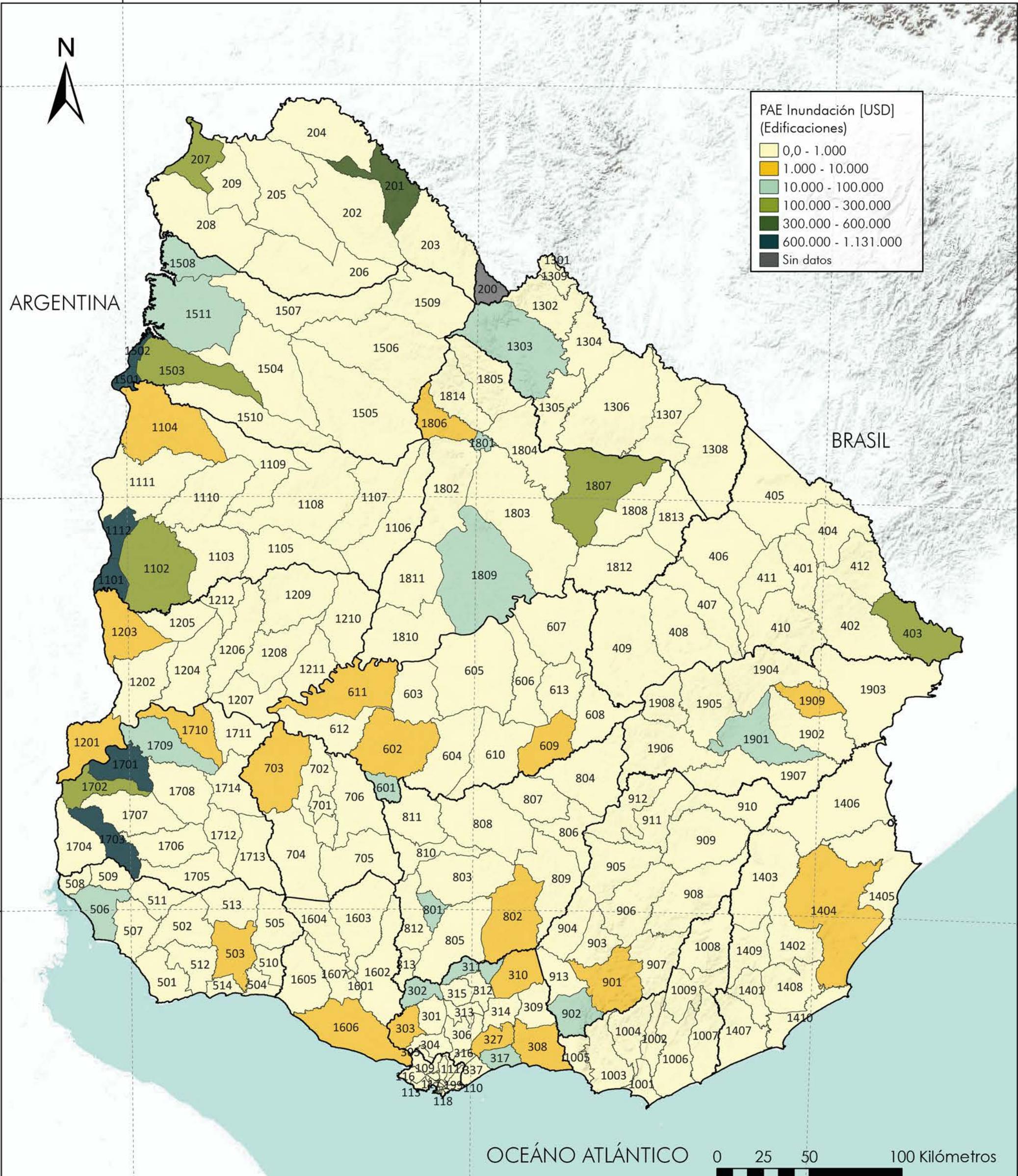
BRASIL

OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 108. PAE Absoluta por inundación por sección censal. Edificaciones

Sources: Esri, USGS, NOAA



58°W

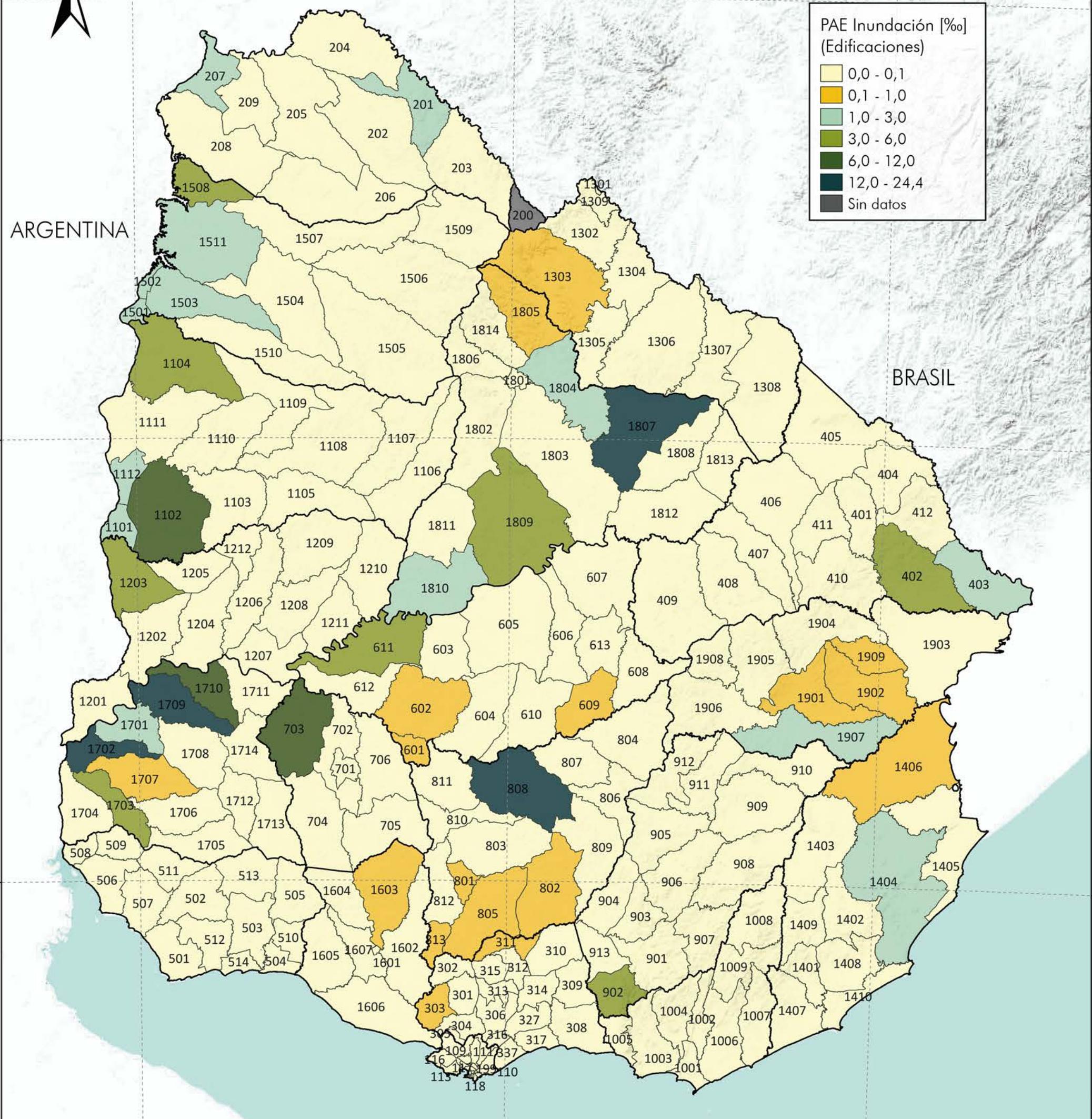
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



Mapa 109. PAE Relativa por inundación por sección censal. Edificaciones

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

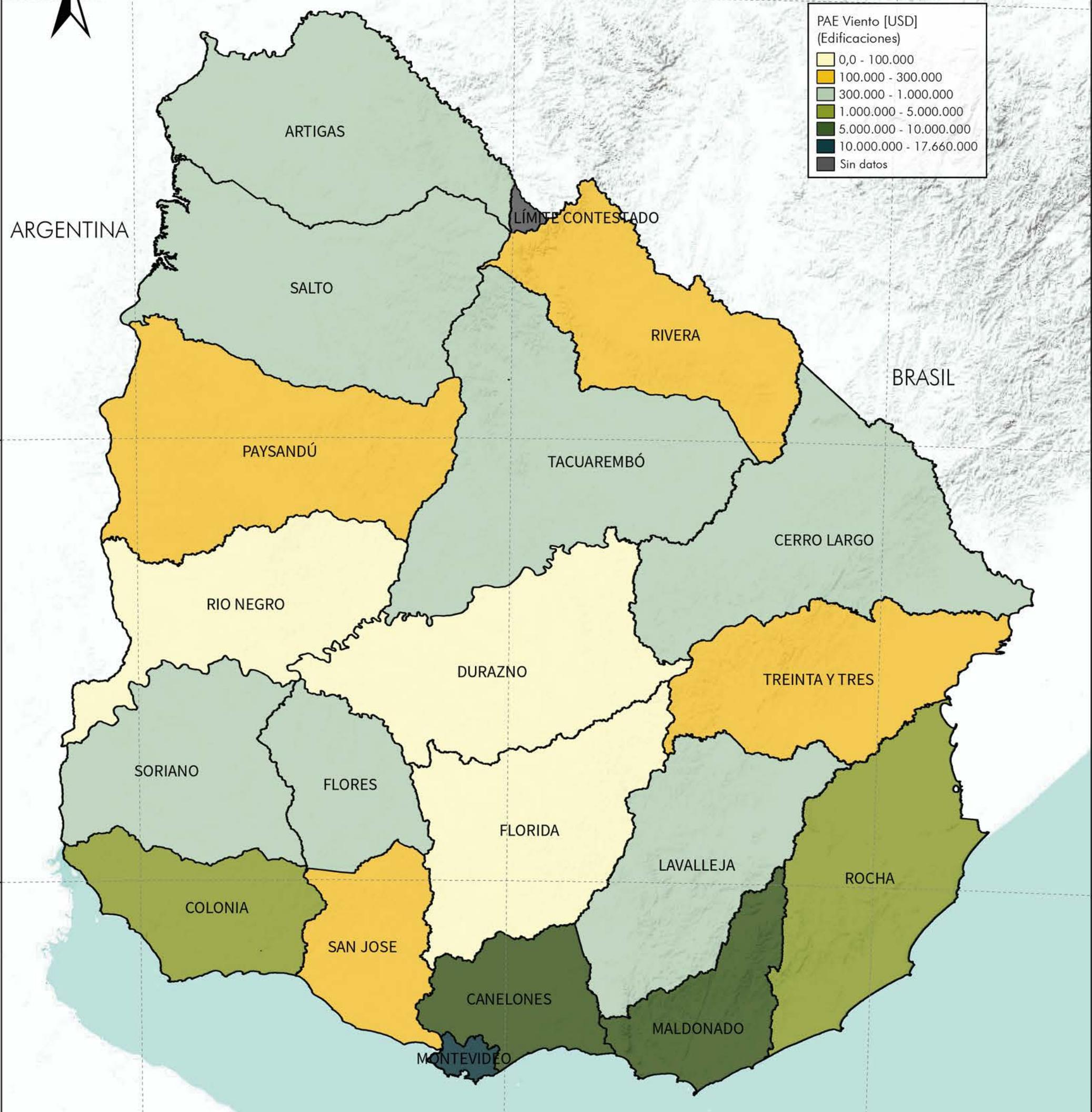
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 110. PAE Absoluta por viento por departamento. Edificaciones

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

54°W



ARGENTINA



ARTIGAS

LÍMITE CONTESTADO

SALTO

RIVERA

BRASIL

PAYSANDÚ

TACUAREMBÓ

CERRO LARGO

RIO NEGRO

DURAZNO

TREINTA Y TRES

SORIANO

FLORES

FLORIDA

LAVALLEJA

ROCHA

COLONIA

SAN JOSE

CANELONES

MALDONADO

MONTEVIDEO

OCEÁNO ATLÁNTICO

0 25 50 100 Kilómetros

Mapa 111. PAE Relativa por viento por departamento. Edificaciones

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

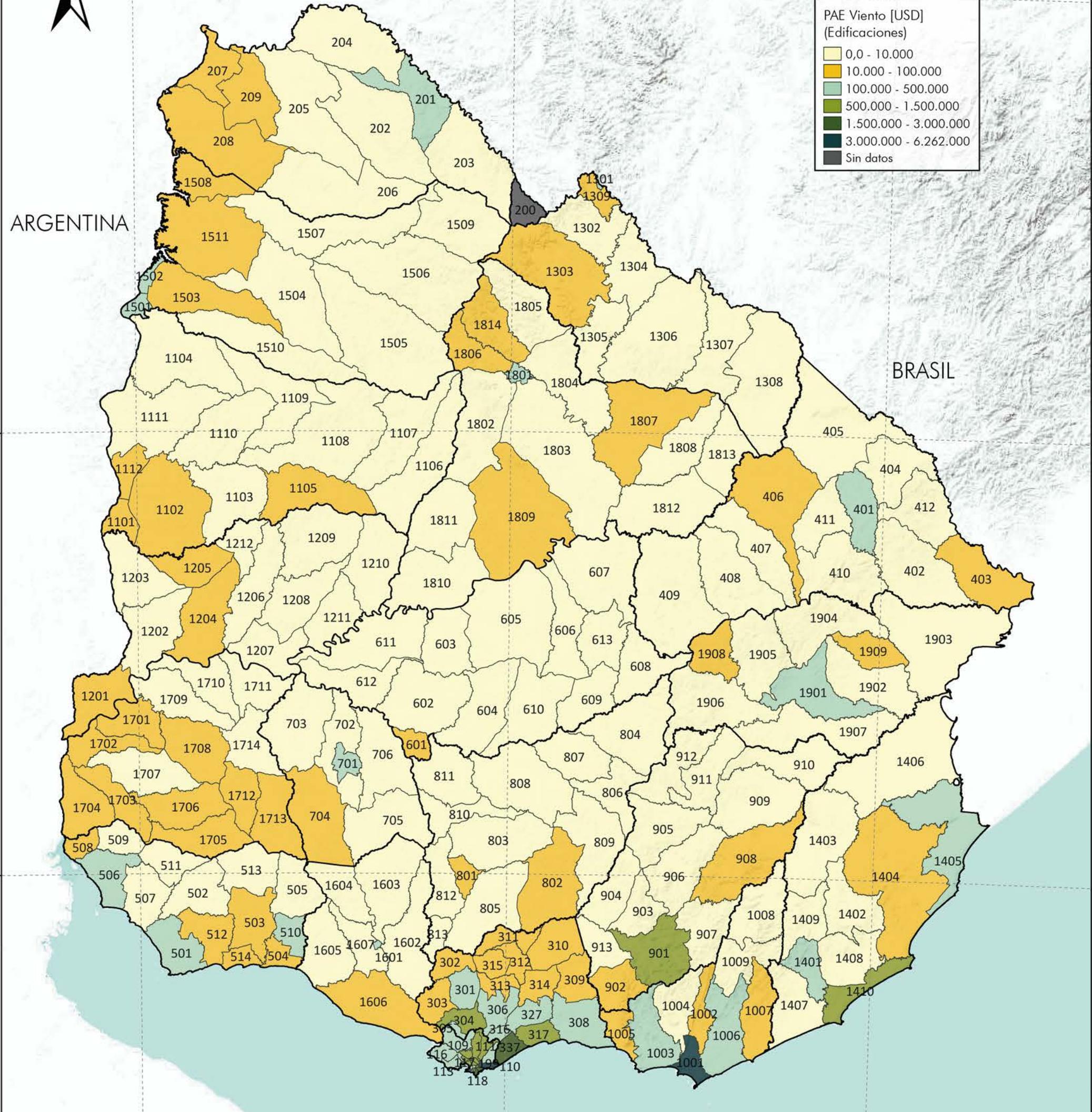
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO 0 25 50 100 Kilómetros



Mapa 112. PAE Absoluta por viento por sección censal. Edificaciones

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL

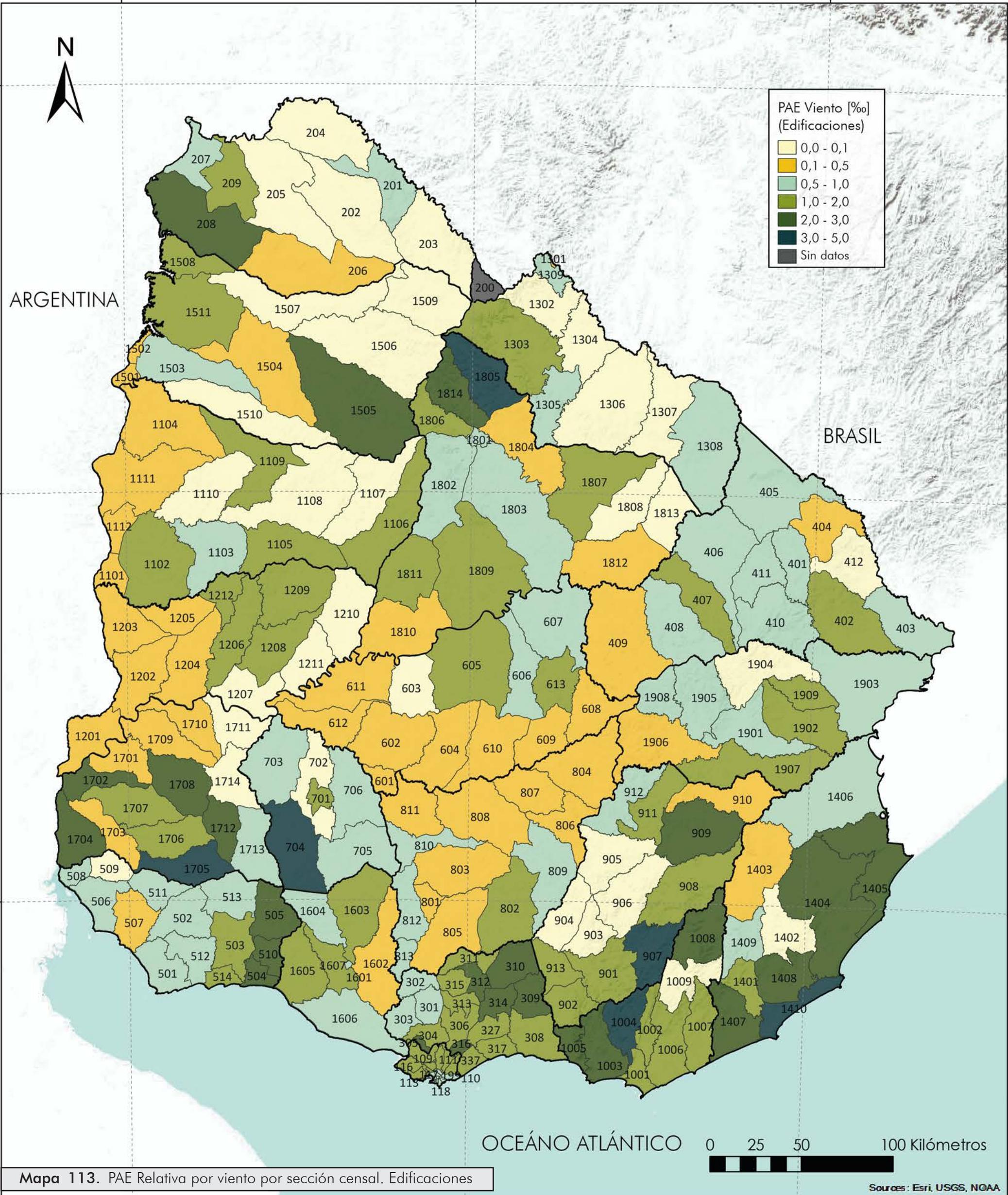
OCEANO ATLANTICO

0 25 50 100 Kilómetros



Mapa 113. PAE Relativa por viento por sección censal. Edificaciones

Sources: Esri, USGS, NOAA



58°W

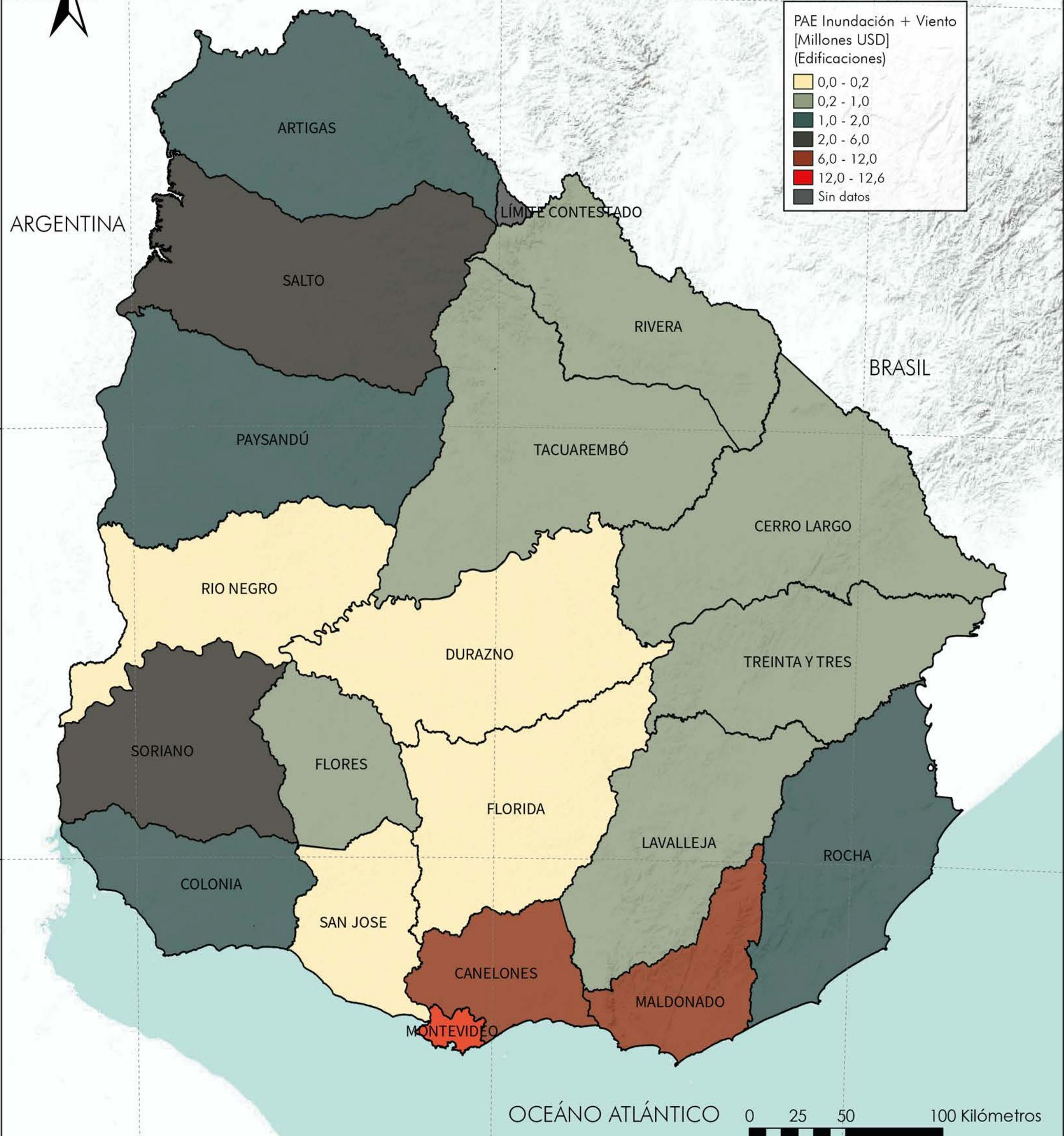
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO



Mapa 114. PAE Absoluta por viento + inundación por departamento. Edificaciones

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

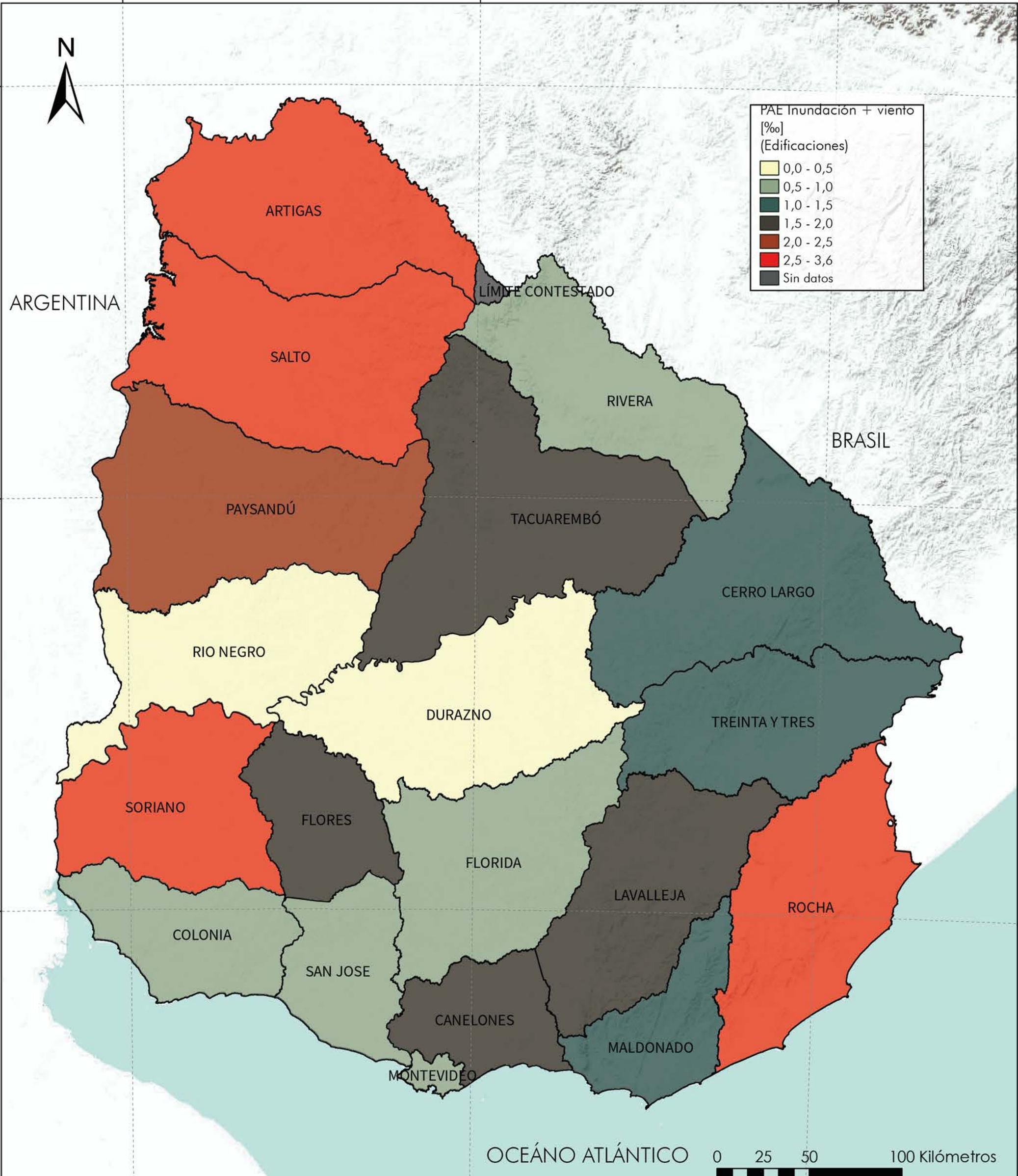
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



Mapa 115. PAE Relativa por viento + inundación por departamento. Edificaciones

OCEÁNO ATLÁNTICO



Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

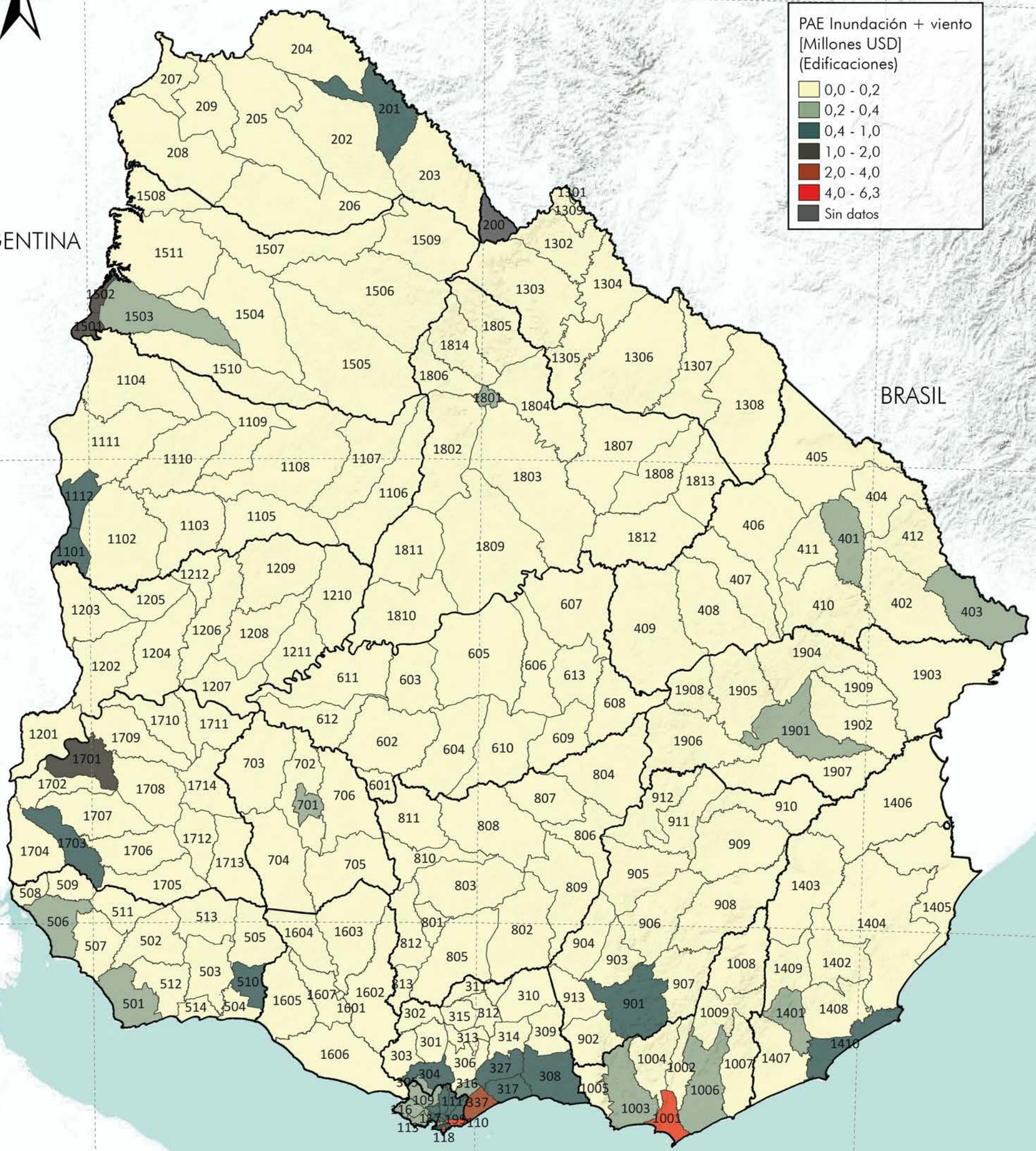
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO



Mapa 116. PAE Absoluta por viento + inundación por sección censal. Edificaciones

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

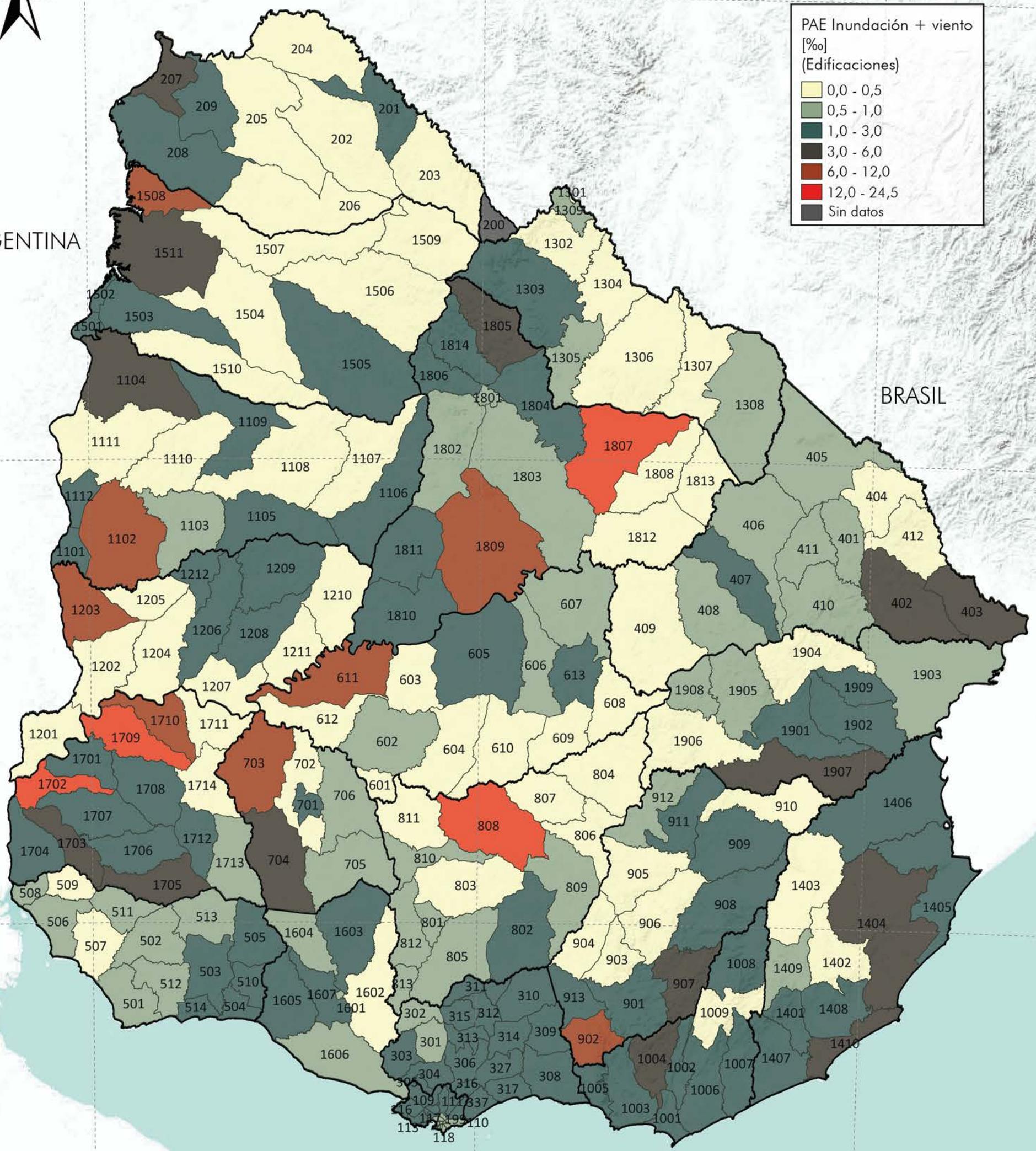
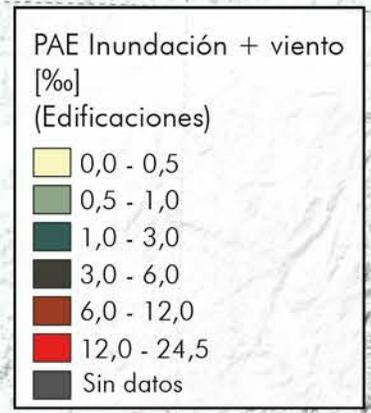
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO



Mapa 117. PAE Relativa por viento + inundación por sección censal. Edificaciones

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

56°W

54°W



ARGENTINA



30°S

32°S

34°S

LÍMITE CONTESTADO

BRASIL

ARTIGAS

SALTO

RIVERA

PAYSANDÚ

TACUAREMBÓ

CERRO LARGO

RIO NEGRO

DURAZNO

TREINTA Y TRES

SORIANO

FLORES

FLORIDA

LAVALLEJA

ROCHA

COLONIA

SAN JOSE

CANELONES

MALDONADO

MONTEVIDEO

OCEÁNO ATLÁNTICO

0 25 50 100 Kilómetros



Mapa 118. PAE Absoluta en flujo de servicios por vegetación quemada por departamento

Sources: Esri, USGS, NOAA

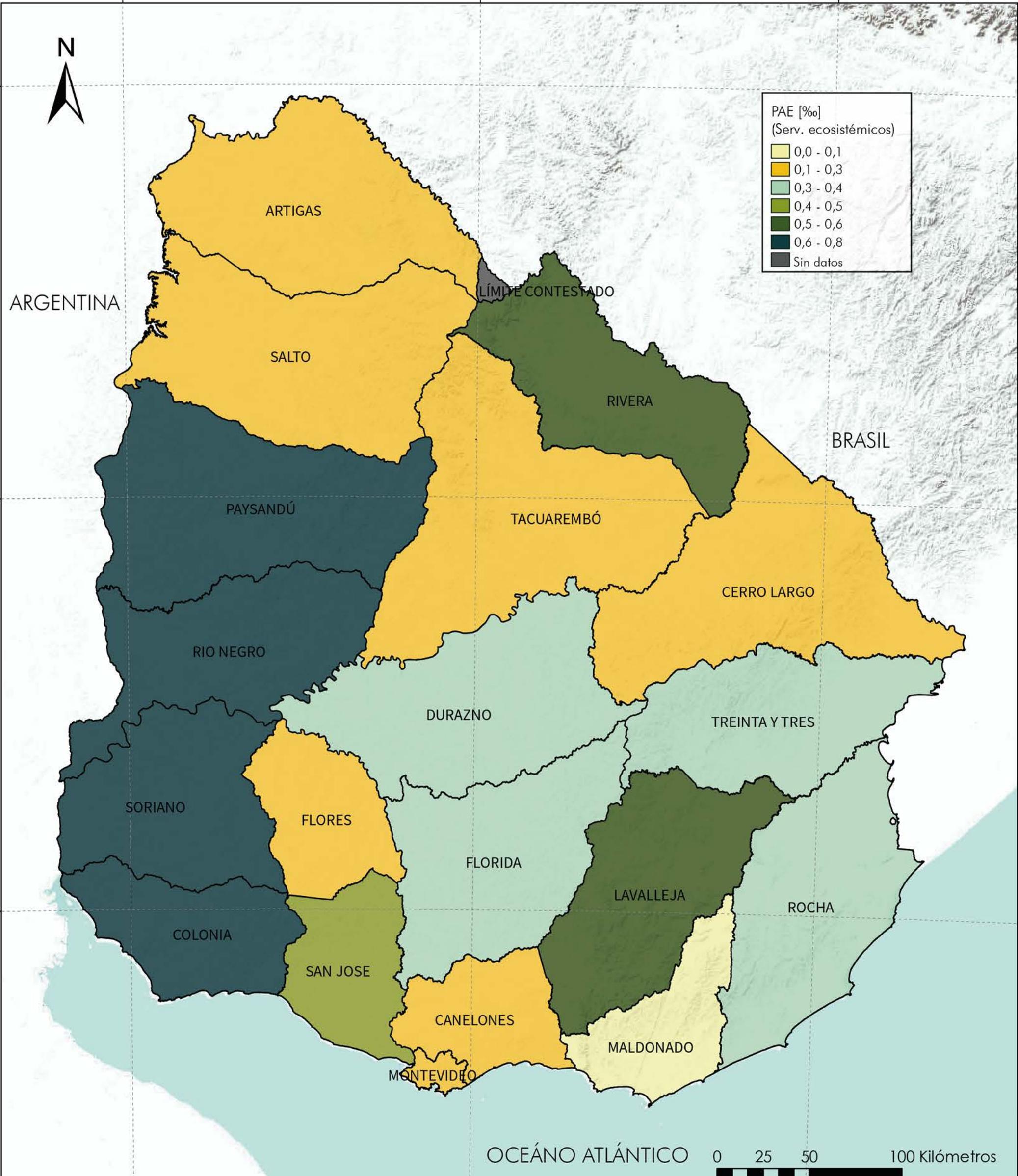
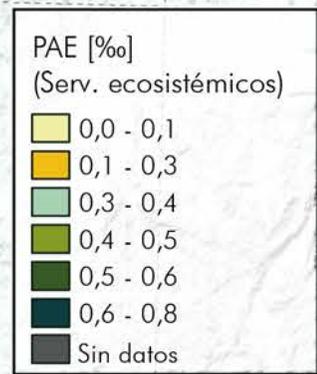
58°W

56°W

54°W



ARGENTINA



ARTIGAS

SALTO

LÍMITE CONTESTADO

RIVERA

BRASIL

PAYSANDÚ

TACUAREMBÓ

CERRO LARGO

RIO NEGRO

DURAZNO

TREINTA Y TRES

SORIANO

FLORES

FLORIDA

LAVALLEJA

ROCHA

COLONIA

SAN JOSE

CANELONES

MALDONADO

MONTEVIDEO

OCEANO ATLANTICO

0 25 50 100 Kilómetros

Mapa 119. PAE Relativa en flujo de servicios por vegetación quemada por departamento

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

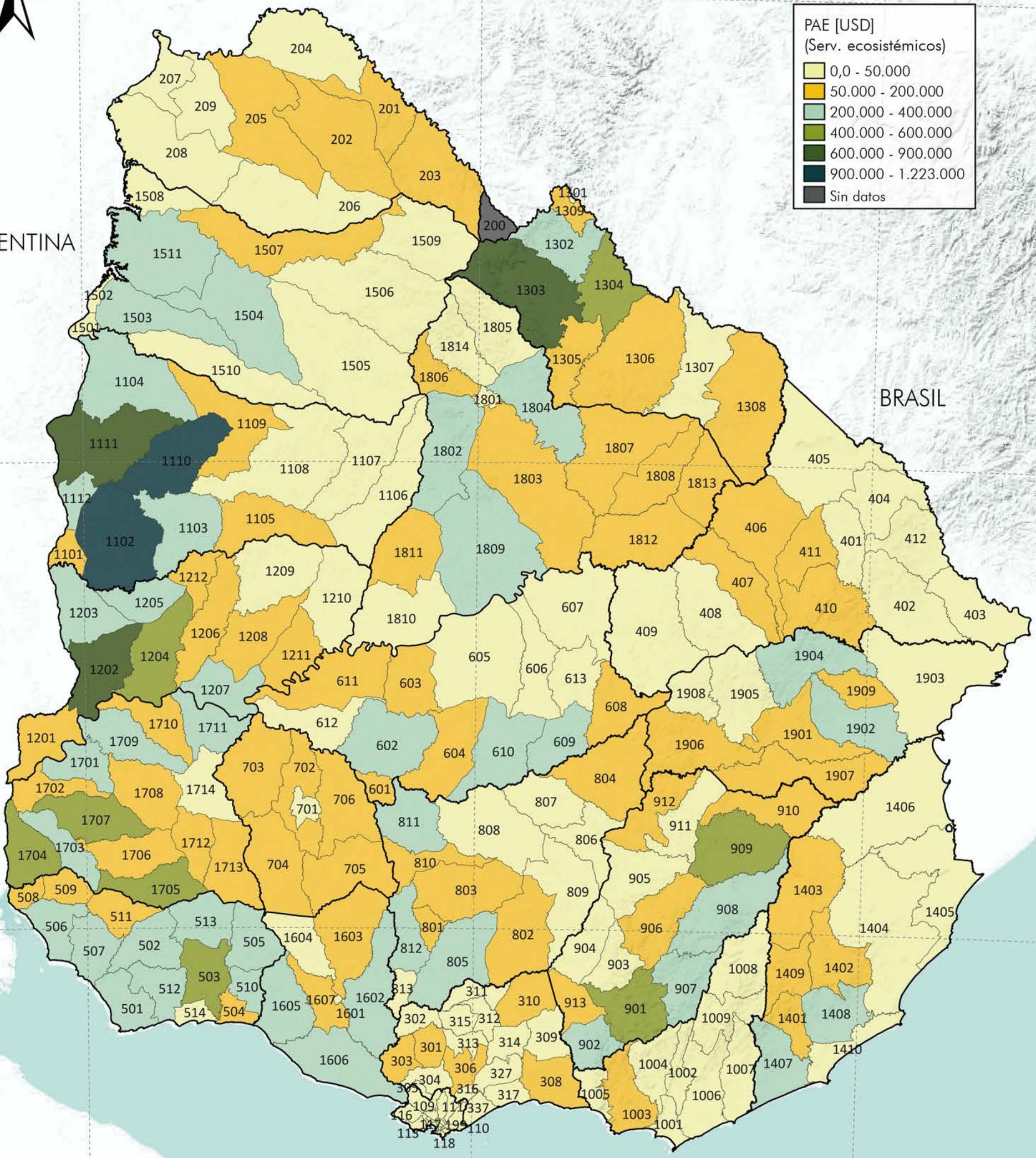
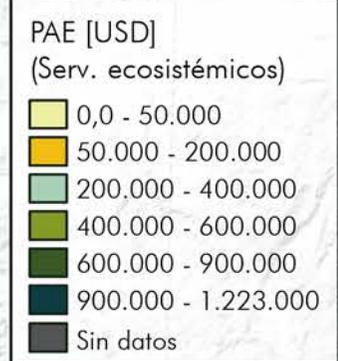
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



OCEÁNO ATLÁNTICO



Mapa 120. PAE Absoluta en flujo de servicios por vegetación quemada por sección censal

Sources: Esri, USGS, NOAA

58°W

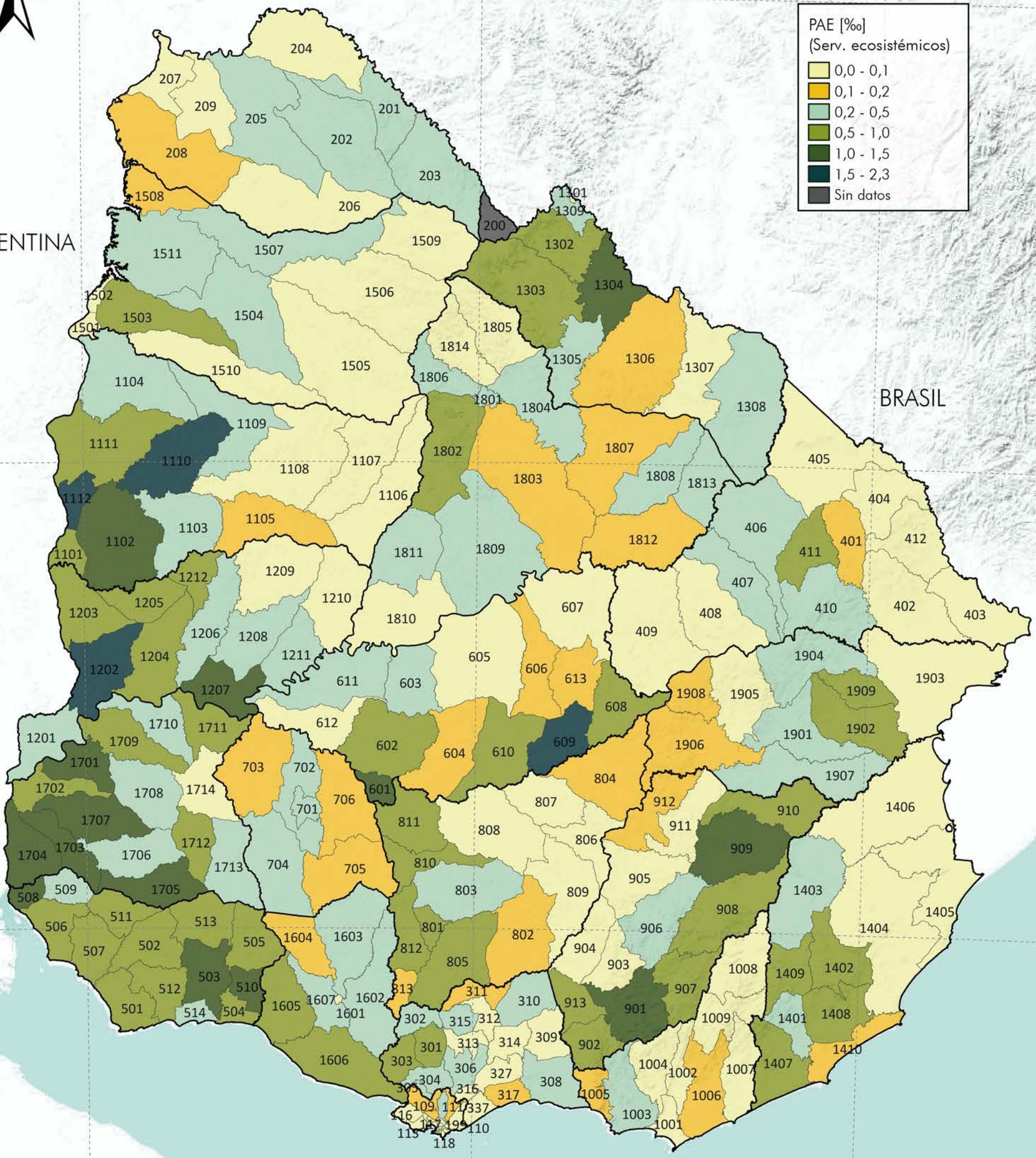
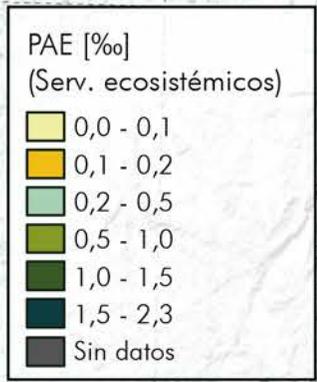
56°W

54°W



ARGENTINA

BRASIL



OCEANO ATLANTICO



Mapa 121. PAE Relativa en flujo de servicios por vegetación quemada por sección censal

Sources: Esri, USGS, NOAA

## 5. Casos locales

En este capítulo se presentan los resultados para la evaluación probabilista de la amenaza y el riesgo por inundación por lluvias fuertes en Río Branco y en Artigas, y por viento fuerte en Montevideo. La metodología de estimación de pérdidas probables implementada en los casos locales es la misma metodología aplicada en la evaluación nacional, sin embargo, el análisis a escala local permite contar con herramientas útiles y específicas para la toma de decisiones en cuanto a planificación territorial y prevención del riesgo de cada ciudad. Los casos de Río Branco y Artigas son ejemplo de trabajo en cuencas transfronterizas y para su desarrollo se necesitó de la consolidación de información generada por autoridades políticas diferentes.

### 5.1. Río Branco

La ciudad de Río Branco se encuentra localizada a 363 Km de Montevideo, es una ciudad fronteriza, ubicada en el límite entre el departamento de Cerro Largo y Brasil, al costado derecho de uno de los meandros que forma el río Yaguarón, próximo a su desembocadura en la Laguna Merín.

La población de Río Branco es de aproximadamente 16.270 habitantes, su superficie de 933 km<sup>2</sup> y tiene una densidad poblacional de 17 hab/km<sup>2</sup>, la altitud promedio es de 16 m.s.n.m. con un relieve plano-ondulado. Las edificaciones de la ciudad en su gran mayoría están construidas en materiales como mampostería, bloque o

concreto y en menor medida en materiales como madera y desecho. La ciudad principalmente se encuentra constituida por viviendas de 1 y 2 pisos de altura.

En el pasado, la ciudad ha sufrido eventos importantes respecto a lluvias intensas en la cuenca, provocando el desbordamiento del Río Yaguarón e inundaciones en la ciudad, por ejemplo, la ocurrida en septiembre de 2013 y los eventos extraordinarios ocurridos en mayo de 1984 y su máximo histórico en 1959.

#### Amenaza por inundación en la cuenca del Río Yaguarón

La cuenca del río Yaguarón se encuentra localizada tanto en territorio uruguayo (departamento Cerro Largo) como brasilero (estado Rio Grande do Sul) alcanzando una superficie total de 7.300 km<sup>2</sup>. En la cuenca se encuentran ubicadas únicamente dos ciudades: en la margen derecha del río se encuentra la ciudad

de Río Branco y del margen izquierdo la ciudad limítrofe brasilera de Jaguarão, con la que se comunica a través del Puente Internacional Barón de Mauá.

Para la evaluación probabilista de la amenaza se modelaron 50 eventos de inundación derivado del mismo número de eventos de lluvia fuerte que se pueden presentar en la cuenca. En la Figura 27 se muestran los mapas de profundidad de inundación (en metros) para dos escenarios modelados. En los mapas se puede ver que, para cada escenario, tanto la extensión de la inundación (mancha en azul) como las profundidades son diferentes en todos los sitios analizados. Al estar representados en la misma escala, se puede ver como la inundación del Escenario 19 muestra profundidades de lámina de agua considerablemente más altas que para el Escenario 2. Todos los escenarios generados son diferentes, y son el producto de diferentes escenarios de lluvia estocástica sobre la cuenca.

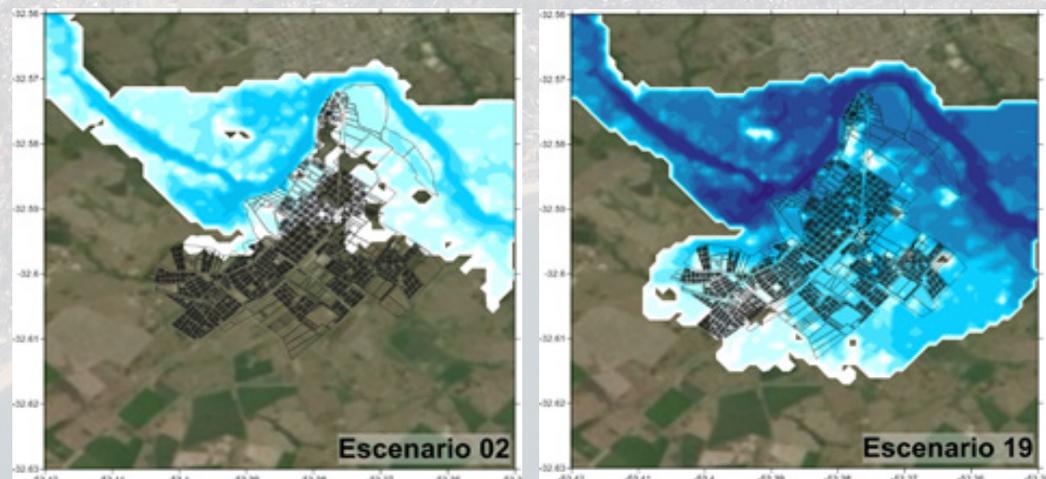


Figura 26. Mapas de profundidad de agua para dos escenarios de inundación

Siguiendo la metodología de la evaluación probabilista de la amenaza, se obtienen los mapas de amenaza uniforme para la ciudad. Estos mapas se calculan mediante la aplicación del teorema de la probabilidad total en la colección de escenarios estocásticos de precipitación y posterior tránsito por la cuenca. Los resultados para 50, 100, 200 y 250 años de periodo de retorno se muestran en la Figura 28. Para todos los casos se presentan afectaciones en la ciudad. Hacia el oriente la inundación es recurrente y con altas profundidades, por lo que las construcciones en esta zona son muy pocas. Por el contrario, hacia la zona occidental de la ciudad, existen construcciones a pesar de ser también un área inundable.

### Exposición y vulnerabilidad de edificaciones en la ciudad de Río Branco

La caracterización de los elementos expuestos en la ciudad de Río Branco se hizo para cada uno de los padrones, a los cuales se les asignó el sistema estructural, el número de pisos, el sector de uso, la categoría de la construcción. Todos los padrones cuentan con la localización geográfica, un valor físico o costo de reposición y la clase estructural a la que pertenece el bien (Ver Figura 29). Los sectores de uso considerados son Residencial, Comercial, Industrial, Salud y Educación. Los sistemas constructivos considerados son madera, mampostería simple, mampostería confinada y pórticos de concreto, y su correspondiente número de pisos.

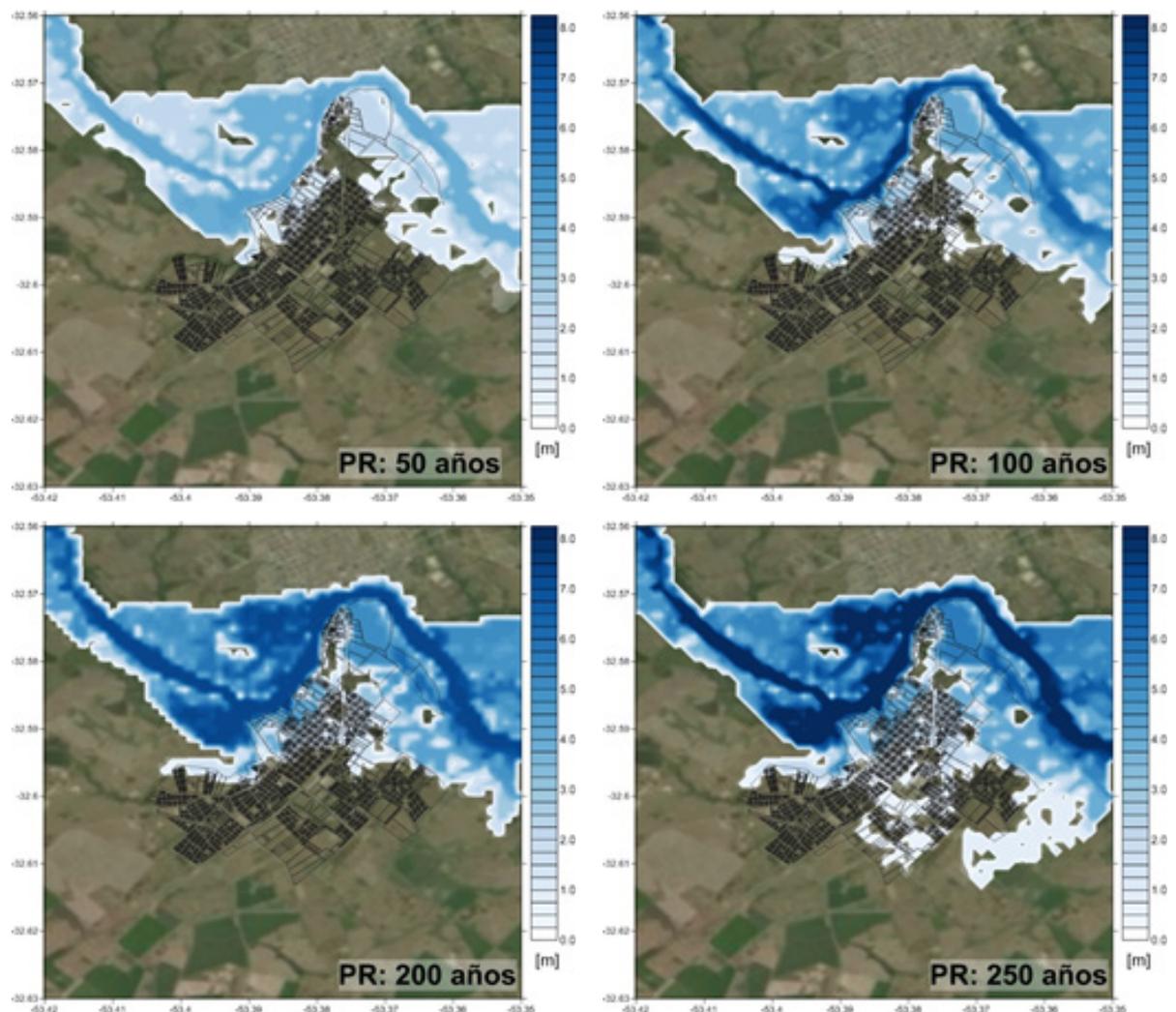
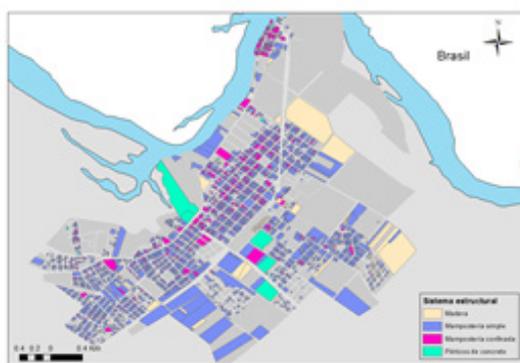


Figura 27. Mapas de amenaza integrada de inundación para 50, 100, 200 y 250 años de periodo de retorno en la ciudad de Río Branco.

La vulnerabilidad de bienes inmuebles se caracteriza mediante funciones de vulnerabilidad, las cuales determinan el comportamiento de un elemento expuesto durante la ocurrencia de un fenómeno peligroso. Para definir la vulnerabilidad de edificaciones ante eventos de inundación se emplean relaciones matemáticas definidas por la FEMA Federal Emergency

Management Agency de los Estados Unidos dentro del modelo de cálculo HAZUS. La asignación de las funciones de vulnerabilidad se hace a partir del sistema constructivo y el número de pisos de la edificación. En Río Branco la mayoría de las edificaciones tienen entre uno y dos pisos.



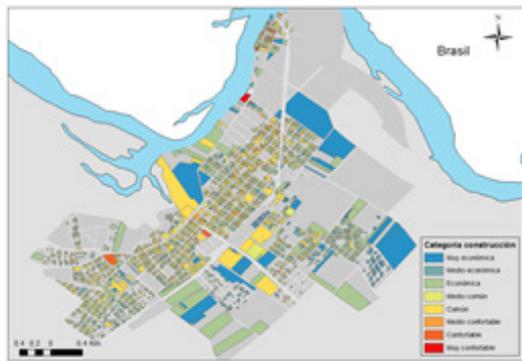
Distribución de sistema estructural



Distribución de número de pisos



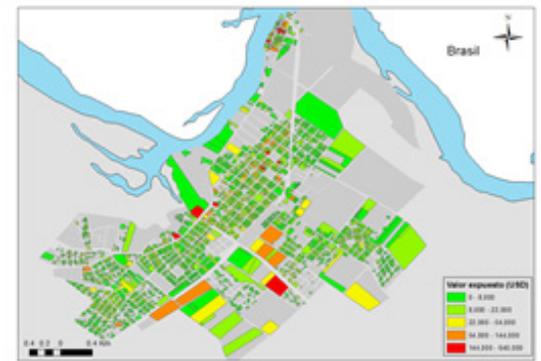
Distribución de sector de uso



Distribución de categoría de la construcción



Distribución de área construida



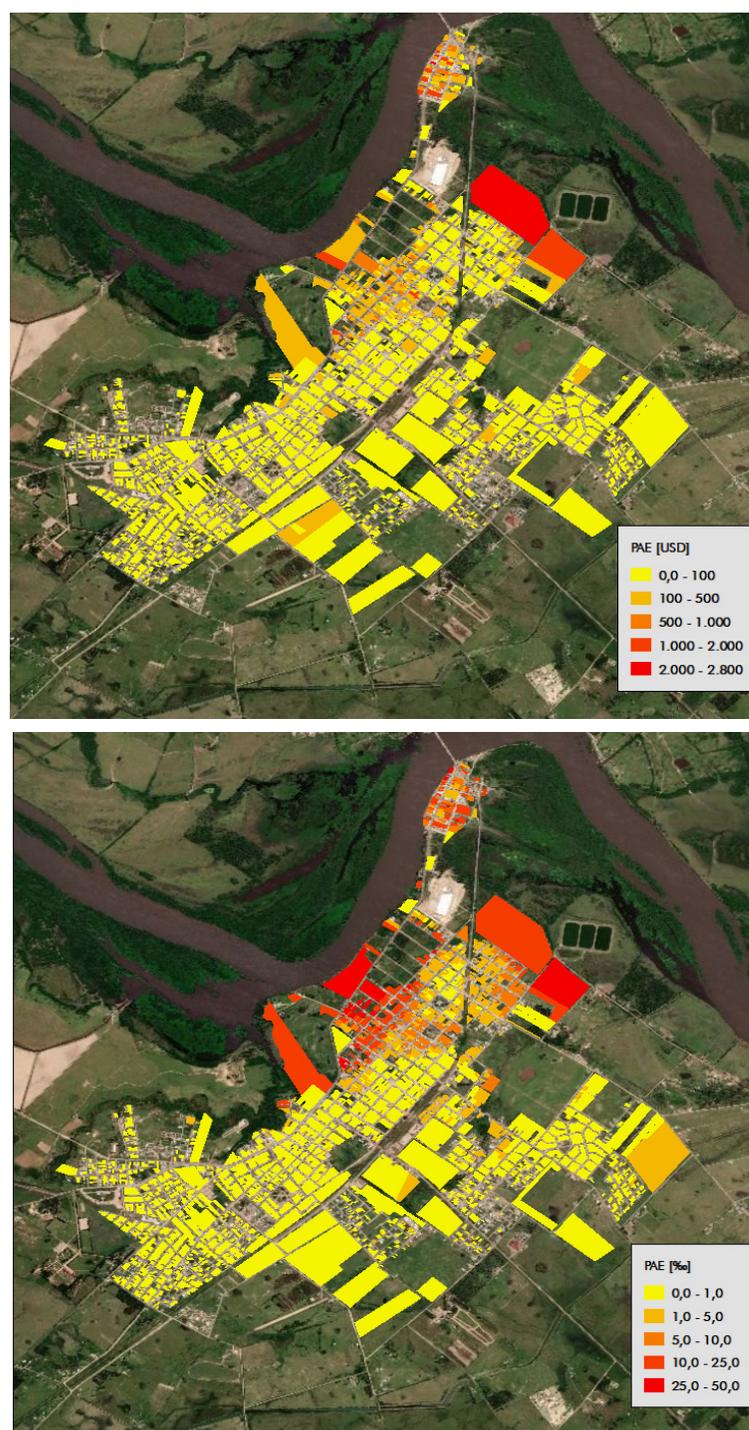
Distribución del valor expuesto

**Figura 28.** Distribución de características de elementos expuestos para la ciudad de Río Branco

### Resultados de la evaluación del riesgo

A partir de la caracterización de los elementos expuestos, el valor expuesto total de las edificaciones suma un total de \$76 millones de dólares aproximadamente, de los cuales se espera que se pierda \$180 mil dólares cada año por eventos de inundación, que equivale a una pérdida de 2,4‰ (2,4 al millar o 0,24%). Este valor representa el valor de la pérdida anual esperada (PAE), también llamada prima pura en el sector de los seguros ya que es la anualización de todas las pérdidas que se tendrán a futuro, y por lo tanto equivaldría al valor que se tendría que pagar cada año para cubrir dichas pérdidas. Para el caso de Río Branco, esta PAE de 2,4‰ equivale a realizar pagos anuales de \$180 mil dólares durante 425 años para cubrir las pérdidas en un evento de inundación. La distribución espacial de la pérdida anual esperada (absoluta y relativa) se muestran en la Figura 30 donde se identifica que las zonas más afectadas por inundaciones son las más cercanas al Puente Internacional Barón de Mauá.

La Figura 31 muestra curva de Pérdidas Máximas Probables para Río Branco. Esta curva relaciona la pérdida esperada con múltiples periodos de retorno. Los resultados de riesgo por sector de uso muestran que el 81% del valor expuesto se concentra en las edificaciones de uso residencial, las cuales representan el 76% de las pérdidas absolutas respecto al



**Figura 29.** PAE absoluta (en dólares) y PAE relativa (al millar) por padrón

valor expuesto total y una pérdida anual esperada de 2,2%. Sin embargo, es importante resaltar que las edificaciones del sector Educación presentan resultados de

pérdida anual esperada relativa de 3,6%, que son los más altos para un sector que sólo participa en un 5% del valor expuesto total en la ciudad. Esto indica que el sector

de la Educación, seguido por el comercial, debería adelantar medidas para reducir la vulnerabilidad de sus activos.



Figura 30. Pérdidas máximas probables para Río Branco

Tabla 6. Resultados de riesgo por inundación para las edificaciones de Río Branco.

Resultados		
Valor Expuesto	USD Millones	76,25
Pérdida anual esperada	USD Millones	0,18
	‰	2,4
PML		
Periodo retorno	Pérdida	
años	USD Millones	%
100	\$4,61	6,05
250	\$8,32	10,91
500	\$12,00	15,74
1000	\$19,60	25,71

Tabla 7. Resultados de riesgo por sector de uso

Sector de uso	Valor expuesto		Pérdida anual esperada		
	USD [Millones]	% respecto al total	USD	% respecto al total	‰
Residencial	61,7	81%	137.204	76%	2,2
Comercial	8,3	11%	27.111	15%	3,3
Industrial	1,3	2%	1.247	1%	0,9
Educación	3,5	5%	12.520	7%	3,6
Salud	1,4	2%	1.486	1%	1,1
<b>Total</b>	<b>76,2</b>	<b>100%</b>	<b>179.567</b>	<b>100%</b>	<b>2,4</b>

## 5.2. Artigas

Artigas es la ciudad capital del departamento homónimo, se encuentra ubicada al noreste de Uruguay, al costado izquierdo del río Cuareim, limitando con la ciudad brasileña de Quaraí, con la cual se conecta por medio del Puente Internacional de la Concordia. Es la ciudad capital que se encuentra más alejada de la capital del país Montevideo (600 Km).

La ciudad de Artigas cuenta con una población aproximada de 43.567 habitantes, lo que corresponde al 59% de la población total del departamento. Su altitud media es de 121 m.s.n.m. Las edificaciones en la ciudad están construidas principalmente en materiales como mampostería, bloque o concreto y en menor medida en materiales livianos como madera y desecho, la mayoría de las edificaciones en la ciudad corresponden a viviendas de 1 y 2 pisos.

Artigas a través de su historia ha sufrido varios eventos catastróficos como lo son las inundaciones, unos de los más recientes en enero de 2019, abril de 2017, y la del año 2001, que es la máxima inundación conocida, dando como resultado el registro de 5.000 personas evacuadas.

### Amenaza por inundación en la cuenca del río Cuareim

La cuenca del río Cuareim tiene una extensión de 4.600 km<sup>2</sup> y está entre 108 m.s.n.m y 403 m.s.n.m. Al ser una cuenca de gran extensión, fue necesario calcular la respuesta hidrológica e hidráulica por subcuencas dentro de la cuenca principal. Esto se hizo porque pueden ocurrir lluvias concentradas muy cerca de la ciudad de Artigas, y la inundación en estos casos ocurre por el desbordamiento de los cauces principales de las subcuencas y no necesariamente ocurre por el desbordamiento del río Cuareim. Los cauces principales de estas subcuencas se tienen en cuenta en la modelación hidráulica.

Para la evaluación probabilista de la amenaza se modelaron 52 eventos de inundación derivado del mismo número de eventos de lluvia fuerte que se pueden presentar en la cuenca. En la Figura 32 se muestran los mapas de profundidad de inundación (en metros) para dos escenarios modelados. En los mapas se puede ver que, para cada escenario, tanto la extensión de la inundación (mancha en azul) como las profundidades son diferentes en todos los sitios analizados. Con esto se muestra que los escenarios generados son todos diferentes, y son el producto de diferentes escenarios de lluvia estocástica sobre la cuenca. Estos son escenarios de inundación que se consideran mutuamente

excluyentes y colectivamente exhaustivos.

Siguiendo la metodología de la evaluación probabilista de la amenaza, se obtienen los mapas de amenaza uniforme para la ciudad de Artigas. Estos mapas se calculan mediante la aplicación del teorema de la probabilidad total en la colección de escenarios estocásticos de precipitación y posterior tránsito por la cuenca del río Cuareim y sus subcuencas. Los resultados para 50, 100, 200 y 250 años de periodo de retorno se muestran en la Figura 33. Para todos los casos se presentan afectaciones en la ciudad. En la zona cercana al banco del río existen múltiples construcciones a pesar de ser un área inundable.

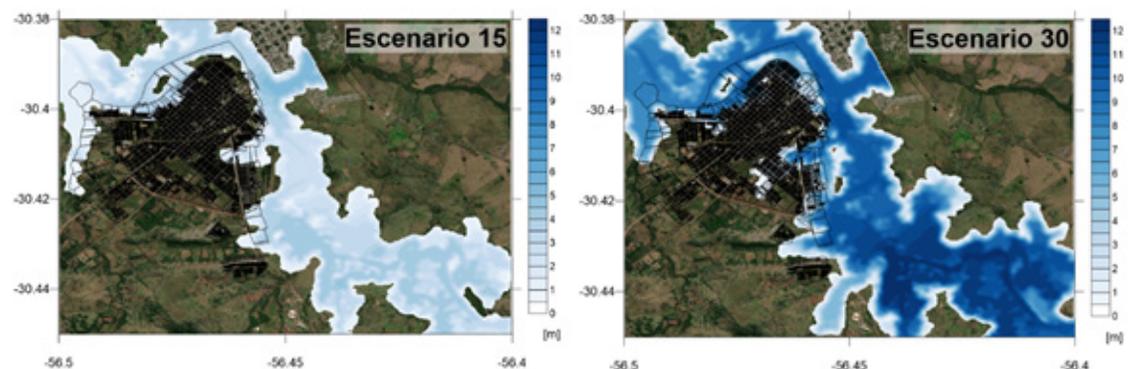


Figura 31. Mapas de profundidad de inundación (en metros) para dos escenarios modelados

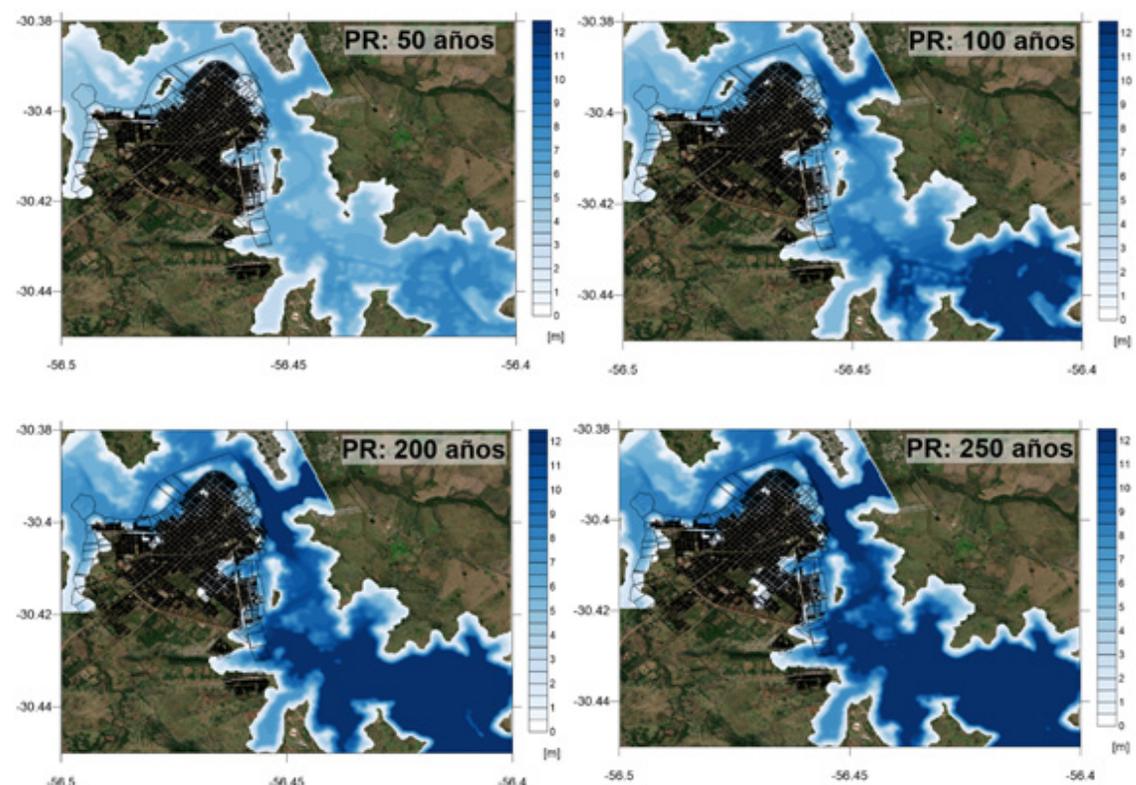
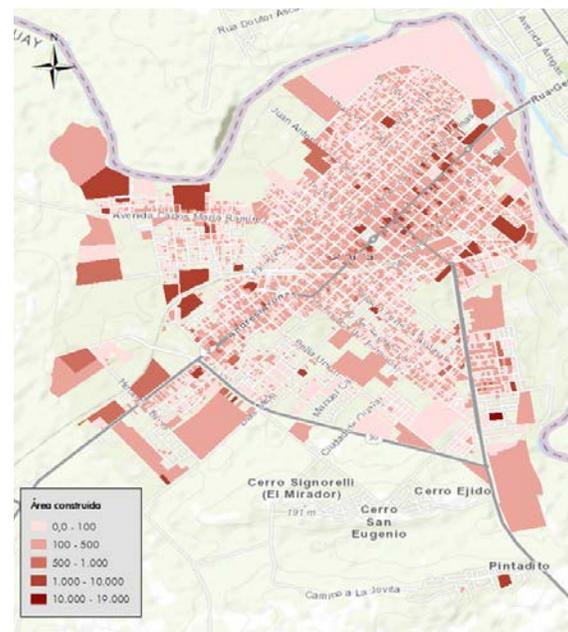


Figura 32. Mapas de amenaza integrada de inundación para 50, 100, 200 y 250 años de periodo de retorno en la ciudad de Artigas.

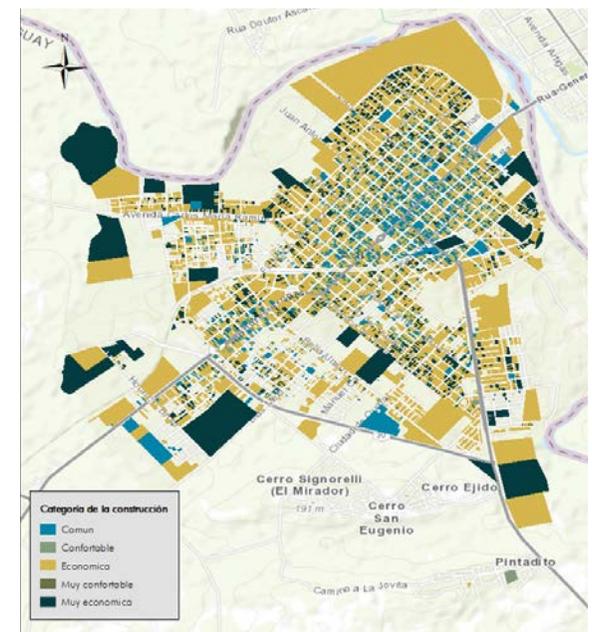
## Exposición de edificaciones en la ciudad de Artigas

La caracterización de los elementos expuestos en la ciudad de Artigas se hizo para cada uno de los padrones, a los cuales se les asignó el sistema estructural, el número de pisos, el sector de uso, la categoría de la construcción. Todos los padrones cuentan con la localización geográfica, un valor físico o costo de reposición y la clase estructural a la que pertenece el bien (Ver Figura 34). Los sectores de uso considerados son Residencial, Comercial, Industrial e Institucional (que puede incluir edificaciones del Gobierno, educación o salud). Los sistemas constructivos considerados concreto, mampostería, material en tierra, madera y material de desecho y su correspondiente número de pisos. En Artigas la mayoría de las edificaciones tienen entre uno y dos pisos, y se identificaron edificaciones hasta de 13 pisos.

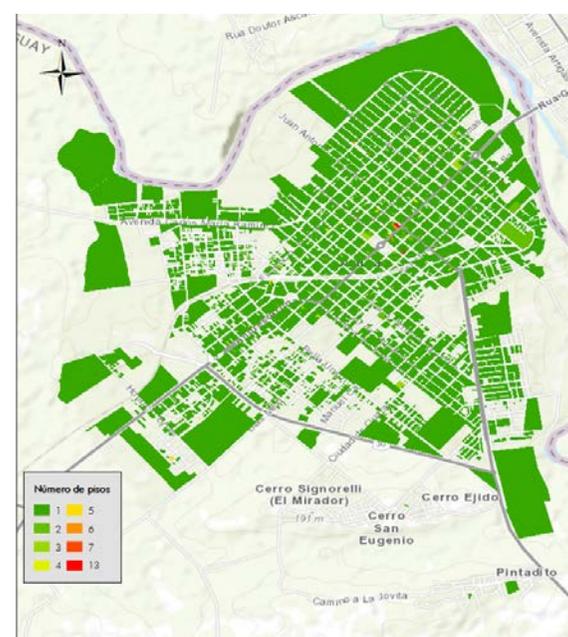
La vulnerabilidad de bienes inmuebles se caracteriza mediante funciones de vulnerabilidad, las cuales determinan el comportamiento de un elemento expuesto durante la ocurrencia de un fenómeno peligroso. Para definir la vulnerabilidad de edificaciones ante eventos de inundación se emplean relaciones matemáticas definidas por la FEMA Federal Emergency Management Agency de los Estados Unidos dentro del modelo de cálculo HAZUS. La asignación de las funciones de vulnerabilidad se hace a partir del sistema constructivo y el número de pisos de la edificación.



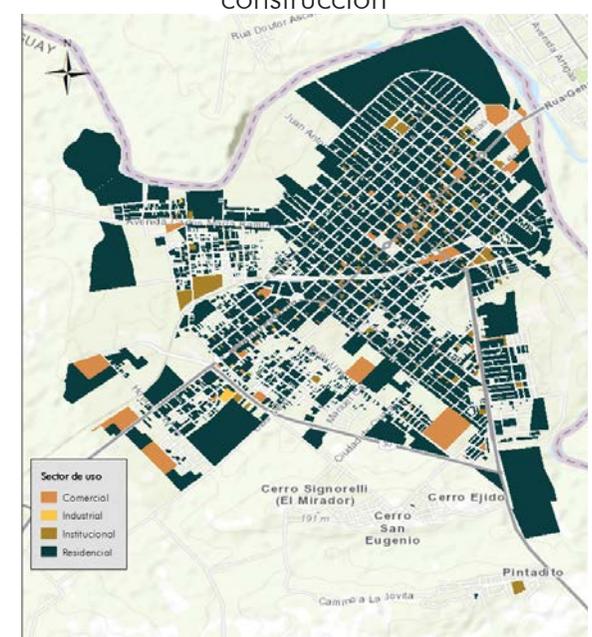
Distribución de área construida



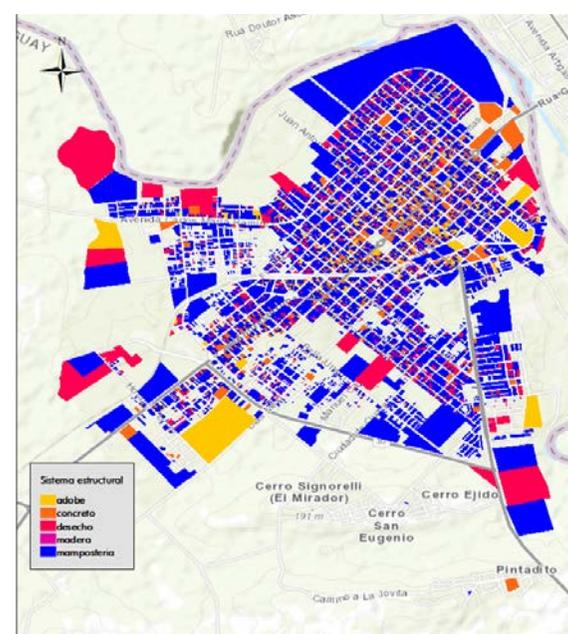
Distribución de categoría de la construcción



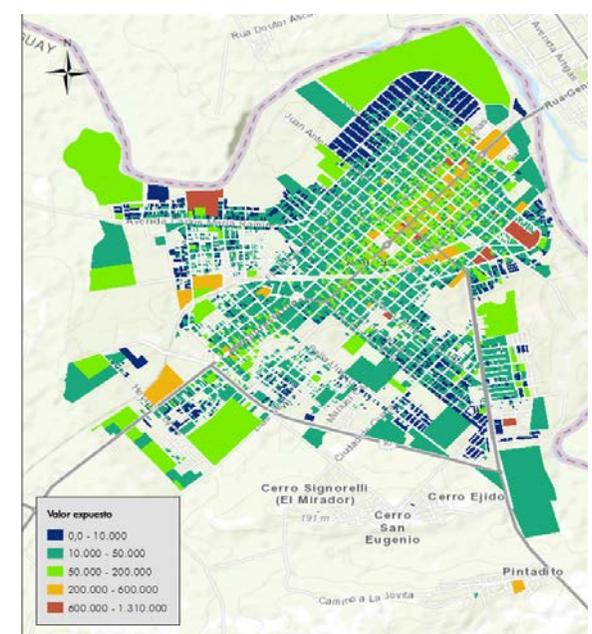
Distribución por número de pisos



Distribución de sector de uso



Distribución de sistema estructural



Distribución del valor expuesto

**Figura 33.** Distribución de características de elementos expuestos para la ciudad de Artigas.

## Resultados de la evaluación de riesgo

Como se muestra en la Tabla 9 el valor expuesto de las edificaciones suma un total de \$301 millones de dólares aproximadamente, de los cuales se espera que se pierda casi \$580 mil dólares cada año por eventos de inundación, que equivale a una pérdida de 1,9‰ (1,9 al millar o 0,19%). Este valor representa el valor de la pérdida anual esperada (PAE), también llamada prima pura en el sector de los seguros ya que es la anualización de todas las pérdidas que se tendrán a futuro, y por lo tanto equivaldría al valor que se tendría que pagar cada año para cubrir dichas pérdidas. En el contexto del riesgo de desastres es práctica común expresar la PAE al millar y no en porcentaje ya que estos valores suelen ser pequeños y al verlo en porcentaje este puede ser desestimado por el lector. Para el caso de la ciudad de Artigas, esta PAE de 1,9‰ equivale a realizar pagos anuales de \$576 mil dólares durante 425 años para cubrir las pérdidas en un evento de inundación. La distribución espacial de la pérdida anual esperada (absoluta y relativa) se muestran en la Figura 35 donde se identifica que las zonas más afectadas por inundaciones son las más cercanas al banco del río, cubriendo varias manzanas hacia el interior de la ciudad, situación que es de esperar al estar ubicada en un meandro del río y corresponder a la llanura de inundación. La Figura 36 muestra curva de Pérdidas Máximas Probables para Artigas. Esta curva relaciona la pérdida esperada con múltiples periodos de retorno.

Los resultados de riesgo por sector de uso muestran que el 89,5% del valor expuesto se concentra en las edificaciones de uso residencial, las cuales representan el 94,5% de las pérdidas absolutas respecto al valor expuesto total y una pérdida anual esperada de 2,0‰. También es clave resaltar que las edificaciones del sector Institucional, que incluyen las edificaciones dedicadas a la salud y la educación, presentan resultados de pérdida anual esperada relativa de 1,7‰, que son los considerablemente altos para un sector

que sólo participa en un 3,9% del valor expuesto total en la ciudad. Esto indica que el sector de la residencial y el institucional

deberían adelantar medidas para reducir la vulnerabilidad de sus activos.



Figura 34. PAE absoluta (en dólares) y PAE relativa (al millar) por padrón

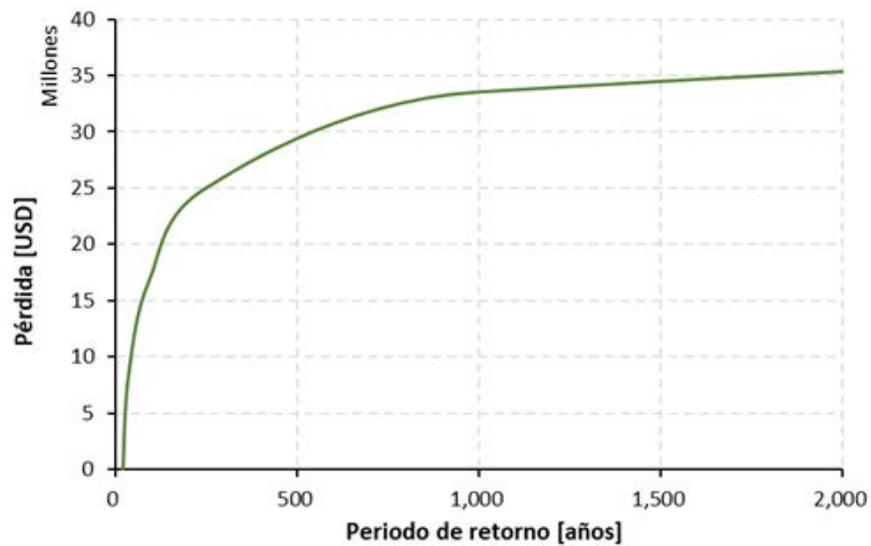


Figura 35. Pérdidas máximas probables para Artigas

Tabla 8. Resultados de riesgo por inundación para las edificaciones de Artigas.

Resultados		
Valor Expuesto	USD Millones	301
Pérdida anual esperada	USD Millones	0,58
	‰	1,91
PML		
Periodo retorno	Pérdida	
años	USD Millones	%
100	\$17,2	5,70
250	\$24,8	8,23
500	\$27,9	9,26
1000	\$33,5	11,13

Tabla 9. Resultados de riesgo por sector de uso

Sector de uso	Valor expuesto		Pérdida anual esperada		
	USD [Millones]	% respecto al total	USD	% respecto al total	‰
Residencial	269,5	89,5%	544.439	94,5%	2,0
Comercial	18,3	6,1%	8.921	1,5%	0,5
Institucional	12,8	4,3%	22.207	3,9%	1,7
Industrial	0,4	0,1%	474	0,1%	1,1
<b>Total</b>	<b>301</b>	<b>100.0%</b>	<b>576.040</b>	<b>100,0%</b>	<b>1,9</b>

### 5.3. Montevideo

La ciudad de Montevideo, capital de Uruguay, se encuentra localizada al sur del país, a orillas del Río de la Plata, su extremo oeste está delimitado por el río Santa Lucía, el extremo este por el arroyo Carrasco y al norte y este limita con el departamento de Canelones. La altitud media en la ciudad es de 43 m.s.n.m. con una máxima elevación en el Cerro de Montevideo con 132 m.s.n.m. El clima es subtropical húmedo, presentando en los inviernos fuertes vientos. Por el contrario, los veranos son cálidos y con poco viento. Por su estratégica ubicación, esta ciudad puerto constituye una pieza fundamental del comercio regional, concentra una parte importante de la actividad económica en el país, de intercambio comercial y de servicios, así como del turismo.

Según el último censo nacional de población y vivienda realizado en Uruguay en el año 2011, la población en el área urbana de Montevideo era de 1.304.728 habitantes, lo que constituye una gran parte de la población urbana del país concentrando un 42% sobre el total. Con una superficie terrestre de aproximadamente 200 km<sup>2</sup>, la densidad de población asciende a los 6.523 hab/km<sup>2</sup>, muy distante de la densidad media en el resto del país que es cercana a los 19 hab/km<sup>2</sup>. De la misma forma y de acuerdo con las estadísticas de población y vivienda, Montevideo en su área urbana concentra cerca del 40% del total de viviendas en el país.

En la información censal de las viviendas de la ciudad se registra que entre los materiales empleados para la construcción de paredes exteriores se encuentran ladrillos, ticholos, piedras, bloques, barro, materiales livianos como madera o chapa y materiales de desecho. Para las cubiertas, entre la información catastral, se registra que los materiales comúnmente empleados están losa o bovedilla, cubiertas livianas o quincho.

Según estudios detallados desarrollados por la Universidad de la República (Ver

trabajos de Valeria Durañona y su equipo) se puede concluir que en Uruguay los mayores daños asociados a vientos fuertes son producto de tormentas convectivas severas, y hace que sea el país que más sufre este fenómeno en América del Sur. Por ejemplo, el 10 de marzo de 2002 registró un evento convectivo a gran escala que llegó a ráfagas de viento hasta de 34 m/s afectando al sector de transmisión de energía del país, edificaciones y cultivos, que acumularon pérdidas hasta de US 27 millones de dólares. Uruguay también está ubicado en la zona del hemisferio del Sur que experimenta una alta actividad de ciclones extratropicales, que se intensifican al pasar por el país y generan daños en pocas horas. El 23 de agosto de 2005 se registró un ciclón extratropical que afectó la costa sur del país y se estimaron pérdidas por US 40 millones de dólares.

Basados en estos estudios, se realizó la evaluación de la amenaza por viento fuerte en el país, y específicamente se desarrolló un caso local de estudio de riesgo sobre las edificaciones de la ciudad de Montevideo.

#### Amenaza por viento fuerte

El viento en Uruguay se caracteriza porque los mayores daños asociados a vientos fuertes son producto de actividad convectiva severa (en las que se presentan cambios súbitos en la velocidad y dirección del viento), que son más frecuentes e intensos que los vientos asociados al paso de ciclones extratropicales (que se caracterizan por cambios lentos en la velocidad del viento, en periodos hasta de 10 horas). En el caso de Montevideo, al estar sobre la costa, los dos fenómenos, tormentas convectivas y ciclones extratropicales, se deben tener en cuenta. Para la evaluación de la amenaza por viento fuerte se utilizó la amenaza desarrollada a escala nacional, generando un conjunto de eventos aleatorios que contiene todas las formas posibles en que el peligro relacionado con viento fuerte puede manifestarse en Uruguay, en general, y en Montevideo,

en particular. Cada evento tiene asociado una severidad, medida en términos de la velocidad media del viento o la velocidad de ráfaga de 3 segundos, y una frecuencia anual de ocurrencia, que determina qué tan común ocurre ese nivel de severidad, considerando que eventos menos intensos suelen ocurrir con mayor frecuencia).

Una vez definidos los parámetros que caracterizan la ocurrencia de dichos eventos, desde un punto de vista físico, es necesario generar un conjunto de eventos estocásticos a través de la simulación de una serie de eventos aleatorios. El conjunto de eventos aleatorios contiene todas las formas posibles en que el peligro relacionado con viento fuerte puede manifestarse en Uruguay. Para cada evento, la amenaza se caracteriza, en cualquier punto del territorio, a través de la distribución de probabilidad de la intensidad, definida en términos de su valor esperado y su varianza.

La Figura 37 muestra la curva de amenaza por viento en Montevideo, calculada para las coordenadas 34.9011° S, 56.1645° W. Esta curva relaciona la intensidad de la amenaza, en este caso la velocidad del viento medida en m/s, con el periodo de retorno de esta intensidad. Esta curva permite caracterizar la amenaza por viento en Montevideo a partir de la amenaza calculada para todo el país, como se muestra en la Sección 4.

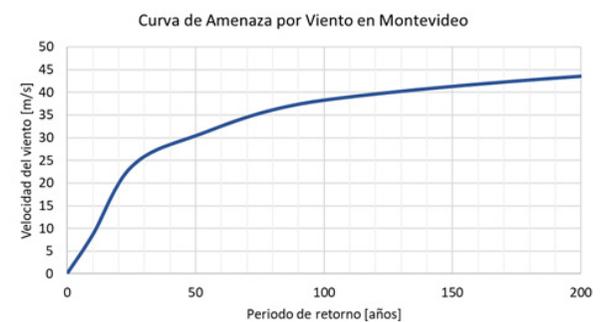


Figura 36. Curva de amenaza por viento en Montevideo

## Exposición de edificaciones

La caracterización de los elementos expuestos en Montevideo se hizo para cada uno de los padrones, a los cuales se les asignó el sistema estructural, el número de pisos, el sector de uso, la categoría de la construcción. Para evaluar el riesgo por viento fuerte es necesario definir también el tipo de cubierta de la edificación. Todos los padrones cuentan con la localización geográfica, un valor físico o costo de reposición y la clase estructural a la que pertenece el bien (Ver Figura 38). Los sectores de uso considerados son Residencial, Comercial, Industrial e Institucional (que puede incluir edificaciones del Gobierno, educación o salud). Los sistemas constructivos considerados concreto, mampostería, material en tierra, madera y material de desecho y los tipos de cubierta considerados fueron liviana, losa o bovedilla o quincho. En Montevideo la mayoría de las edificaciones tienen entre uno y seis pisos, y se identificaron edificaciones hasta de 45 pisos.

La vulnerabilidad de bienes inmuebles se caracteriza mediante funciones de vulnerabilidad, las cuales determinan el comportamiento de un elemento expuesto durante la ocurrencia de un fenómeno peligroso. Para definir la vulnerabilidad de edificaciones ante viento fuerte se adopta el marco general dado por el modelo HAZUS MH 2.1 de la FEMA (Federal Emergency Management Agency) de los Estados Unidos. La asignación de las funciones de vulnerabilidad se hace a partir del sistema constructivo y tipo de cubierta de la edificación.

## Resultados de la evaluación de riesgo

Como se muestra en la Tabla 11 el valor expuesto de las edificaciones de Montevideo suma un total de \$23,244 millones de dólares aproximadamente, de los cuales se espera que se pierda \$17.7 millones de dólares cada año por eventos de viento fuerte, que equivale a una pérdida de 0.76‰ (0.76 al millar o 0.08%). Este valor representa el valor de la pérdida

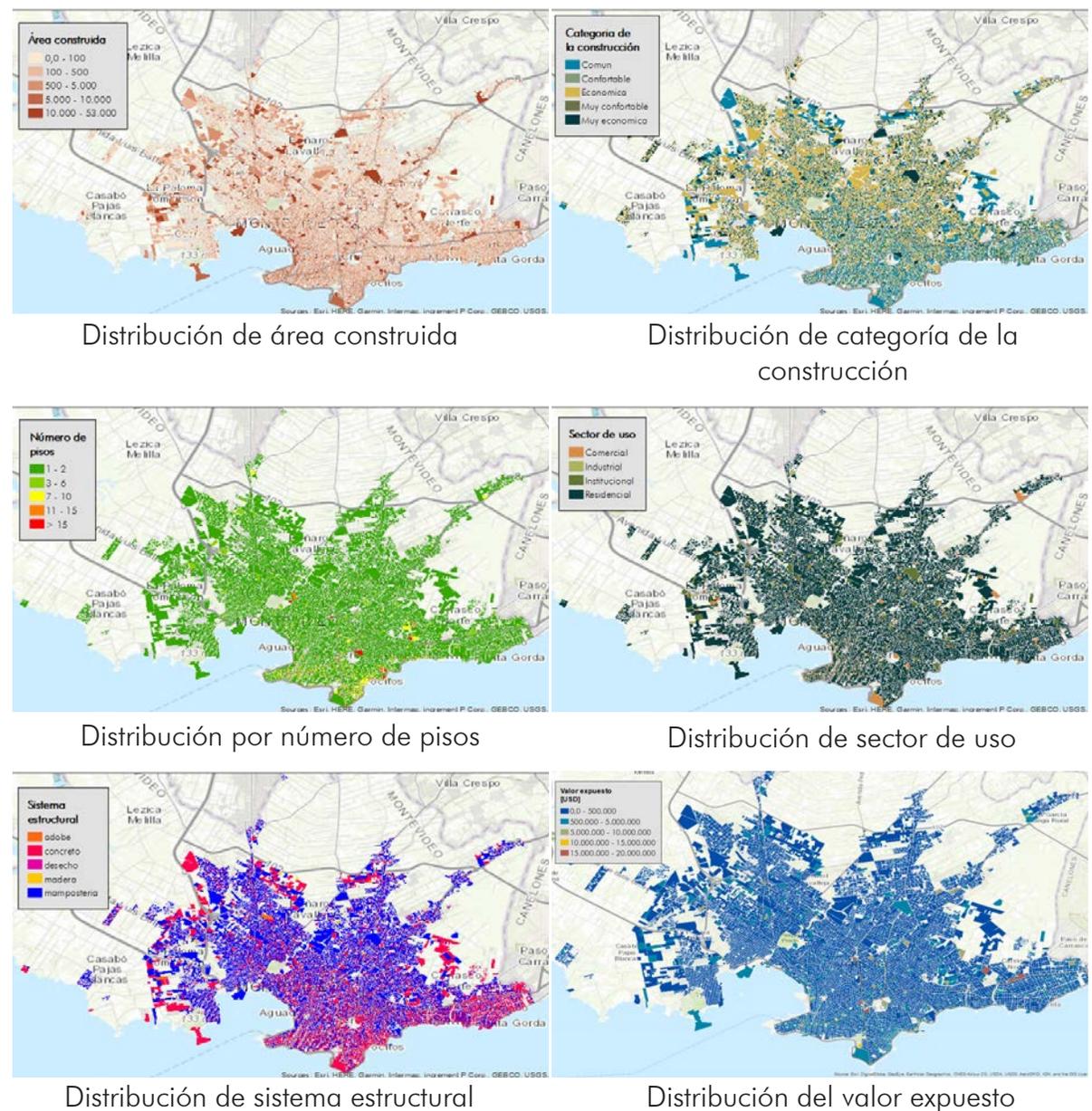


Figura 37. Distribución de características de elementos expuestos para Montevideo

anual esperada (PAE). Para el caso de las edificaciones urbanas de Montevideo, esta PAE de 0.76‰ equivale a realizar pagos anuales de \$17.7 millones dólares durante 425 años para cubrir las pérdidas que se pueden presentar en un evento de viento fuerte. También se presentan los valores de las pérdidas máximas probables para 100, 250, 500 y 1,000 años de periodo de

retorno, las cuales varían del 1.48% hasta el 7.57% del valor total expuesto; la curva completa de estas pérdidas (llamada curva de PML) se muestra en la Figura 40.

La distribución espacial de la pérdida anual esperada (absoluta y relativa) se muestran en la Figura 39 donde se identifica que las zonas más afectadas vientos. En el análisis

probabilista de riesgo se encontró que los mayores daños por la amenaza de viento fuerte se presentan en las edificaciones localizadas en la periferia de la ciudad, en especial hacia las zonas oeste y noreste en donde se concentran las viviendas con los mayores niveles de pobreza, las cuales tienden a ser construidas con materiales livianos como madera y materiales de desecho y con cubiertas ligeras que presentan una mayor vulnerabilidad ante esta amenaza. En términos económicos, las mayores pérdidas se presentan en edificaciones que concentran un alto valor expuesto y que en consecuencia un daño, por menor que sea, representa una alta suma de dinero.

En la Tabla 12 se presenta la distribución de valores expuestos y de pérdidas anuales esperadas según el sector de uso. Como se puede observar el 87,7% del valor expuesto se concentra en las edificaciones de uso residencial, las cuales representan el 86,9% de la pérdida anual esperada de la ciudad y una pérdida anual esperada relativa de 0,75% respecto al valor expuesto del sector residencial. El sector que presenta las pérdidas anuales esperadas relativas más altas es el industrial, aunque sólo tenga una participación del 0,4% en el valor expuesto total de Montevideo.

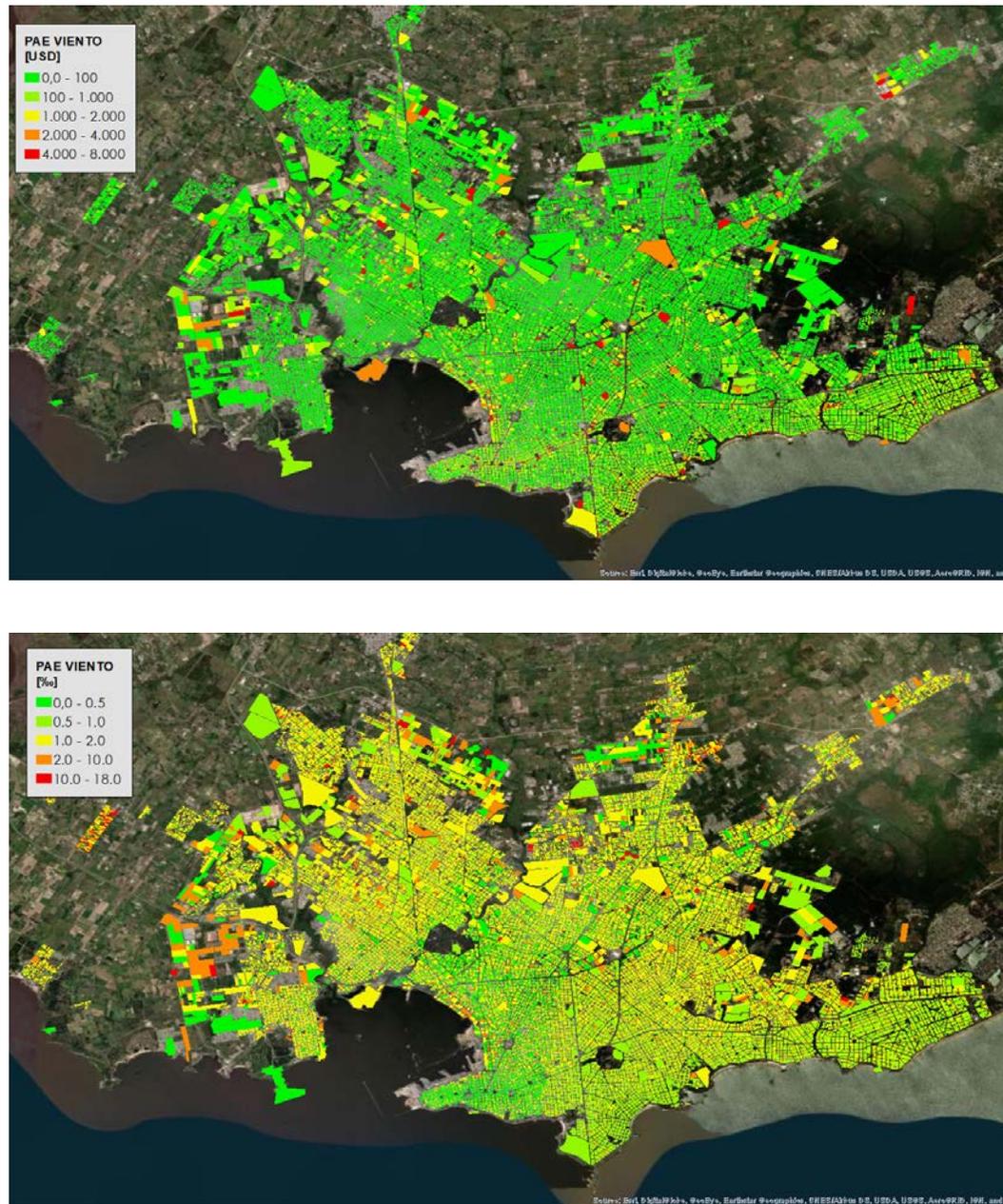


Figura 38. PAE absoluta (en dólares) y PAE relativa (al millar) por padrón

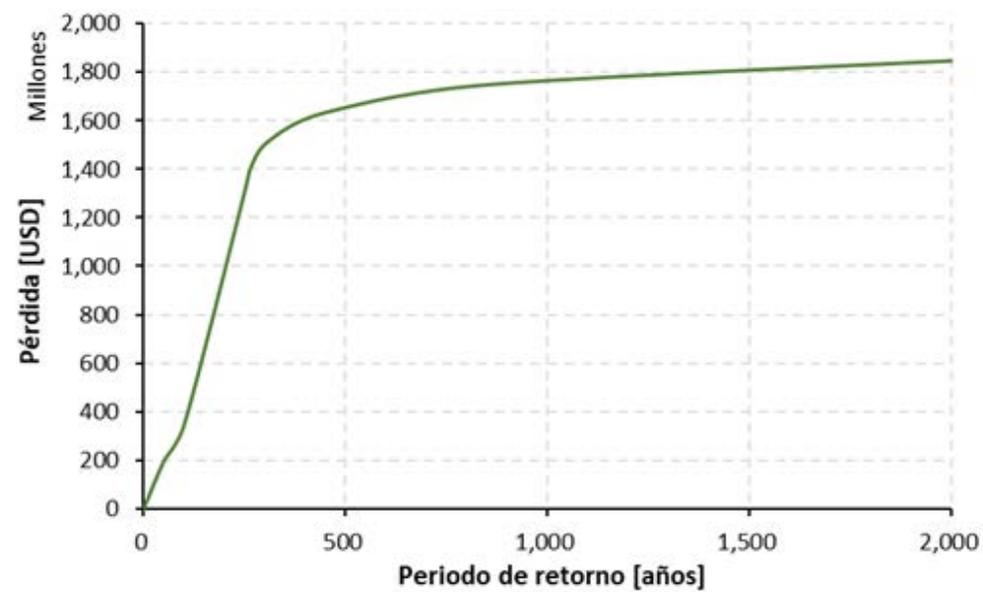


Figura 39. Pérdidas máximas probables para Montevideo

Tabla 10. Resultados de riesgo por inundación para las edificaciones de Montevideo

Resultados		
Valor Expuesto	USD Millones	23.243,85
Pérdida anual esperada	USD Millones	17,7
	‰	0,76
PML		
Periodo retorno	Pérdida	
años	USD Millones	%
100	\$343,93	1,48
250	\$1.305,95	5,62
500	\$1.645,44	7,08
1000	\$1.759,02	7,57

Tabla 11. Resultados de riesgo por sector de uso

Sector de uso	Valor expuesto		Pérdida anual esperada		
	USD [Millones]	% respecto al total	USD	% respecto al total	‰
Residencial	20.390	87,7%	15,3	86,9%	0,75
Comercial	1.035	4,5%	0,8	4,3%	0,73
Institucional	1.730	7,4%	1,5	8,3%	0,85
Industrial	89	0,4%	0,1	0,5%	1,00
<b>Total</b>	<b>23,244</b>	<b>100,0%</b>	<b>17,7</b>	<b>100,0%</b>	<b>0,76</b>

## **6. Perfiles departamentales**

# ARTIGAS

## Información general

Población: 73.378

PIB (MDP): 9.107,4

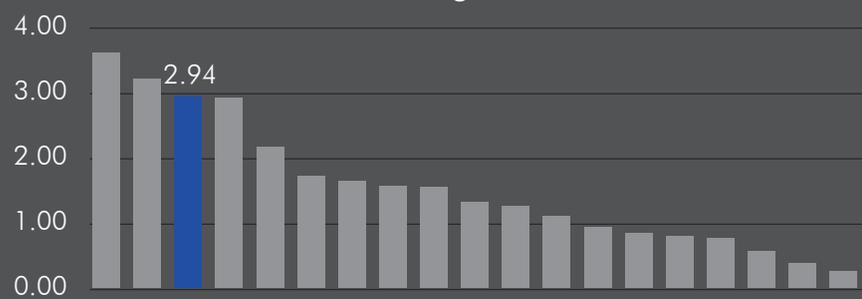
índice de Gini: 0,318

IDH: 0,778

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 369.689.602

### Ranking PAE



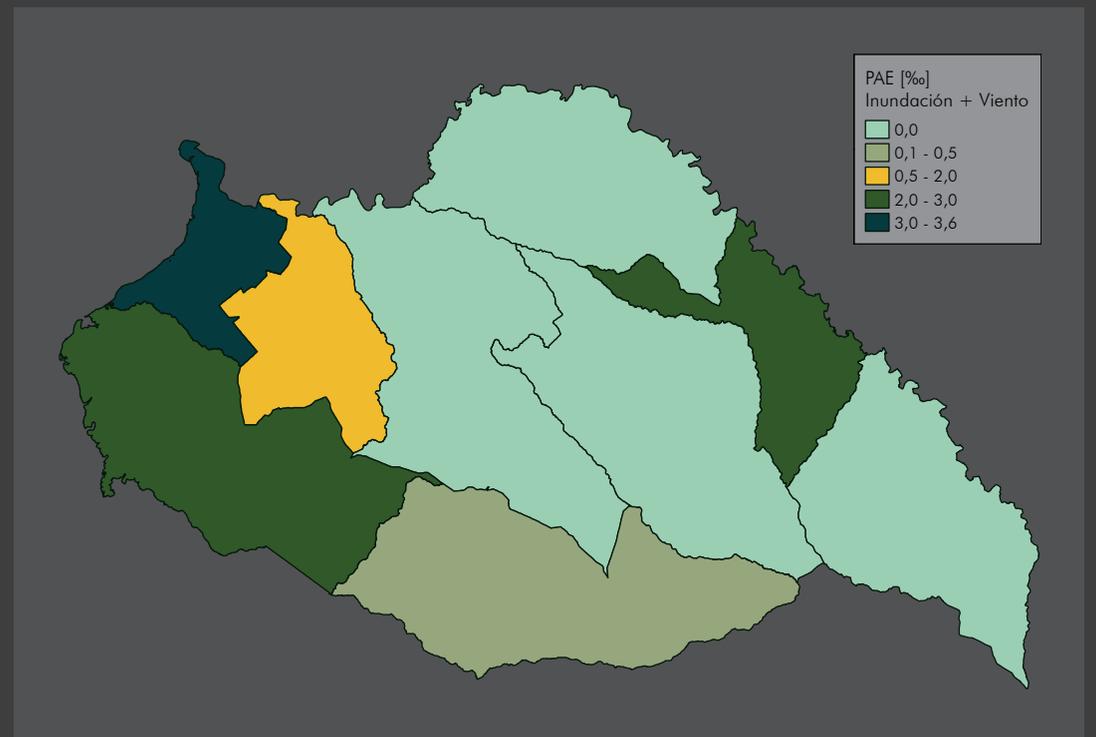
PAE [%] Inundación

1,94

PAE [%] Viento

1,00

0,0 0,5 1,0 1,5 2,0 2,5

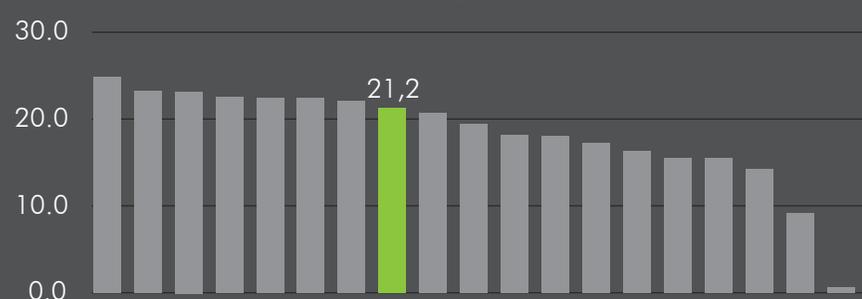


## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 52.553.923,2

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 146.966.231,1

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

26,08

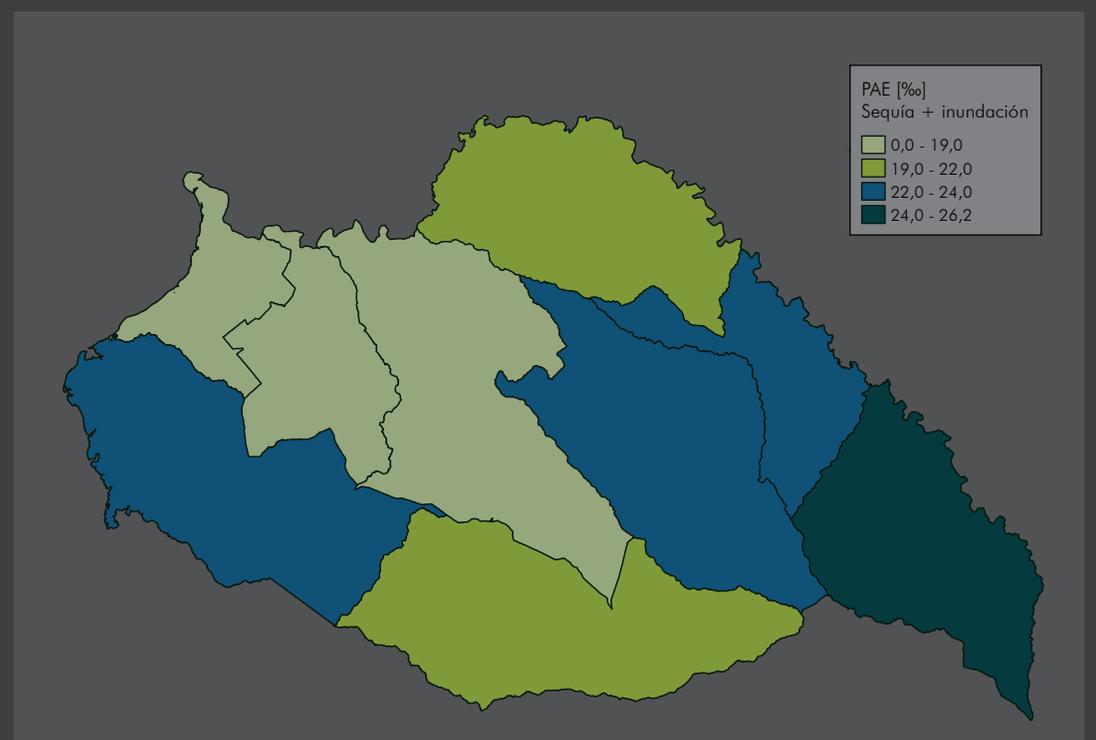
PAE [%] Inundación (Cultivos)

19,96

PAE [%] Sequía (Cultivos)

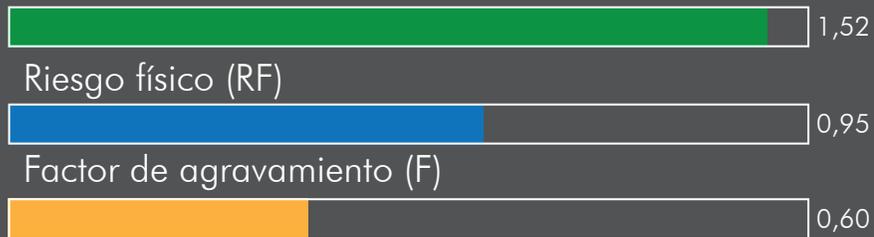
4,29

0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0

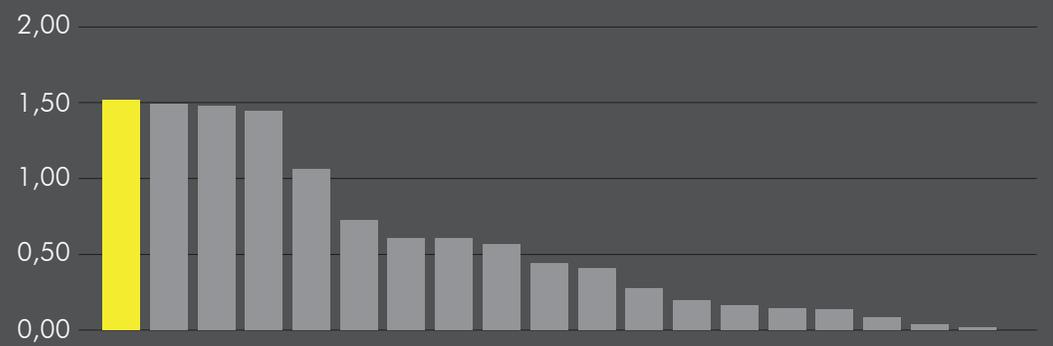


# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

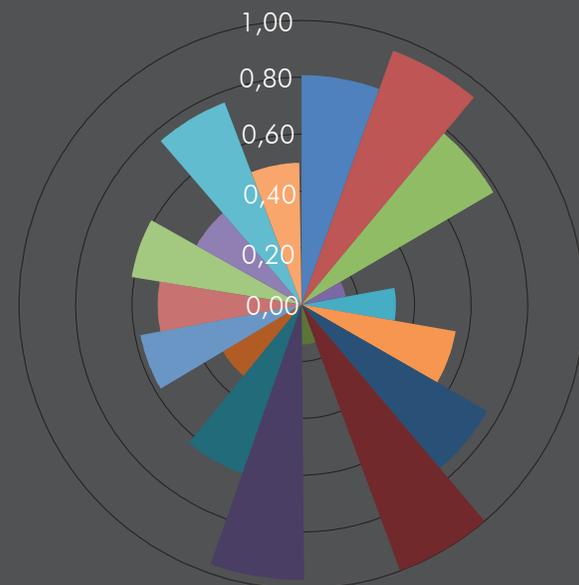


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

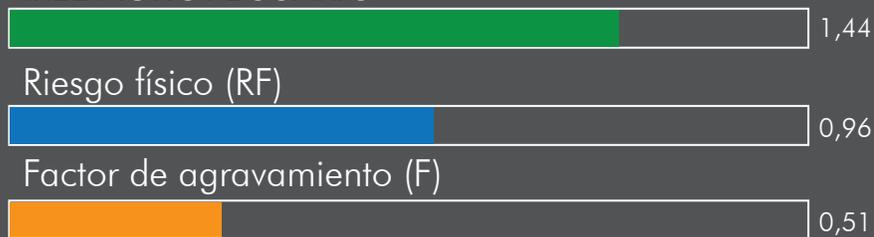
- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

### FALTA DE RESILIENCIA

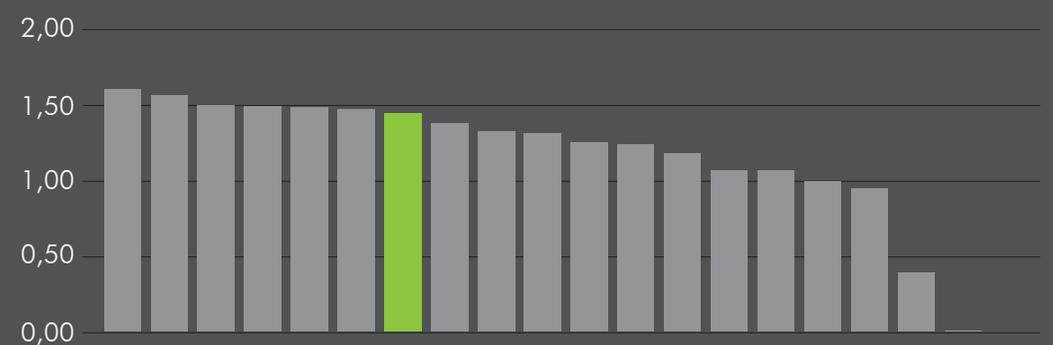
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

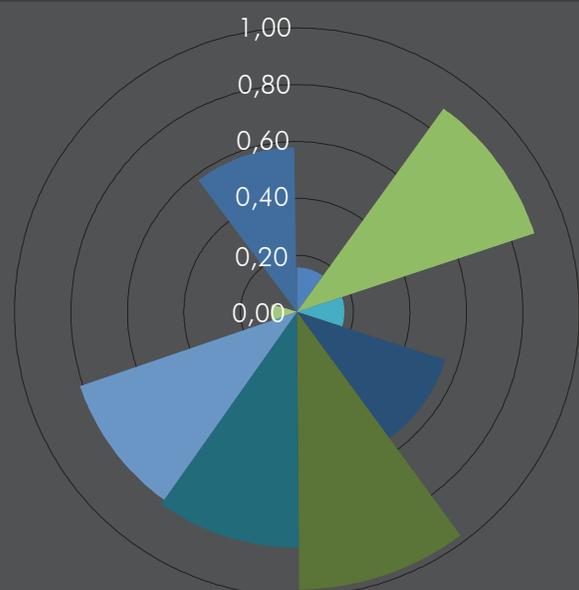


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

### FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód.	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [%o] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [%o] Sequía + Inund	RF	F	IREE
201	\$ 866,085.4	2.88	\$ 228,735	23.96	0.17	0.33	0.22
202	\$ -	0.00	\$ 521,981	23.25	0.00	0.66	0.00
203	\$ -	0.00	\$ 457,220	26.19	0.00	0.75	0.00
204	\$ -	0.00	\$ 459,274	19.20	0.00	0.45	0.00
205	\$ -	0.00	\$ 647,603	18.81	0.00	0.51	0.00
206	\$ 88.9	0.48	\$ 617,444	21.94	0.00	0.62	0.01
207	\$ 191,883.1	3.56	\$ 222,105	17.31	0.25	0.45	0.37
208	\$ 13,276.0	2.24	\$ 812,615	22.91	0.10	0.40	0.14
209	\$ 15,163.9	1.78	\$ 269,562	17.65	0.06	0.37	0.09

# CANELONES

## Información general

Población: 520.187

PIB (MDP): 60.973,6

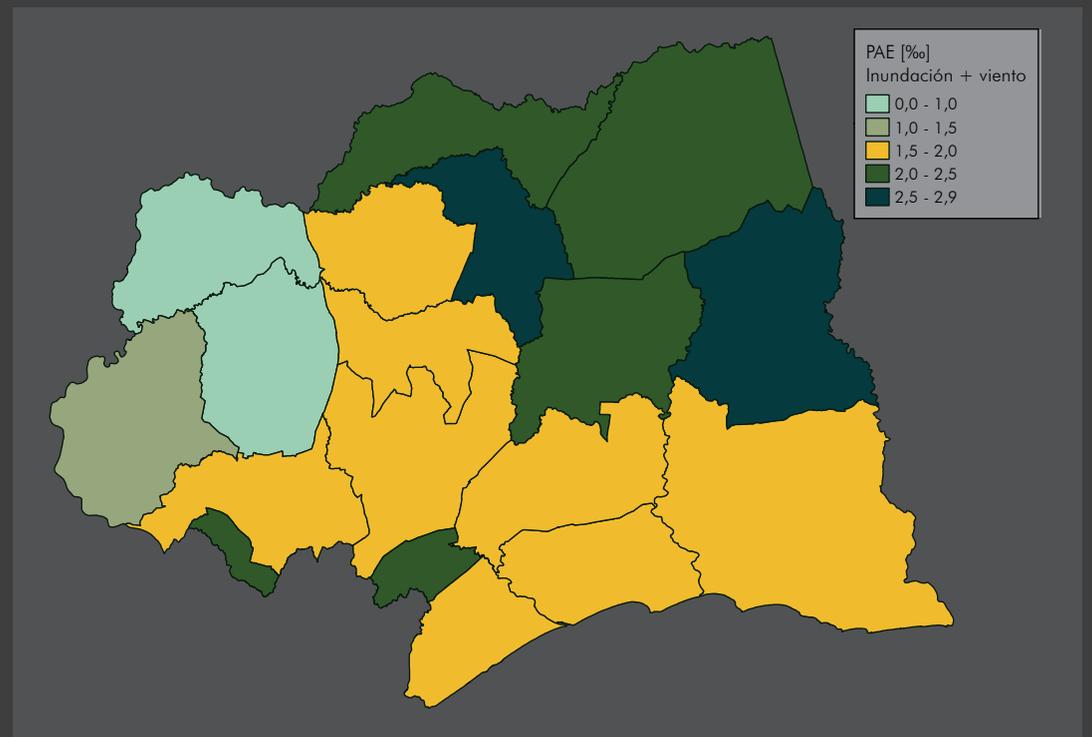
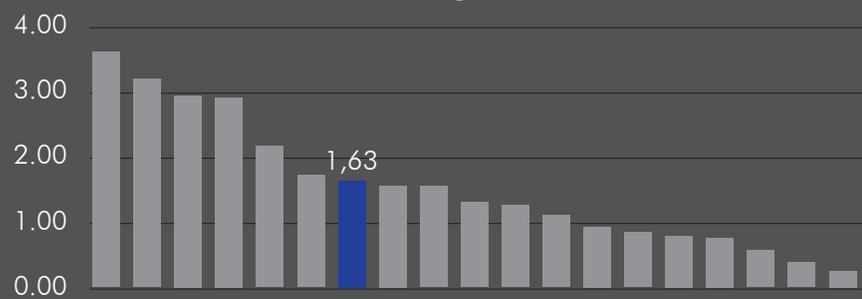
índice de Gini: 0,360

IDH: 0,795

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 407.518.491,5

### Ranking PAE



PAE [%] Inundación

0,02

PAE [%] Viento

1,61

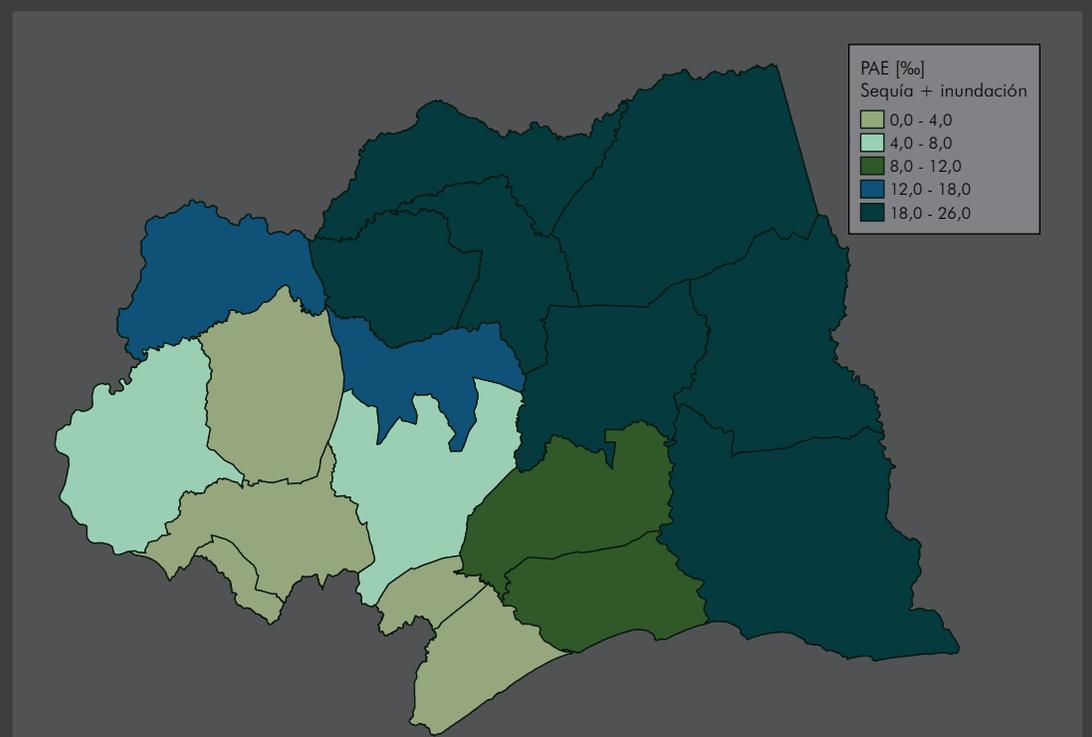
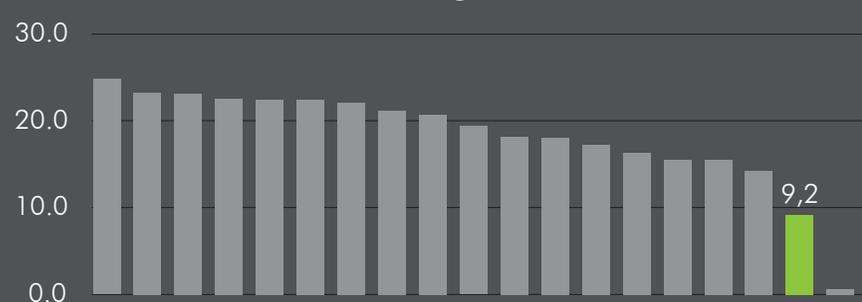
0,0 0,2 0,4 0,6 0,8 1,0 1,2 1,4 1,6 1,8

## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 104.597.134,8

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 44.019.177,2

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

27,98

PAE [%] Inundación (Cultivos)

3,70

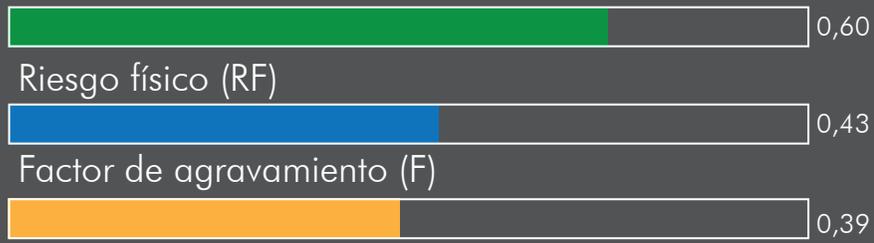
PAE [%] Sequía (Cultivos)

0,83

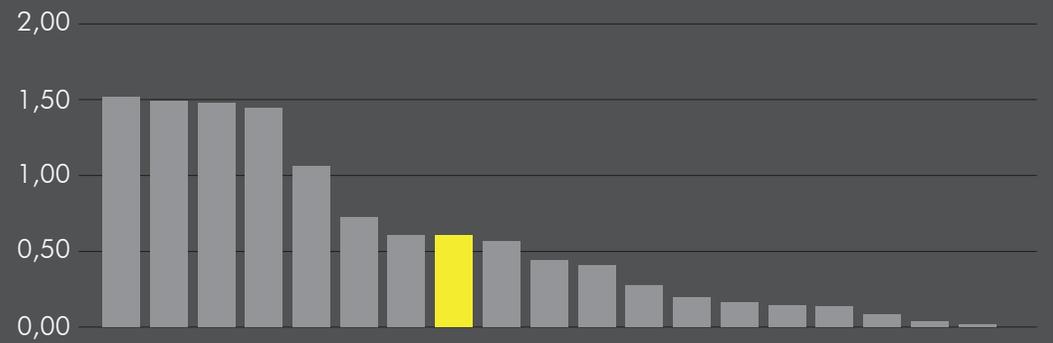
0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0

# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

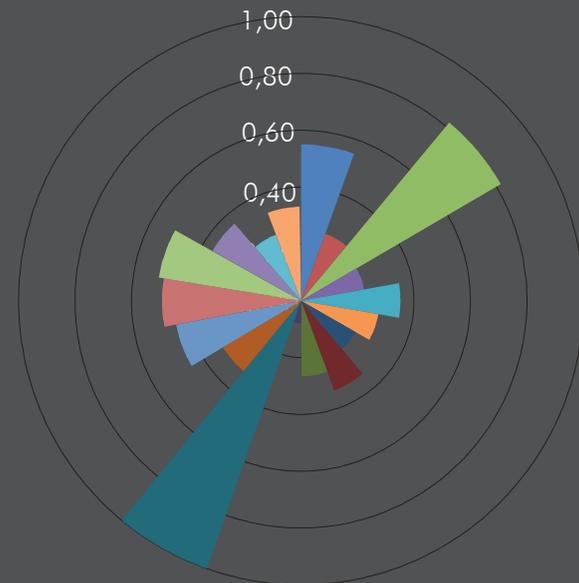


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

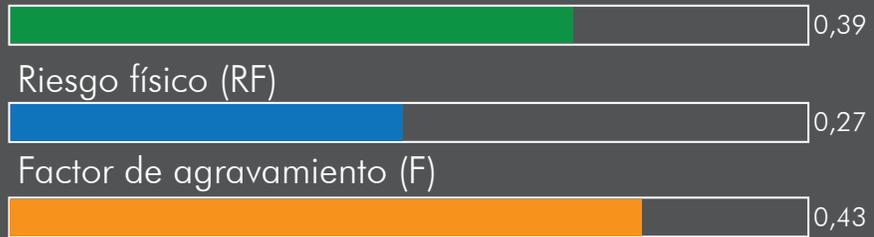
- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

### FALTA DE RESILIENCIA

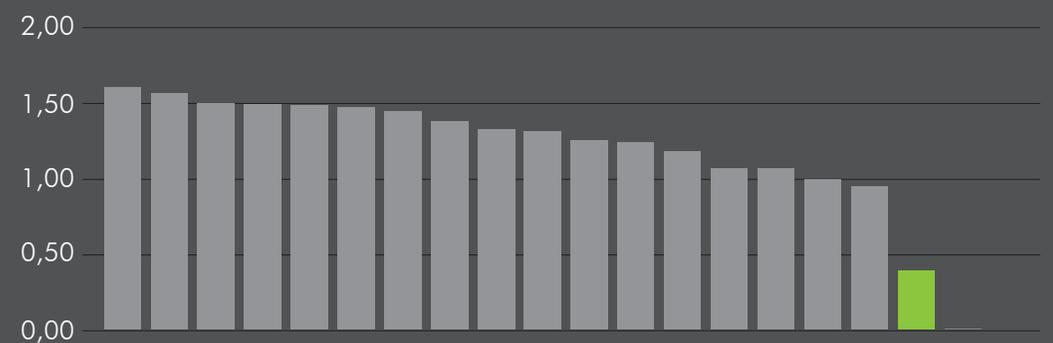
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

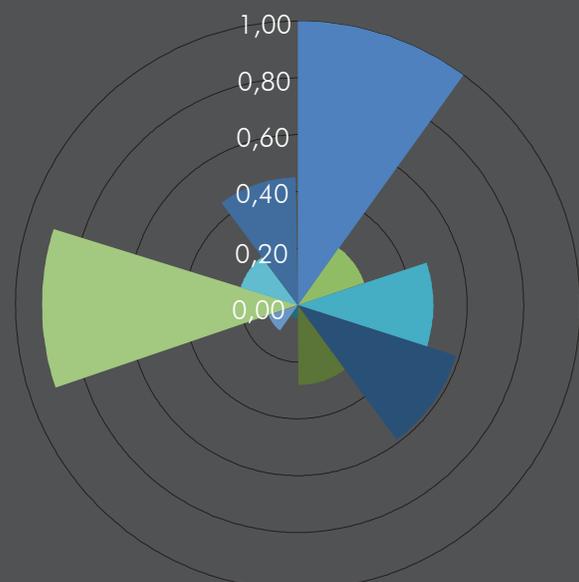


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

### FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód.	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [%] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [%] Sequía + Inund	RF	F	IREE
301	\$ 138,234.05	0.78	\$ 70,326	2.70	0.01	0.17	0.01
302	\$ 94,389.13	0.90	\$ 103,365	15.22	0.02	0.19	0.02
303	\$ 26,069.60	1.45	\$ 75,558	5.25	0.04	0.29	0.05
304	\$ 821,421.56	1.68	\$ 34,816	1.39	0.06	0.37	0.08
305	\$ 223,325.75	2.00	\$ 3,340	0.87	0.08	0.28	0.10
306	\$ 104,668.21	1.79	\$ 80,144	4.05	0.06	0.38	0.09
308	\$ 483,887.71	2.00	\$ 126,114	21.22	0.08	0.29	0.10
309	\$ 47,760.49	2.89	\$ 124,139	22.91	0.17	0.41	0.24
310	\$ 68,070.29	2.37	\$ 213,057	22.85	0.11	0.37	0.15
311	\$ 70,802.84	2.02	\$ 132,434	26.03	0.08	0.23	0.10
312	\$ 39,749.35	2.85	\$ 93,668	23.67	0.16	0.28	0.21
313	\$ 29,363.00	1.72	\$ 44,918	15.03	0.06	0.33	0.08
314	\$ 45,116.35	2.02	\$ 93,059	21.55	0.08	0.36	0.11
315	\$ 11,583.77	2.00	\$ 68,684	24.73	0.08	0.42	0.11
316	\$ 223,273.37	2.36	\$ 450	0.14	0.11	0.43	0.16
317	\$ 970,962.75	1.87	\$ 30,653	9.98	0.07	0.13	0.08
327	\$ 418,742.96	1.69	\$ 65,140	11.25	0.06	0.31	0.07
337	\$ 2,822,587.25	1.51	\$ 2,708	3.05	0.05	0.14	0.05

# CERRO LARGO

## Información general

Población: 84.698

PIB (MDP): 11.638,3

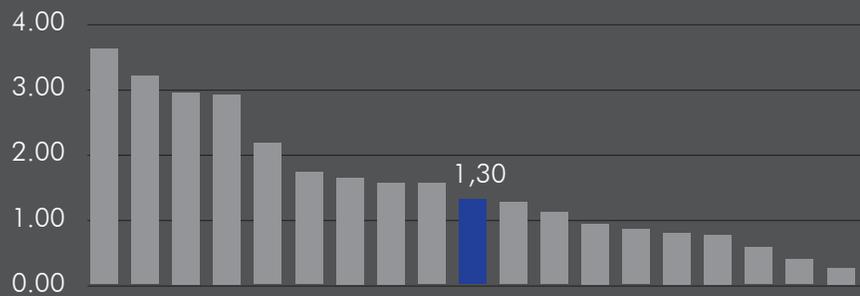
índice de Gini: 0,319

IDH: 0,765

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 469.390.469

### Ranking PAE



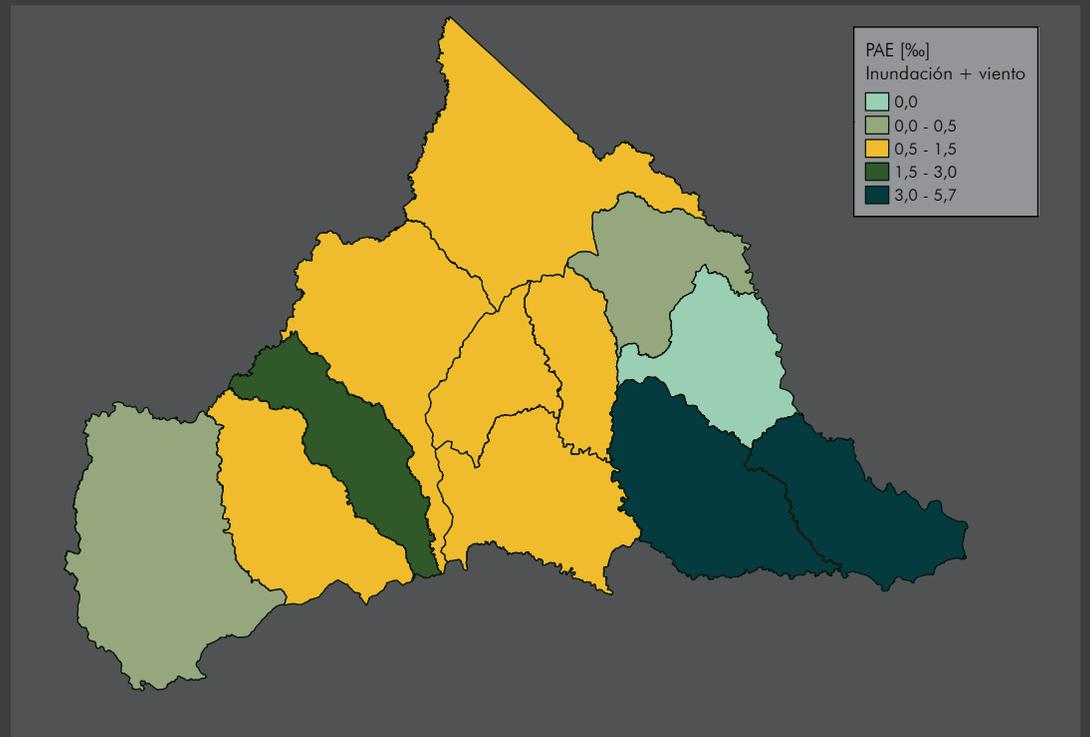
PAE [%] Inundación

0,54

PAE [%] Viento

0,76

0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8

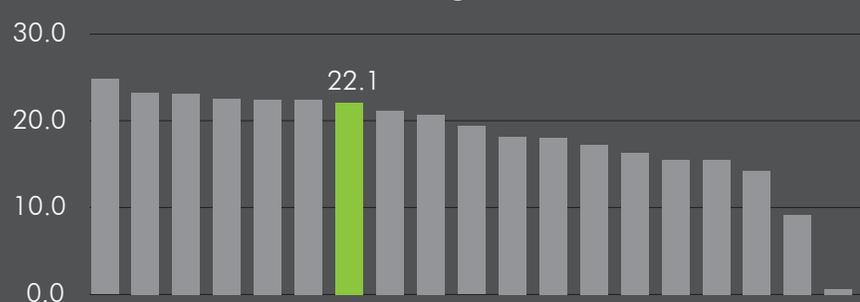


## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 66.109.965,1

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 152.639.828,3

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

26,09

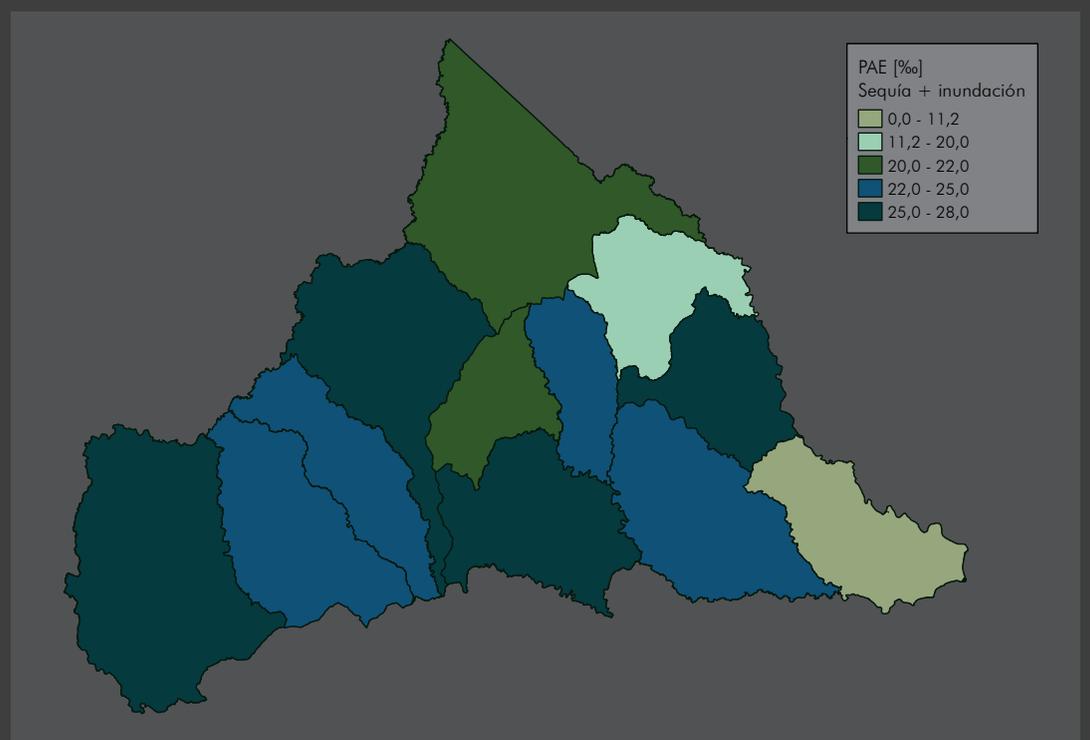
PAE [%] Inundación (Cultivos)

8,06

PAE [%] Sequía (Cultivos)

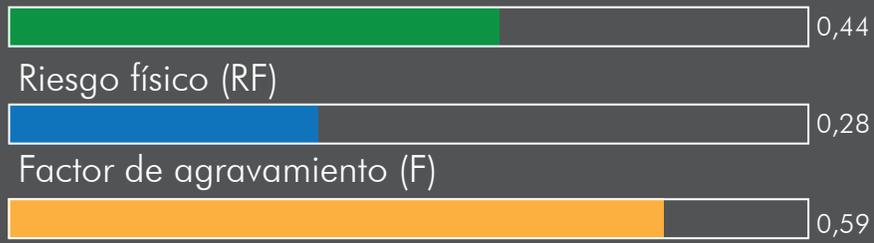
9,58

0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0

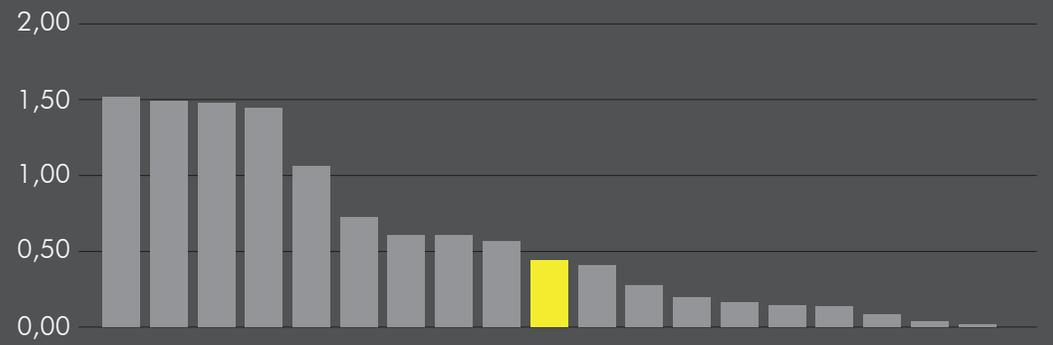


# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

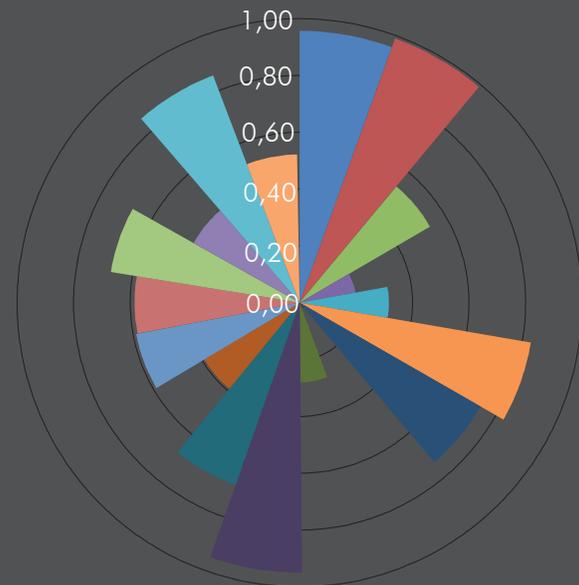


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

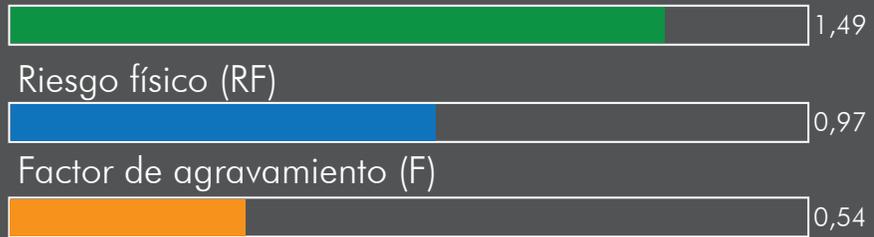
- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

### FALTA DE RESILIENCIA

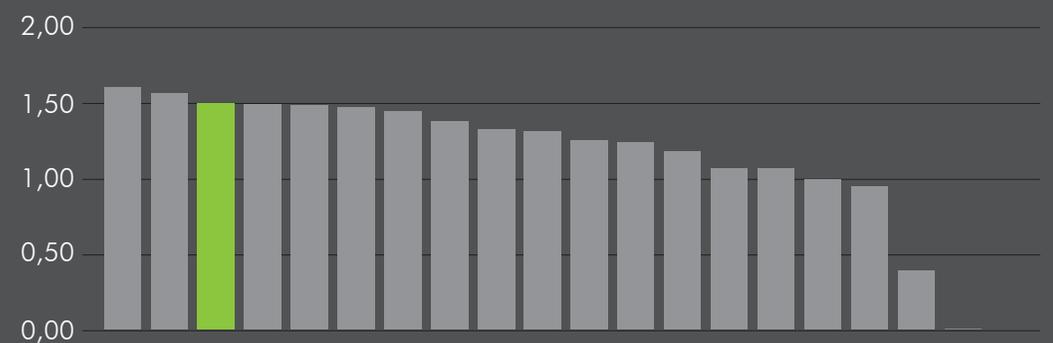
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

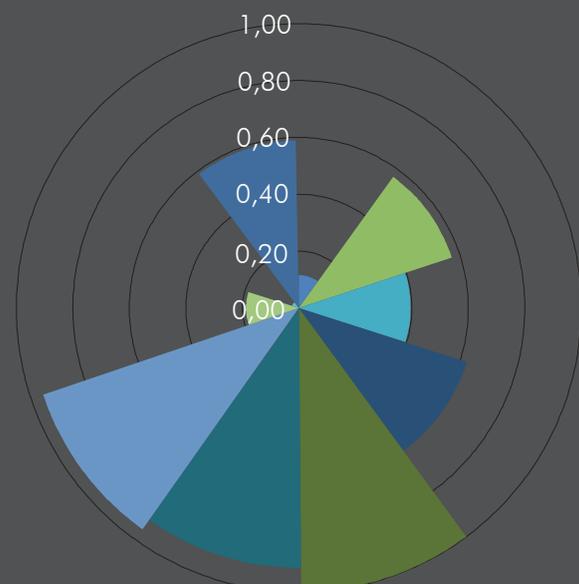


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

### FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód.	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [%] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [%] Sequía + Inund	RF	F	IREE
401	\$ 230,071.41	0.69	\$ 209,513	24.64	0.01	0.37	0.01
402	\$ 1,233.23	5.70	\$ 390,462	23.64	0.63	0.64	1.04
403	\$ 349,869.13	3.55	\$ 308,273	11.17	0.25	0.34	0.34
404	\$ 0.33	0.24	\$ 252,630	19.98	0.00	0.83	0.00
405	\$ 6,955.37	0.69	\$ 752,464	20.60	0.01	0.49	0.01
406	\$ 11,778.92	0.77	\$ 699,267	25.37	0.01	0.38	0.02
407	\$ 2,586.56	1.95	\$ 375,468	23.01	0.08	0.47	0.11
408	\$ 4,571.94	0.95	\$ 406,784	24.37	0.02	0.48	0.03
409	\$ 102.91	0.28	\$ 574,836	26.15	0.00	0.58	0.00
410	\$ 97.80	0.58	\$ 373,564	25.41	0.01	0.65	0.01
411	\$ 4,116.47	0.71	\$ 189,138	20.95	0.01	0.55	0.02
412	\$ -	0.00	\$ 298,068	27.93	0.00	0.82	0.00

# COLONIA

## Información general

Población: 123.203

PIB (MDP): 32.261,5

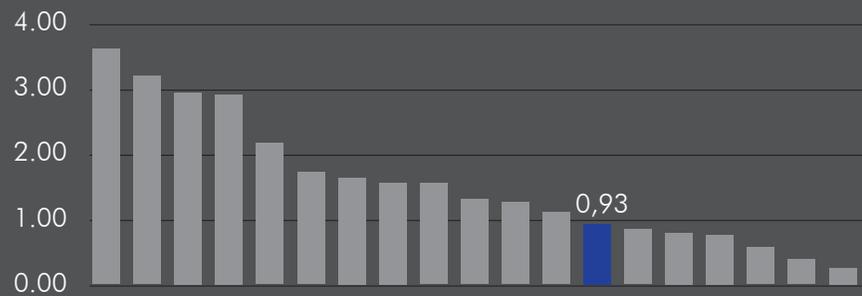
índice de Gini: 0,303

IDH: 0,813

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 1.403.757.197,7

### Ranking PAE



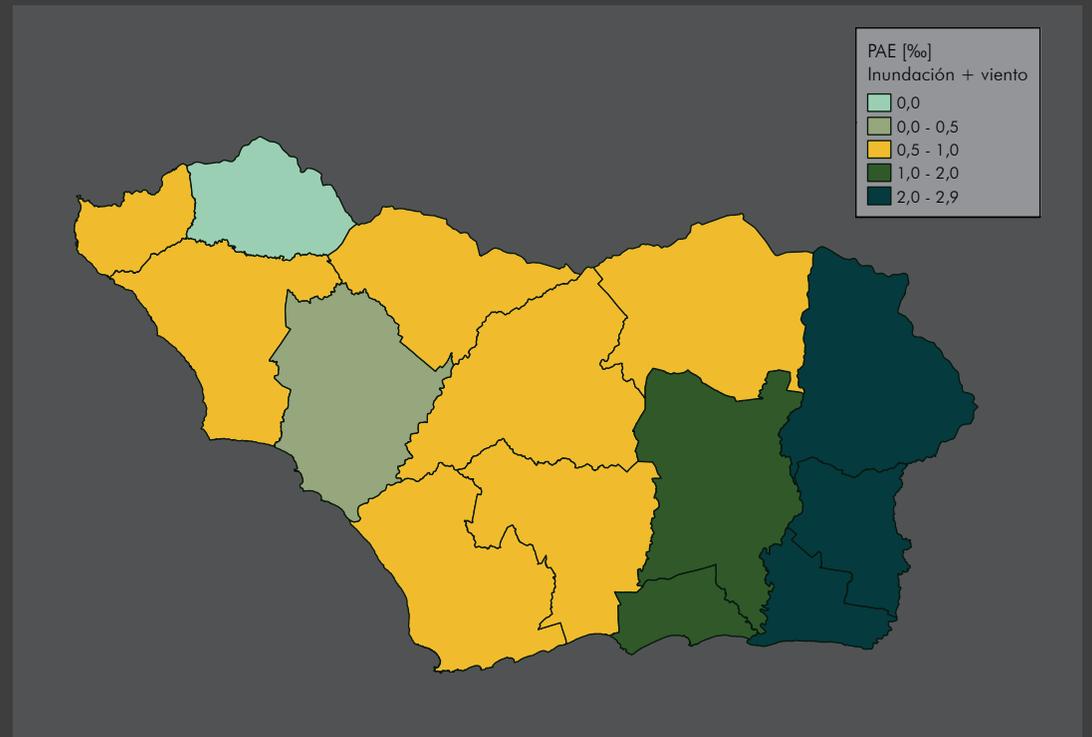
PAE [%] Inundación

0,02

PAE [%] Viento

0,91

0,0 0,2 0,4 0,6 0,8 1,0

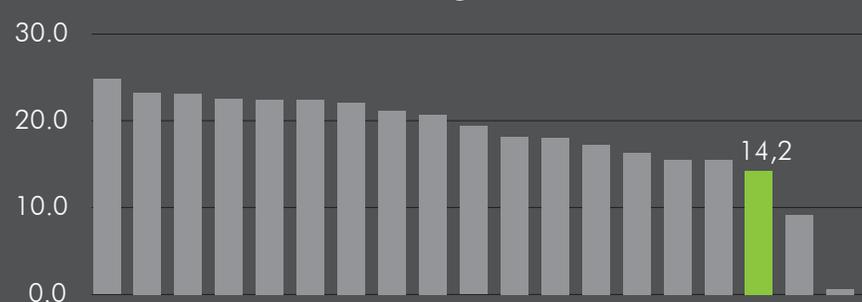


## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 115.026.700,2

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 62.827.588,8

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

29,18

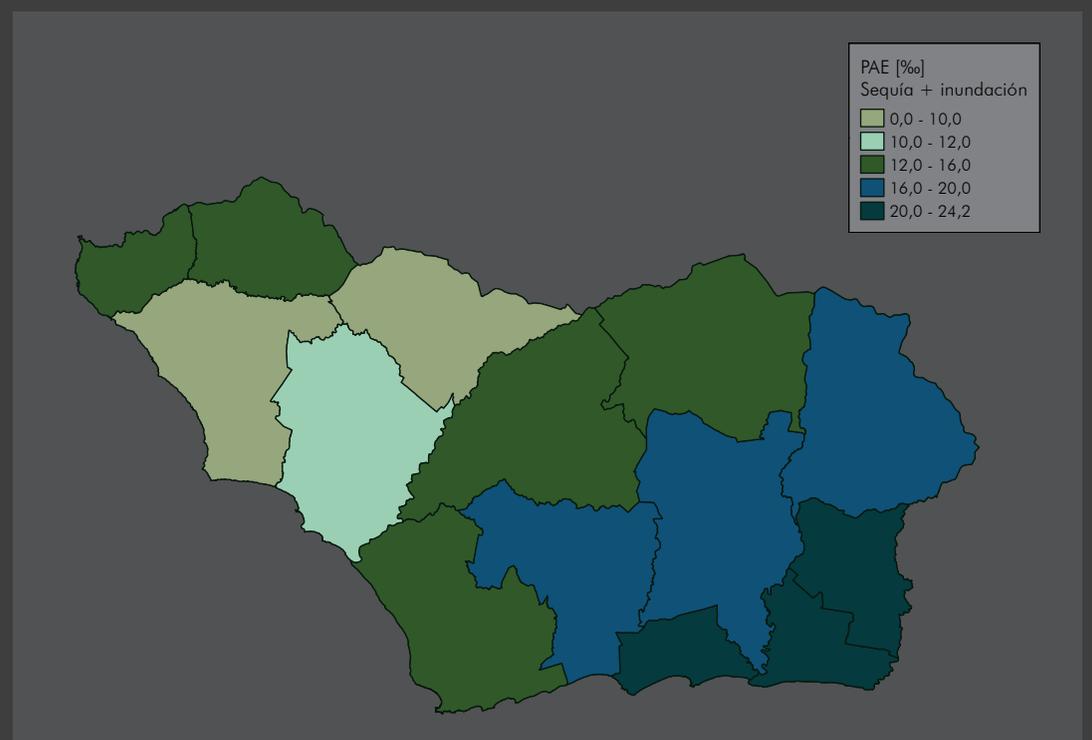
PAE [%] Inundación (Cultivos)

0,50

PAE [%] Sequía (Cultivos)

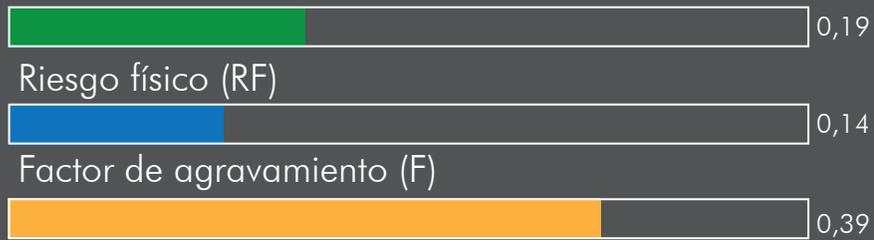
5,60

0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0

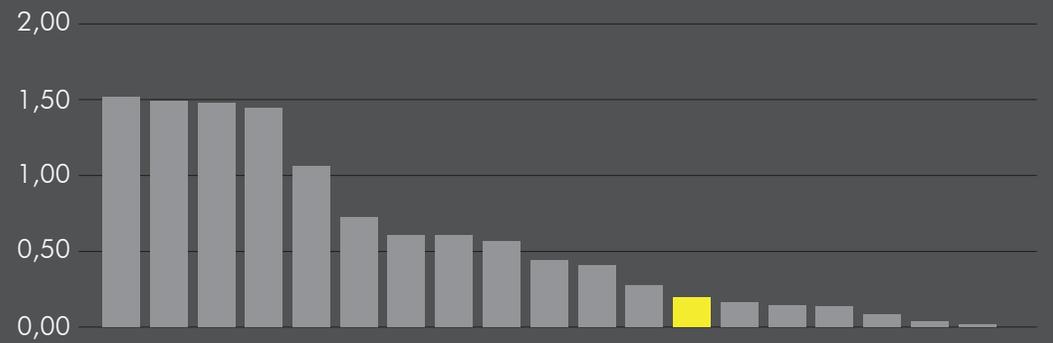


# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

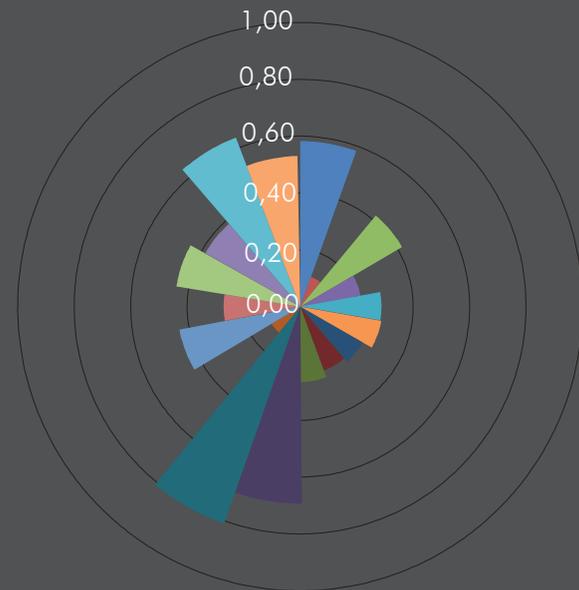


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

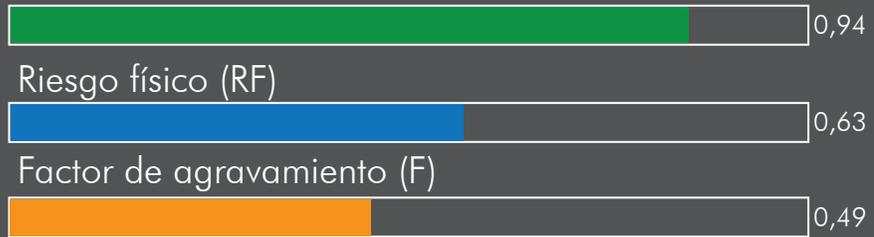
- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

### FALTA DE RESILIENCIA

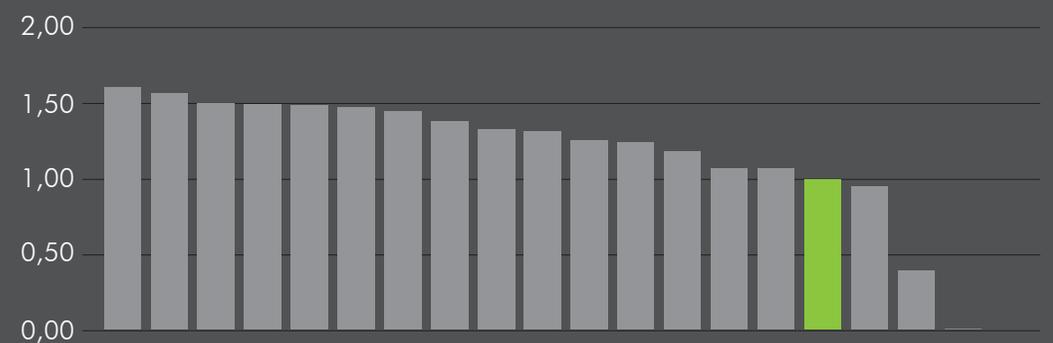
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

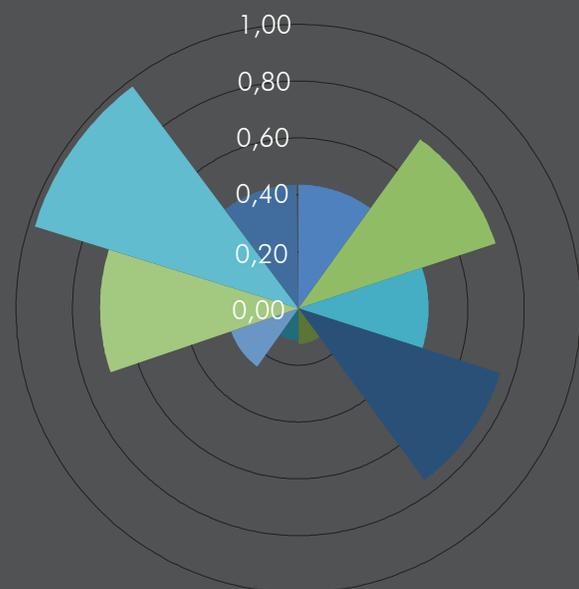


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

### FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód.	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [%o] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [%o] Sequía + Inund	RF	F	IREE
501	\$ 359,977.82	0.53	\$ 251,153	15.65	0.01	0.14	0.01
502	\$ 2,066.78	0.98	\$ 310,150	15.08	0.02	0.21	0.02
503	\$ 30,766.06	1.49	\$ 231,976	19.74	0.04	0.20	0.05
504	\$ 41,357.98	2.40	\$ 82,627	21.48	0.12	0.12	0.13
505	\$ 424.33	2.88	\$ 190,473	17.96	0.17	0.42	0.24
506	\$ 256,865.28	0.79	\$ 206,987	8.72	0.01	0.24	0.02
507	\$ 6,486.88	0.40	\$ 233,127	11.38	0.00	0.36	0.00
508	\$ 21,633.34	0.93	\$ 63,858	13.33	0.02	0.25	0.02
509	\$ -	0.00	\$ 152,722	12.99	0.00	0.56	0.00
510	\$ 470,879.97	2.27	\$ 115,266	20.66	0.10	0.13	0.12
511	\$ 9,874.20	0.96	\$ 187,522	9.30	0.02	0.17	0.02
512	\$ 77,721.69	0.95	\$ 233,475	17.90	0.02	0.08	0.02
513	\$ 4,388.94	0.86	\$ 201,268	15.92	0.01	0.32	0.02
514	\$ 17,226.17	1.15	\$ 68,923	24.23	0.03	0.18	0.03

# DURAZNO

## Información general

Población: 57.088

PIB (MDP): 8.788,4

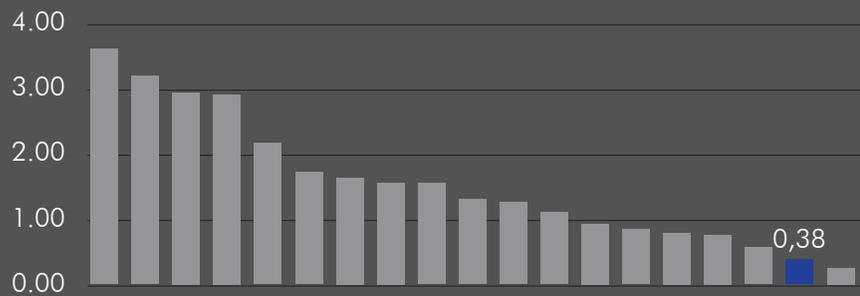
índice de Gini: 0,370

IDH: 0,784

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 256.933.350,1

### Ranking PAE



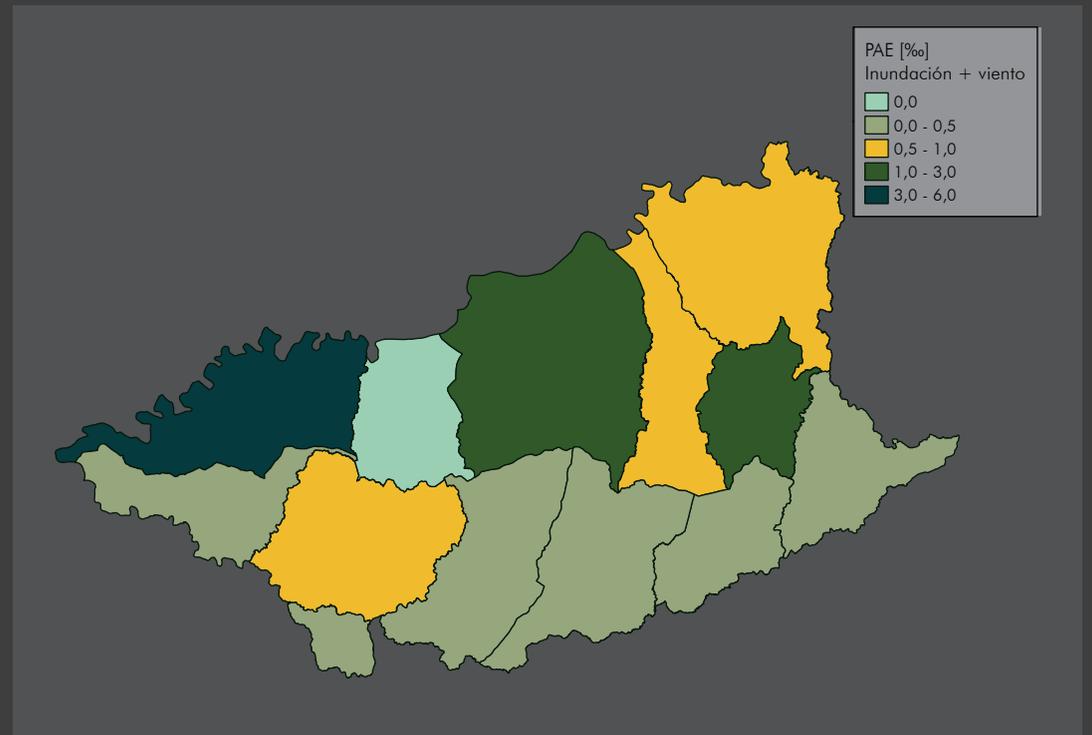
PAE [%] Inundación

0,14

PAE [%] Viento

0,24

0,0 0,05 0,10 0,15 0,20 0,25

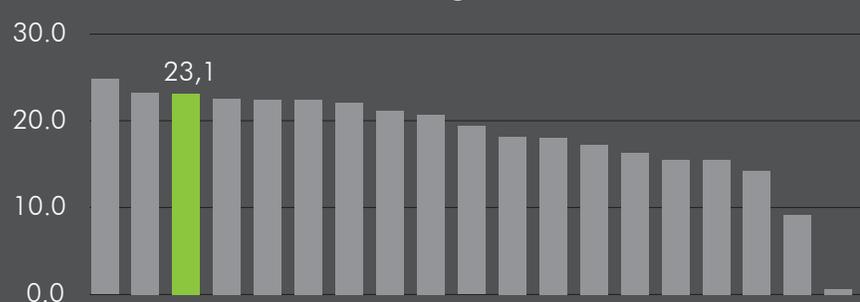


## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 68.141.943,8

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 142.274.210,4

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

25,05

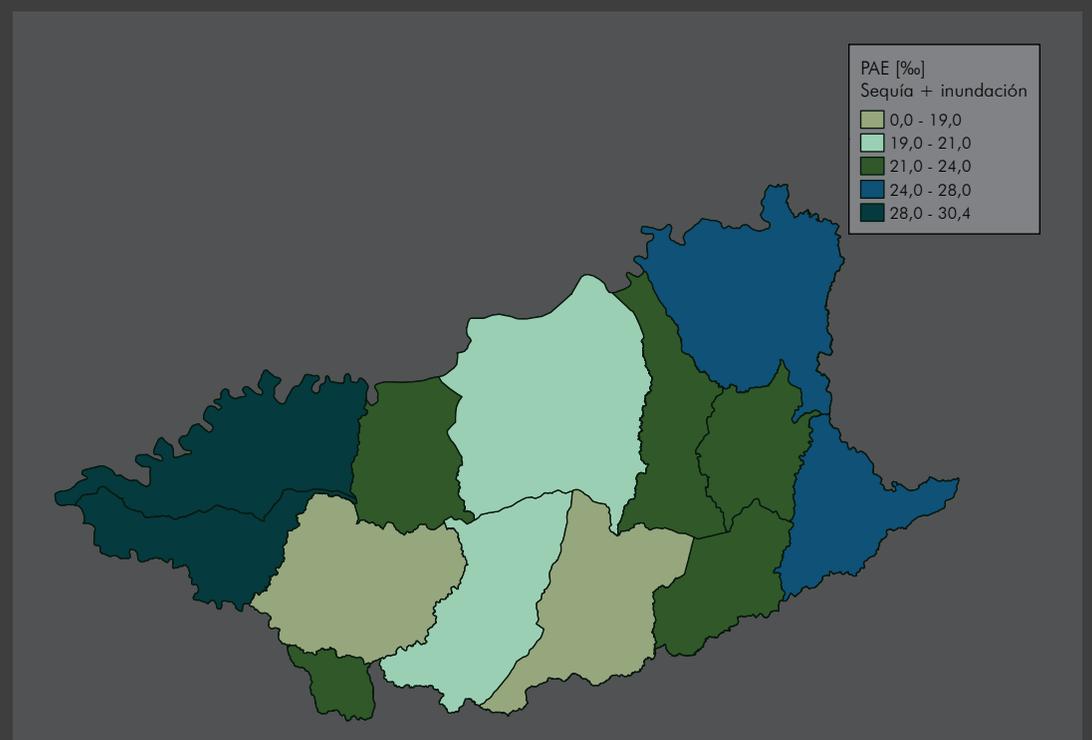
PAE [%] Inundación (Cultivos)

5,39

PAE [%] Sequía (Cultivos)

13,75

0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0

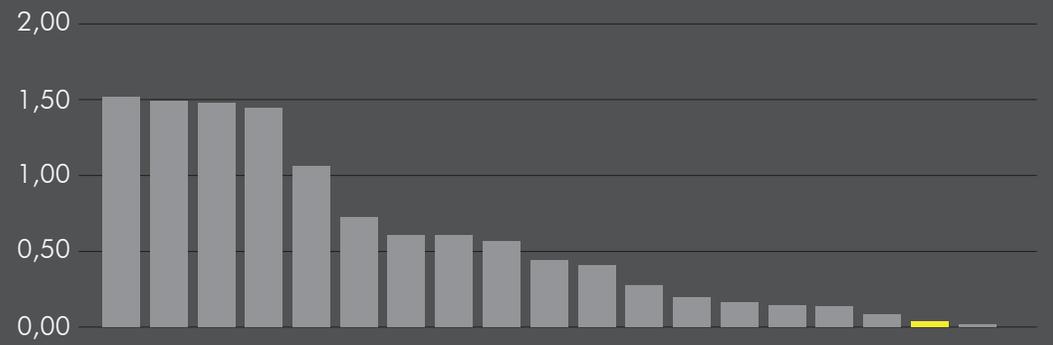


# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

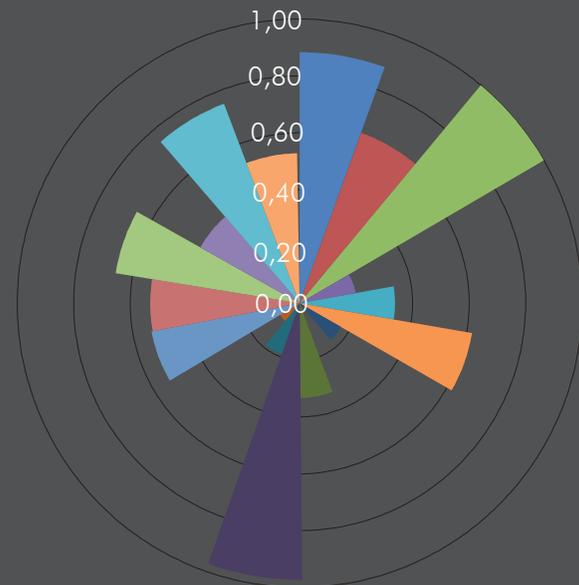


## FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

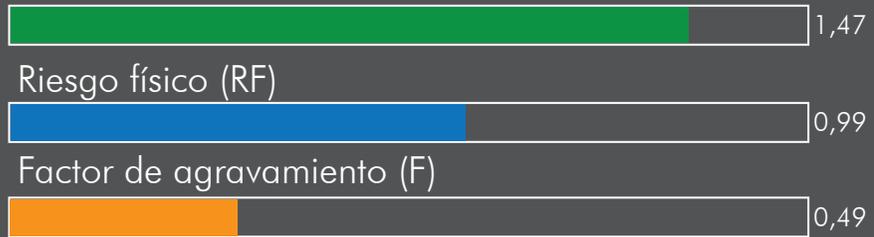
- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

## FALTA DE RESILIENCIA

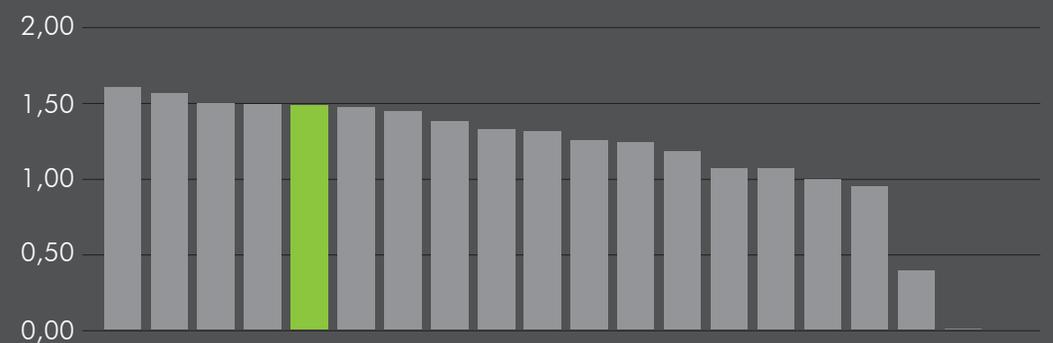
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

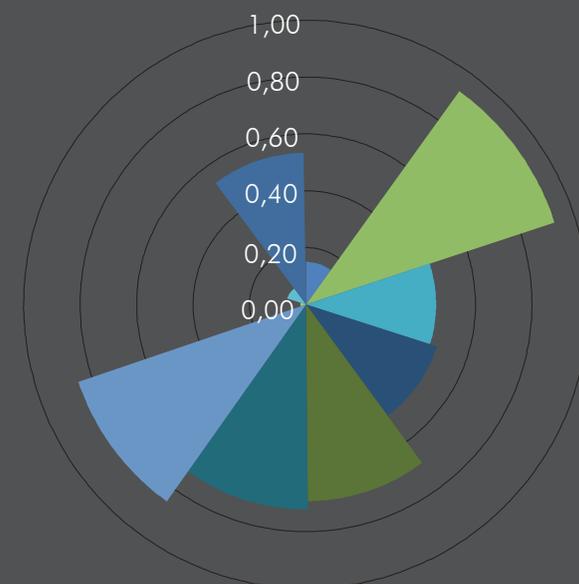


## FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

## FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód.	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [%o] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [%o] Sequía + Inund	RF	F	IREE
601	\$ 69,547.47	0.33	\$ 90,190	21.79	0.00	0.28	0.00
602	\$ 6,795.35	0.89	\$ 399,697	18.44	0.02	0.36	0.02
603	\$ -	0.00	\$ 367,452	23.83	0.00	0.60	0.00
604	\$ 635.40	0.32	\$ 310,593	19.00	0.00	0.42	0.00
605	\$ 533.10	1.00	\$ 625,285	20.96	0.02	0.52	0.03
606	\$ 100.68	0.73	\$ 344,431	22.81	0.01	0.43	0.02
607	\$ 361.62	0.91	\$ 476,856	24.07	0.02	0.60	0.03
608	\$ 376.27	0.42	\$ 260,219	26.37	0.00	0.43	0.01
609	\$ 13,665.66	0.40	\$ 317,376	23.90	0.00	0.33	0.00
610	\$ 387.66	0.41	\$ 330,942	18.14	0.00	0.55	0.01
611	\$ 4,419.54	6.02	\$ 726,151	30.44	0.68	0.32	0.90
612	\$ 244.84	0.22	\$ 442,882	28.64	0.00	0.33	0.00
613	\$ 808.50	1.28	\$ 172,453	23.36	0.03	0.45	0.05

# FLORES

## Información general

Población: 25.050

PIB (MDP): 4.444

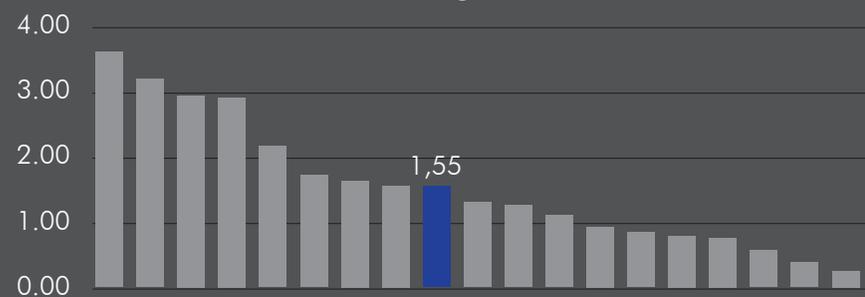
índice de Gini: 0,320

IDH: 0,800

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 224.340.676,8

### Ranking PAE



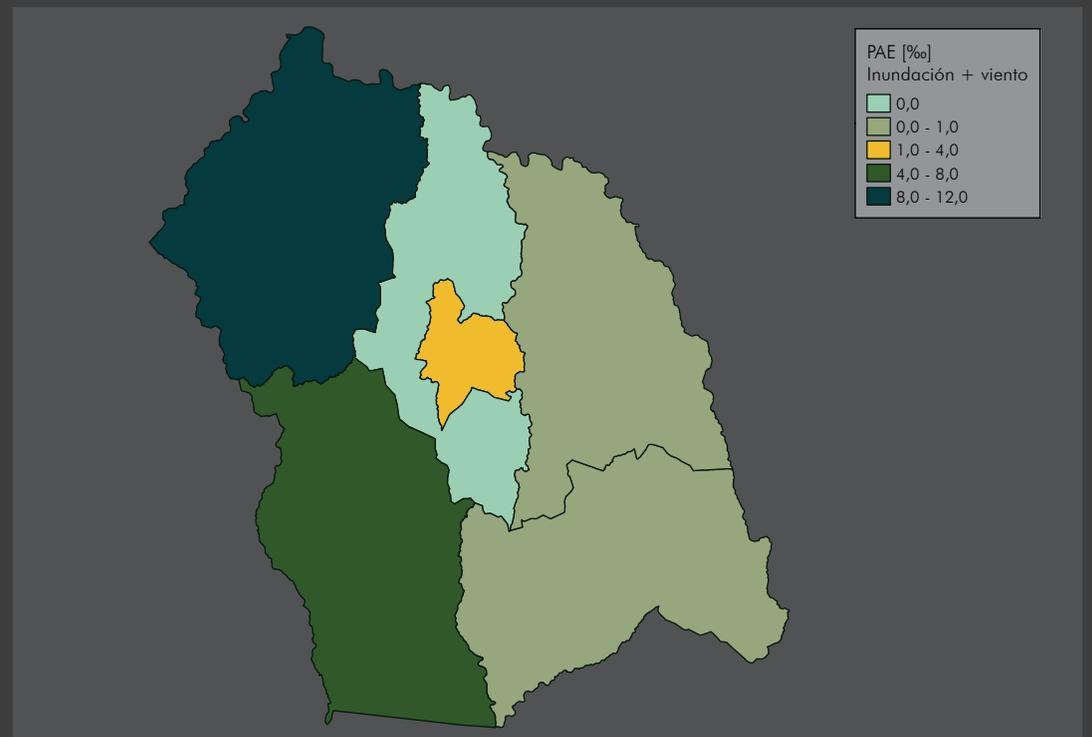
PAE [%] Inundación

0,02

PAE [%] Viento

1,53

0,0 0,2 0,4 0,6 0,8 1,0 1,2 1,4 1,6 1,8

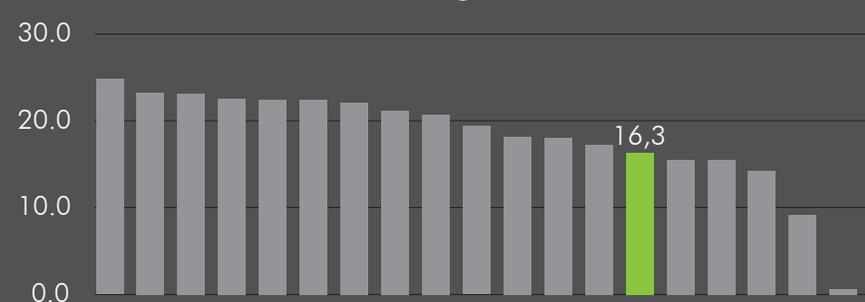


## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 67.518.172,7

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 59.001.490,9

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

25,94

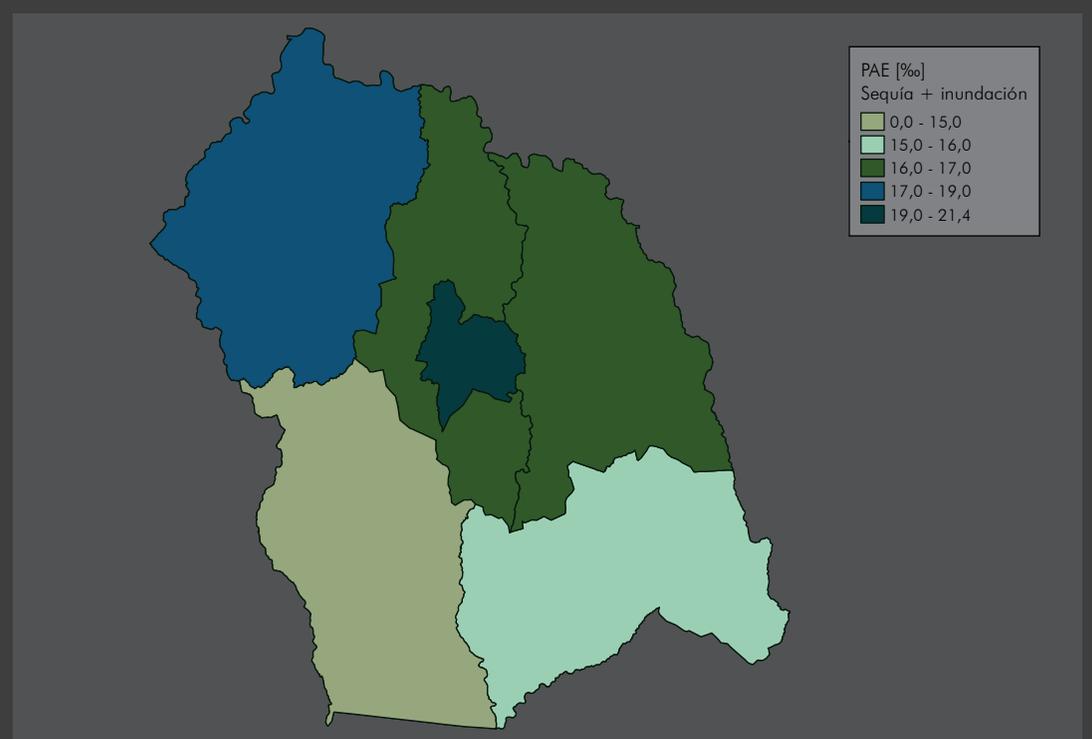
PAE [%] Inundación (Cultivos)

1,49

PAE [%] Sequía (Cultivos)

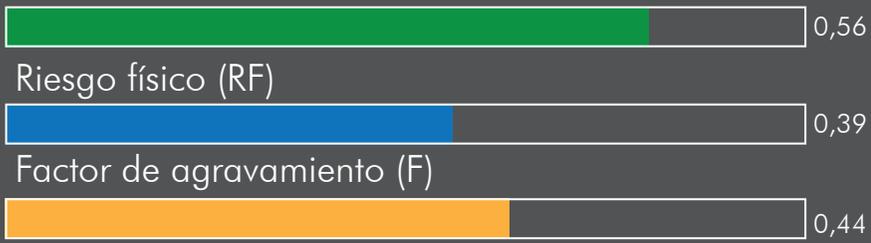
6,47

0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0

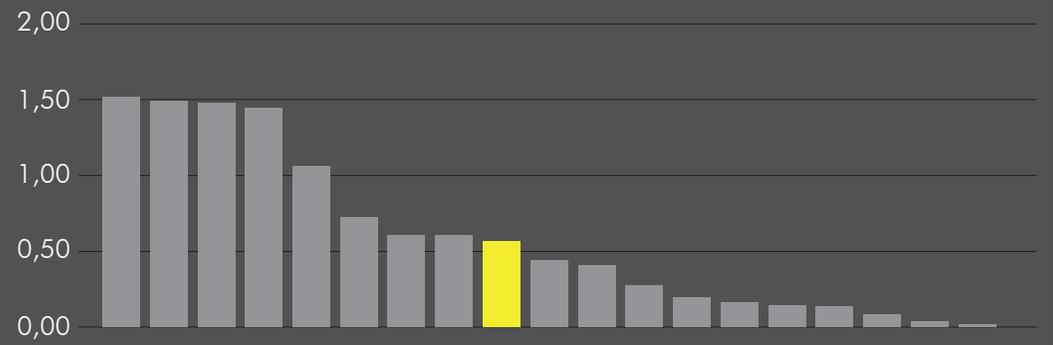


# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

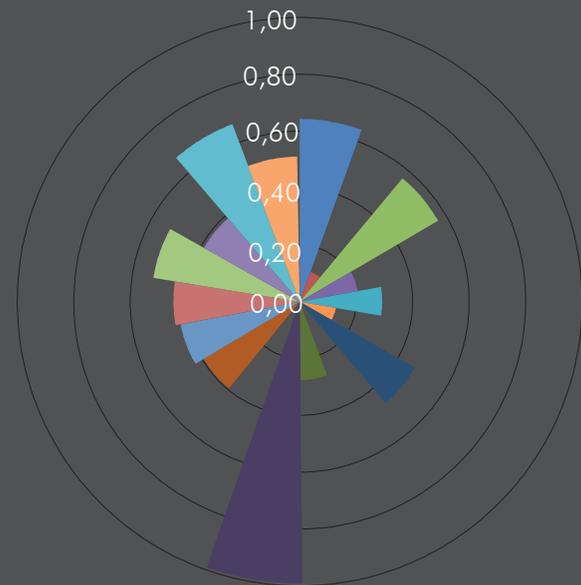


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

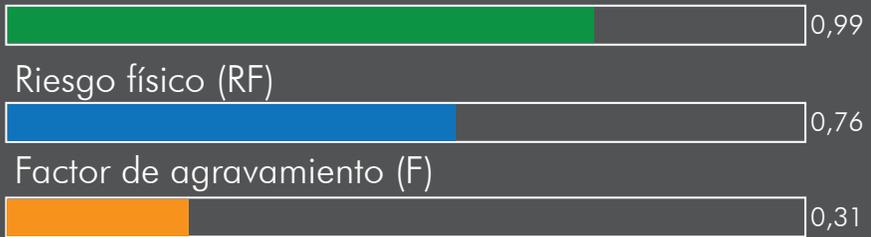
- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

### FALTA DE RESILIENCIA

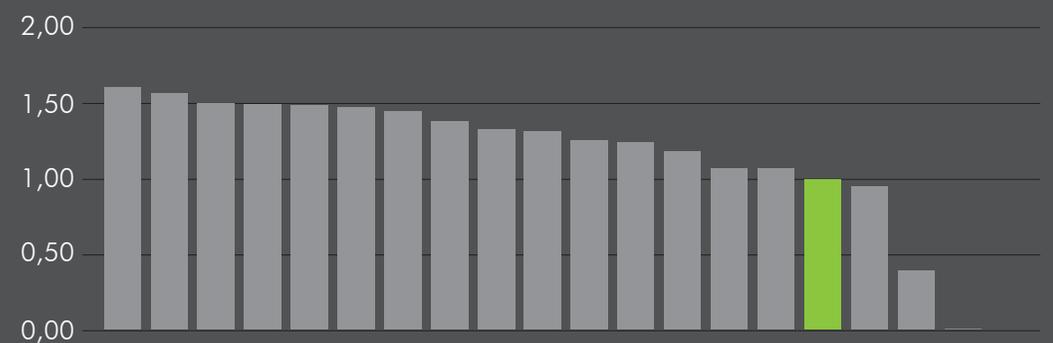
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

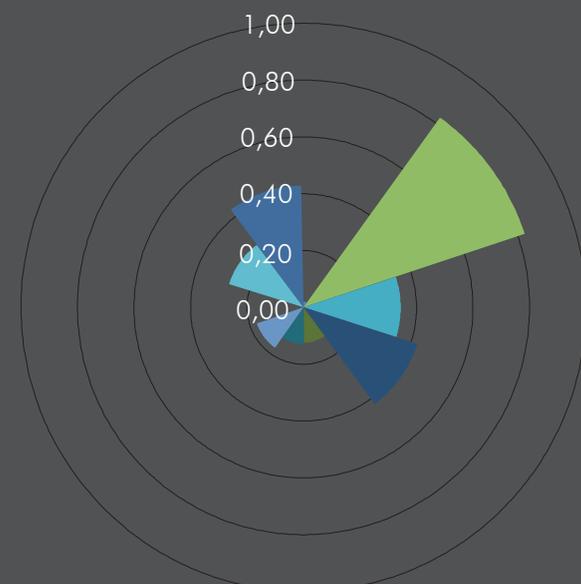


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

### FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód.	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [%] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [%] Sequía + Inund	RF	F	IREE
701	\$ 295,817.55	1.38	\$ 99,783	21.40	0.04	0.17	0.04
702	\$ -	0.00	\$ 281,218	16.47	0.00	0.42	0.00
703	\$ 4,153.20	11.94	\$ 548,992	17.89	1.00	0.27	1.27
704	\$ 46,592.76	4.89	\$ 443,621	14.88	0.48	0.25	0.60
705	\$ 250.41	0.96	\$ 422,326	15.44	0.02	0.35	0.03
706	\$ 242.54	0.56	\$ 272,224	16.06	0.01	0.52	0.01

# FLORIDA

## Información general

Población: 67.048

PIB (MDP): 11.924,4

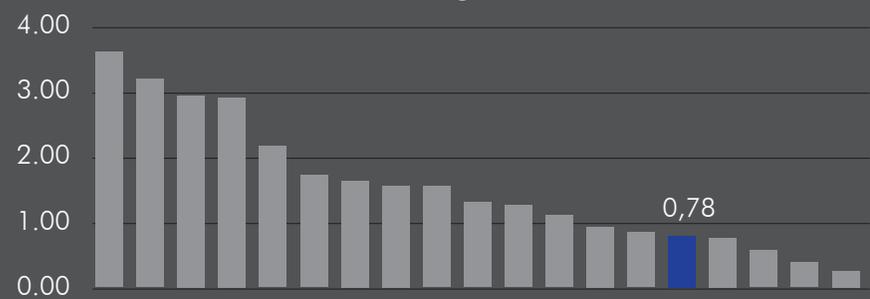
índice de Gini: 0,328

IDH: 0,802

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 115.482.797,2

### Ranking PAE



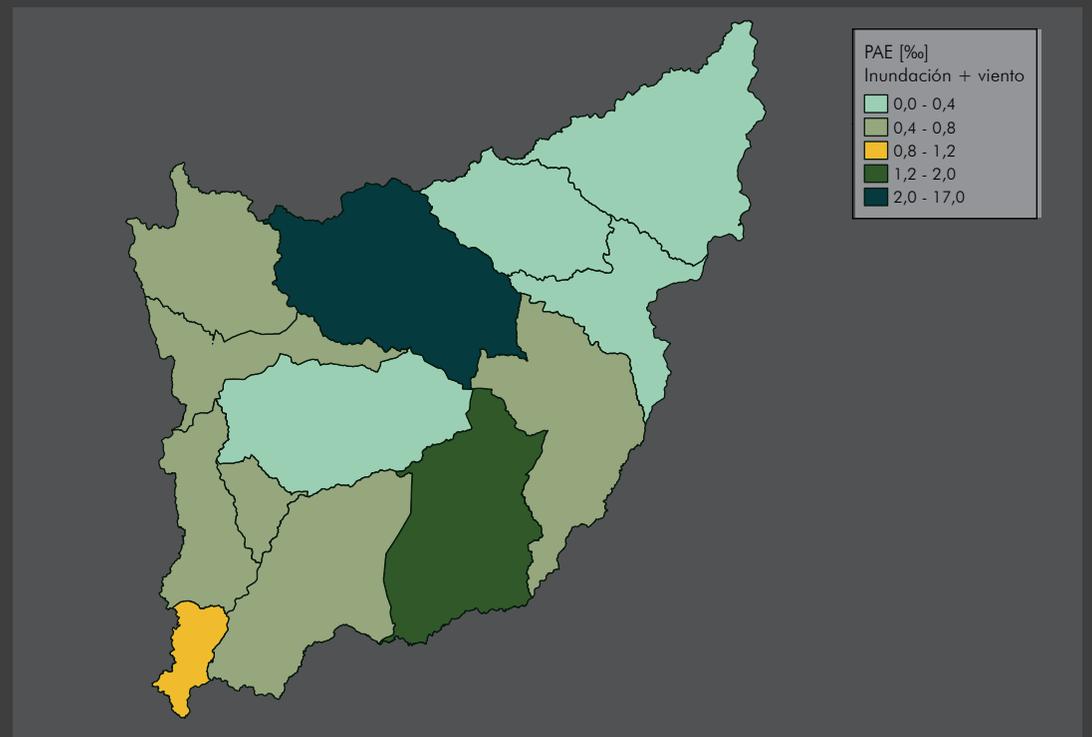
PAE [%] Inundación

0,25

PAE [%] Viento

0,54

0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6

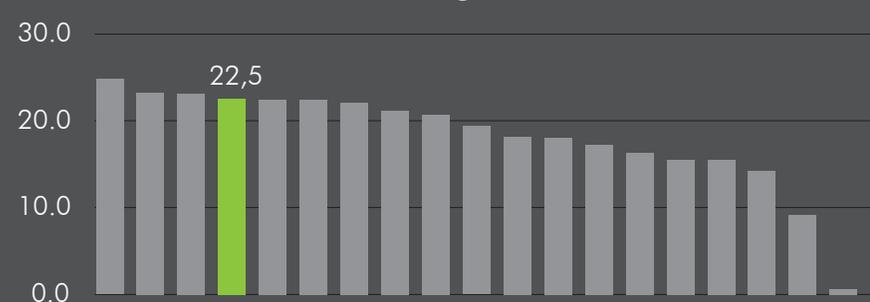


## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 43.637.961

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 132.261.864,8

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

26,92

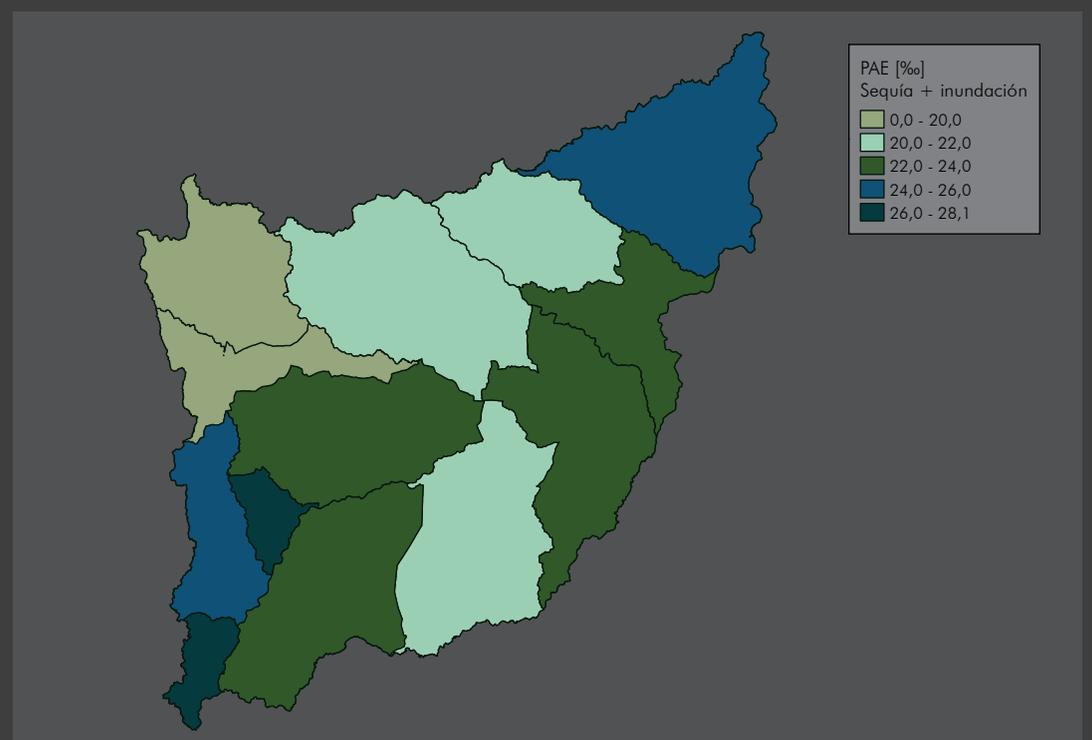
PAE [%] Inundación (Cultivos)

2,49

PAE [%] Sequía (Cultivos)

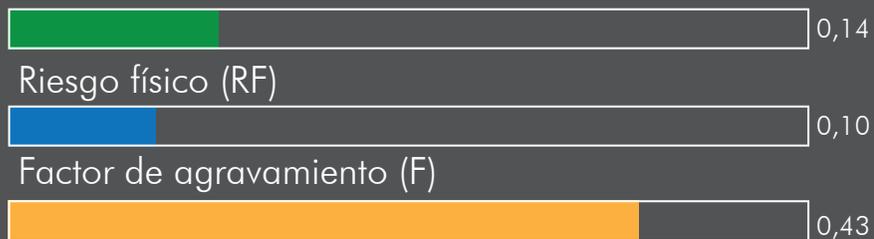
6,73

0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0

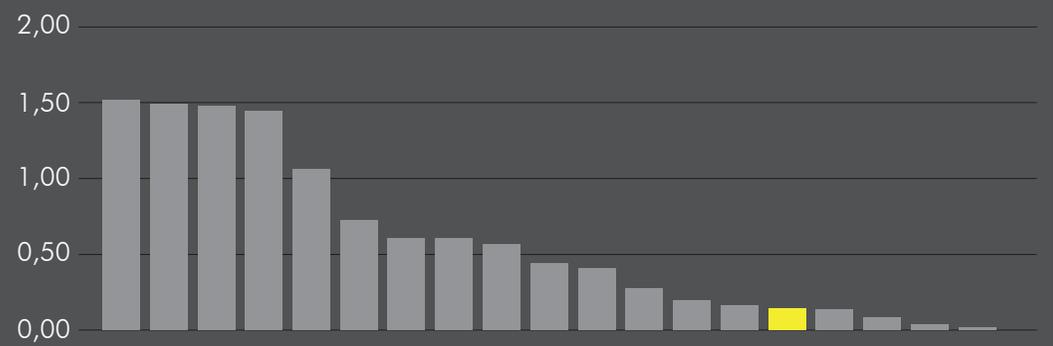


# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

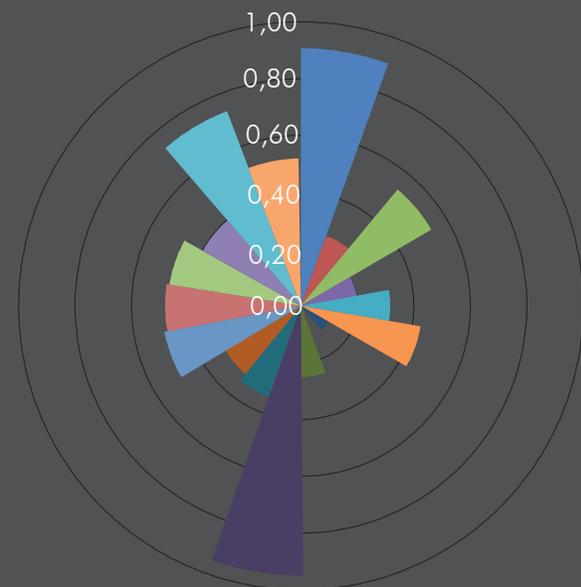


## FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

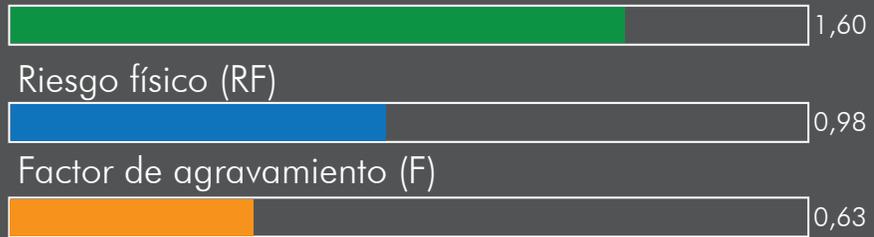
- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

## FALTA DE RESILIENCIA

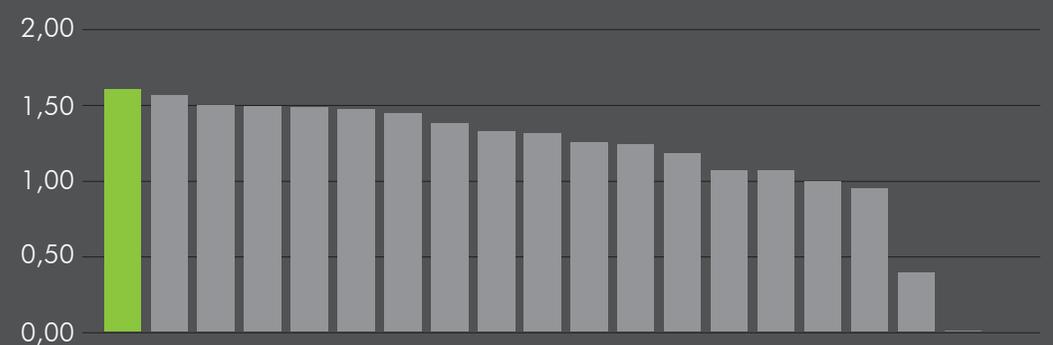
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

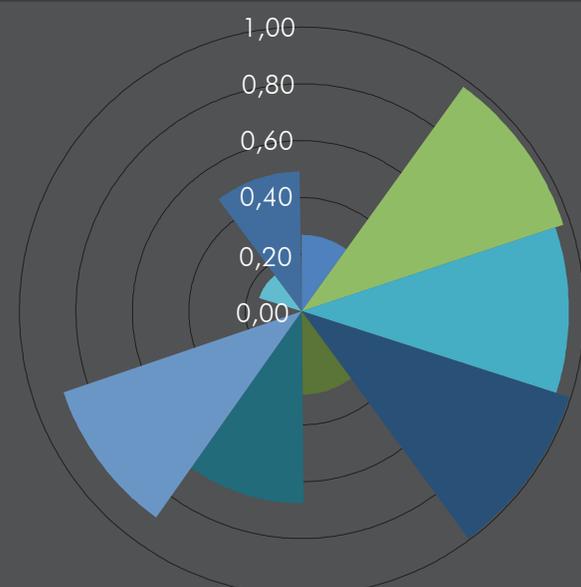


## FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

## FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód.	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [%o] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [%o] Sequía + Inund	RF	F	IREE
801	\$ 65,464.79	0.77	\$ 111,711	28.12	0.01	0.23	0.01
802	\$ 11,764.32	1.48	\$ 419,183	20.90	0.04	0.21	0.05
803	\$ 124.95	0.32	\$ 478,877	23.83	0.00	0.37	0.00
804	\$ 616.48	0.39	\$ 395,880	25.11	0.00	0.38	0.00
805	\$ 2,499.73	0.68	\$ 510,559	23.11	0.01	0.31	0.01
806	\$ 14.45	0.35	\$ 157,040	23.03	0.00	0.53	0.00
807	\$ 310.18	0.36	\$ 216,730	21.54	0.00	0.37	0.00
808	\$ 203.87	17.02	\$ 458,264	20.01	1.00	0.46	1.46
809	\$ 613.11	0.54	\$ 298,927	23.94	0.01	0.29	0.01
810	\$ 5,302.00	0.53	\$ 215,682	19.83	0.01	0.19	0.01
811	\$ 105.01	0.48	\$ 292,781	19.32	0.00	0.36	0.01
812	\$ 952.67	0.61	\$ 303,918	25.89	0.01	0.35	0.01
813	\$ 2,256.98	0.90	\$ 101,015	26.04	0.02	0.32	0.02

# LAVALLEJA

## Información general

Población: 58.815

PIB (MDP): 10.116,2

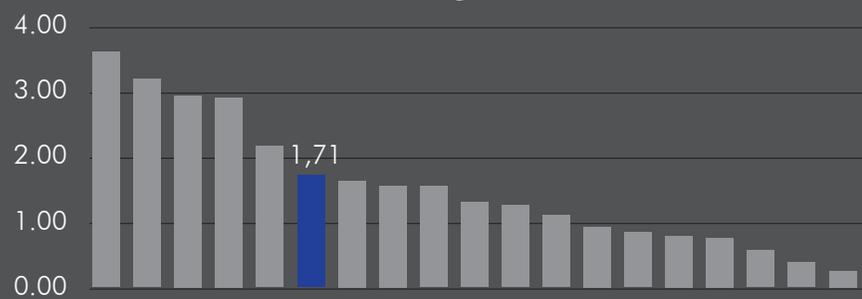
índice de Gini: 0,358

IDH: 0,788

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 401.900.846,8

### Ranking PAE



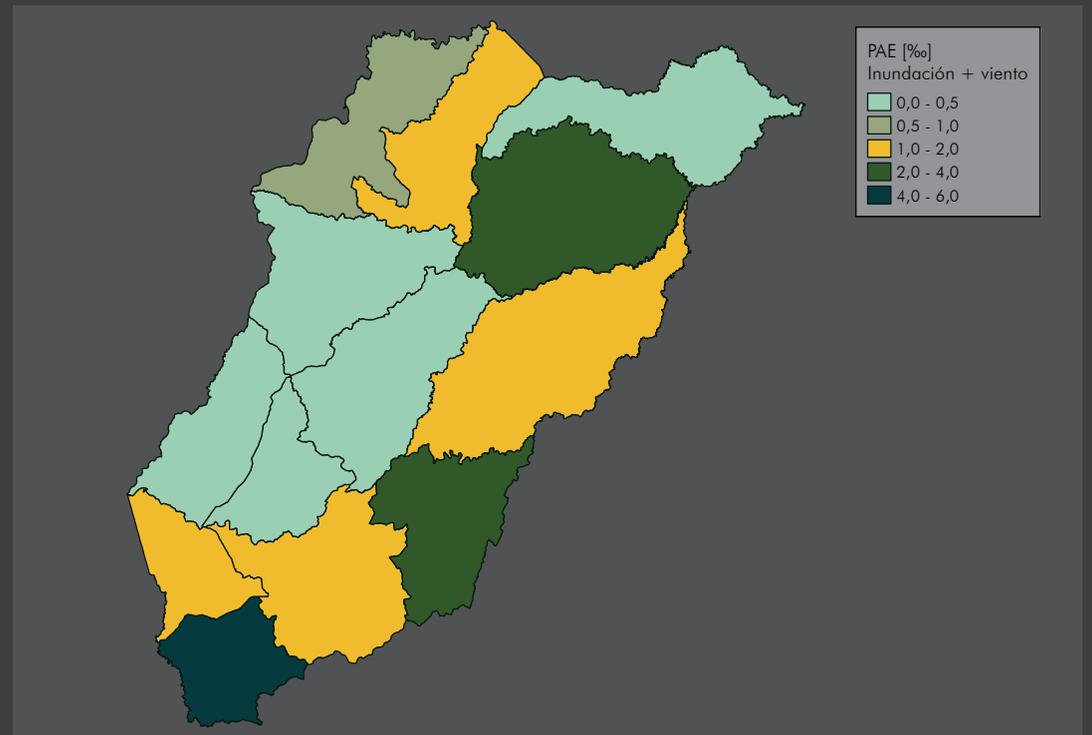
PAE [%] Inundación

0,10

PAE [%] Viento

1,61

0,0 0,2 0,4 0,6 0,8 1,0 1,2 1,4 1,6 1,8

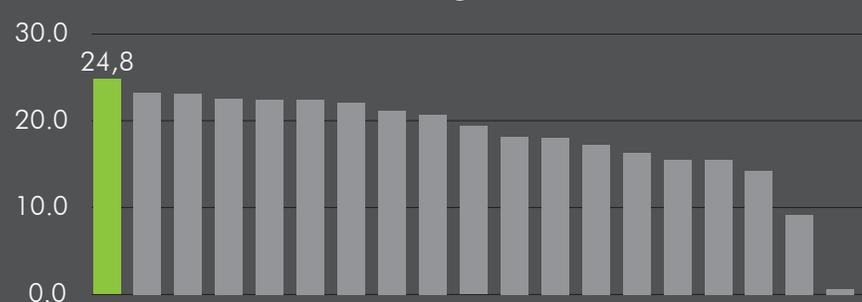


## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 19.082.136,5

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 116.695.572,5

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

27,11

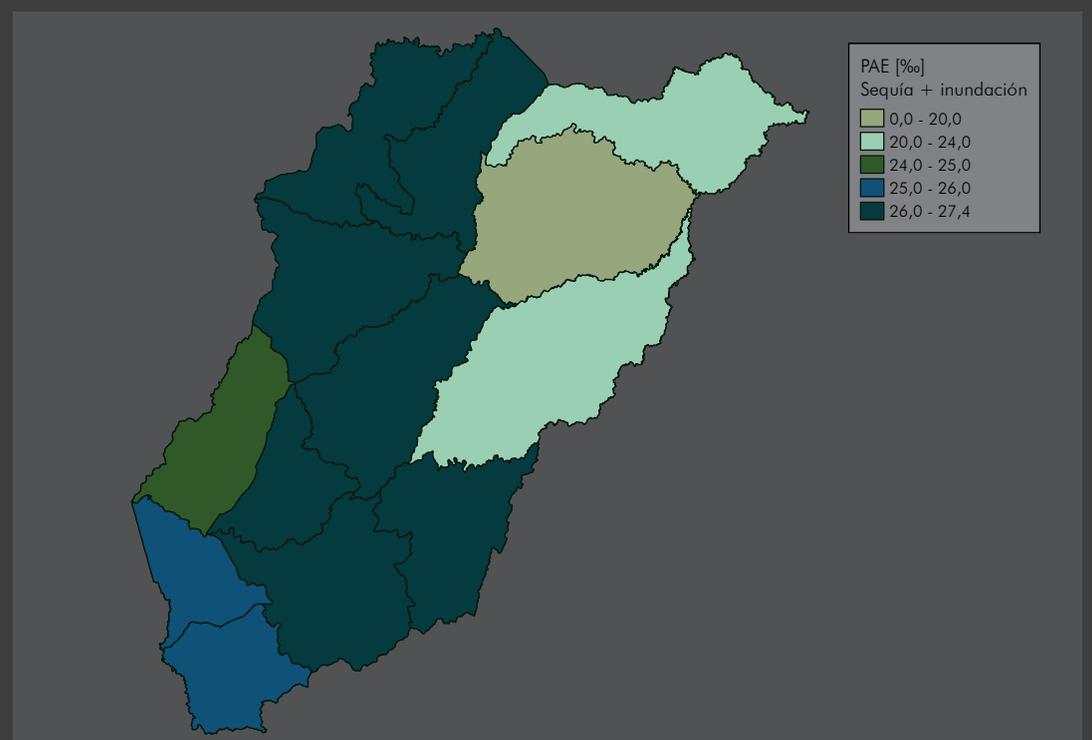
PAE [%] Inundación (Cultivos)

8,08

PAE [%] Sequía (Cultivos)

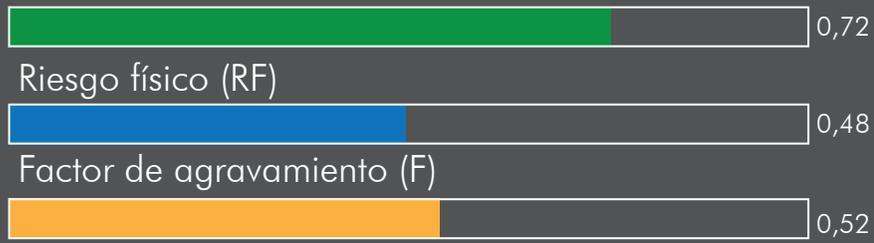
6,32

0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0

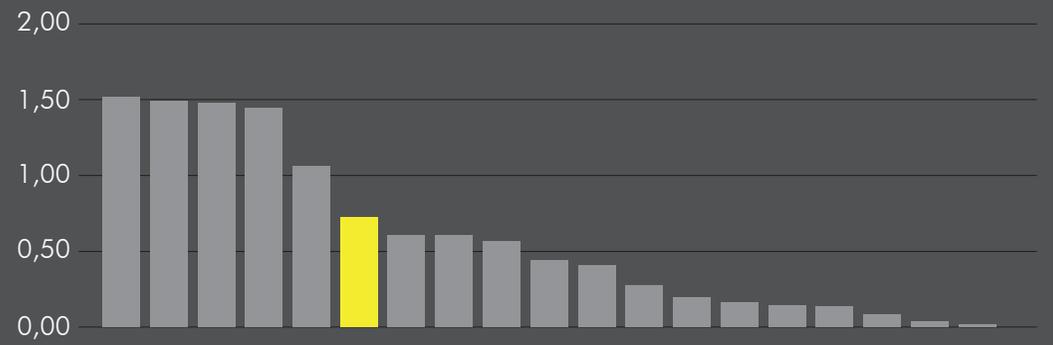


# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

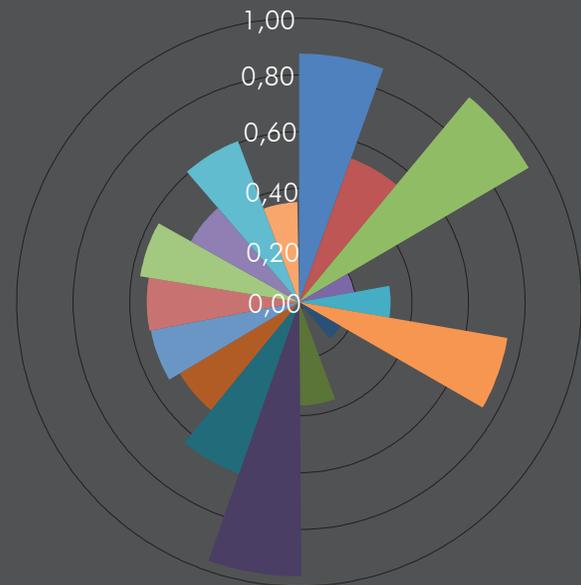


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

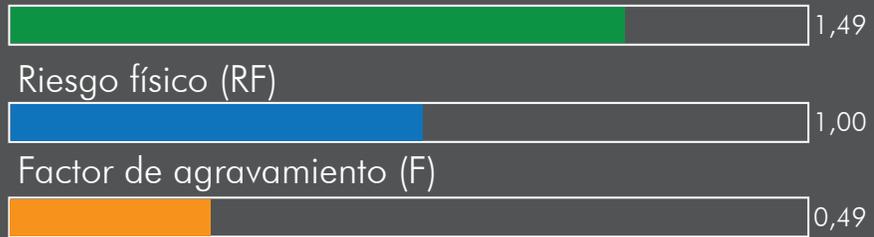
- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

### FALTA DE RESILIENCIA

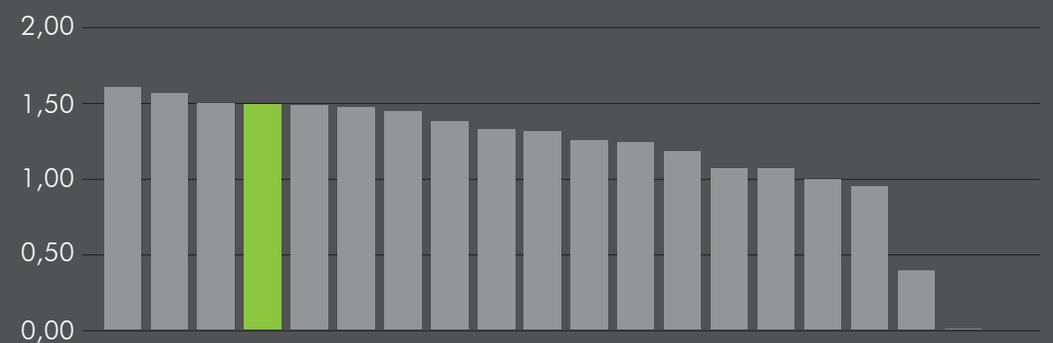
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

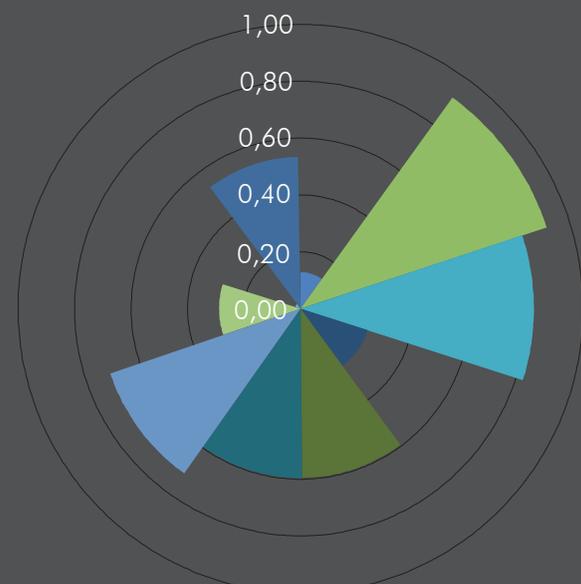


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

### FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód.	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [%o] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [%o] Sequía + Inund	RF	F	IREE
901	\$ 605,684.18	1.69	\$ 264,440	27.13	0.06	0.20	0.07
902	\$ 54,428.43	6.06	\$ 141,765	25.26	0.69	0.30	0.90
903	\$ -	0.00	\$ 169,476	26.78	0.00	0.49	0.00
904	\$ -	0.00	\$ 204,526	24.37	0.00	0.48	0.00
905	\$ -	0.00	\$ 296,875	26.99	0.00	0.63	0.00
906	\$ -	0.00	\$ 241,111	27.39	0.00	0.56	0.00
907	\$ 1,828.11	3.82	\$ 230,335	27.36	0.29	0.59	0.46
908	\$ 14,097.45	1.49	\$ 428,388	23.11	0.04	0.35	0.06
909	\$ 381.67	2.02	\$ 402,238	20.20	0.08	0.49	0.12
910	\$ 9,373.81	0.42	\$ 354,867	23.34	0.00	0.20	0.00
911	\$ 53.64	1.56	\$ 219,188	26.80	0.05	0.35	0.07
912	\$ 1,572.35	0.95	\$ 262,660	27.30	0.02	0.31	0.02
913	\$ 3.93	1.13	\$ 152,039	25.25	0.03	0.49	0.04

# MALDONADO

## Información general

Población: 164.300

PIB (MDP): 32.878

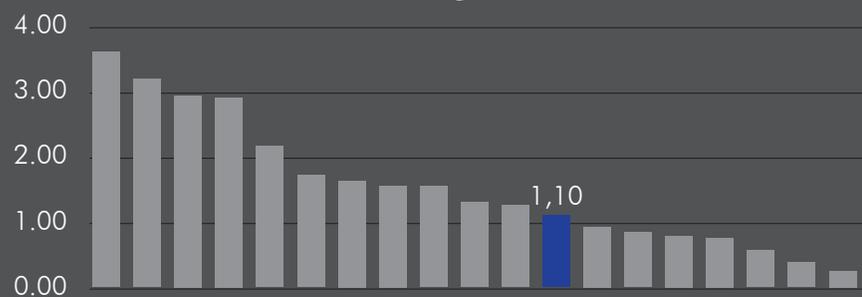
índice de Gini: 0,330

IDH: 0,812

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 6.376.225.768,7

### Ranking PAE



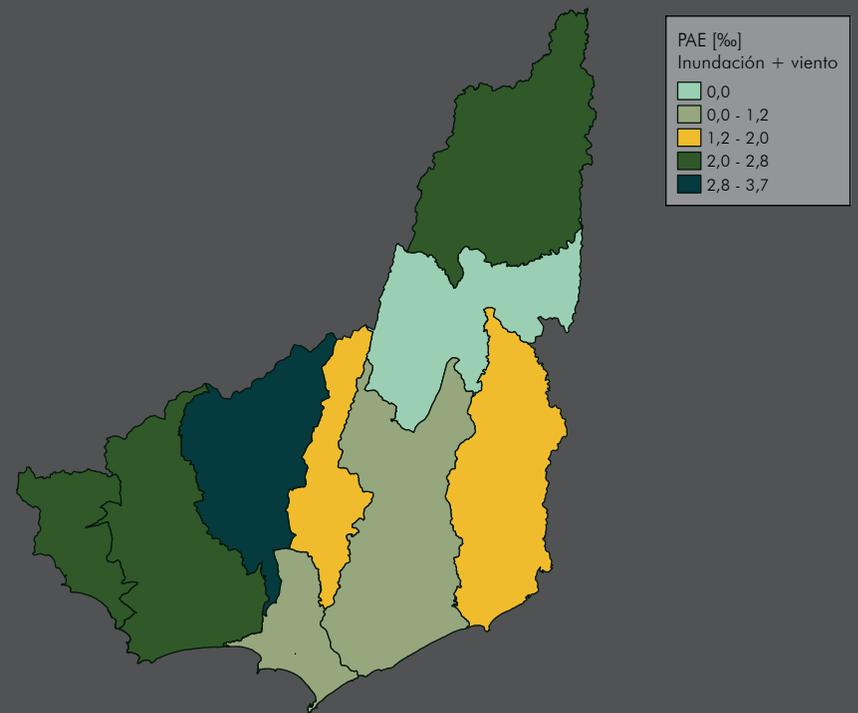
PAE [%] Inundación

0,0

PAE [%] Viento

1,10

0,0 0,2 0,4 0,6 0,8 1,0 1,2

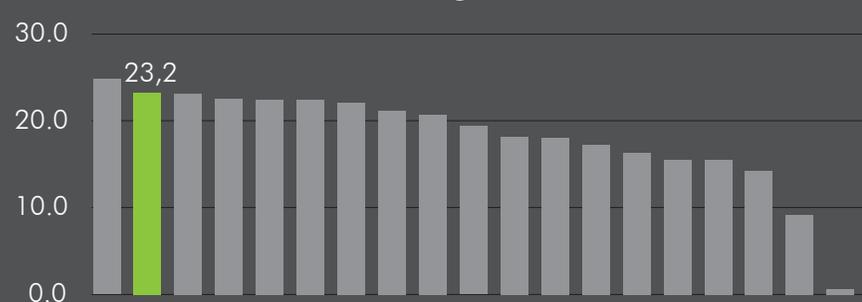


## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 8.637.506,4

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 44.311.386,5

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

26,87

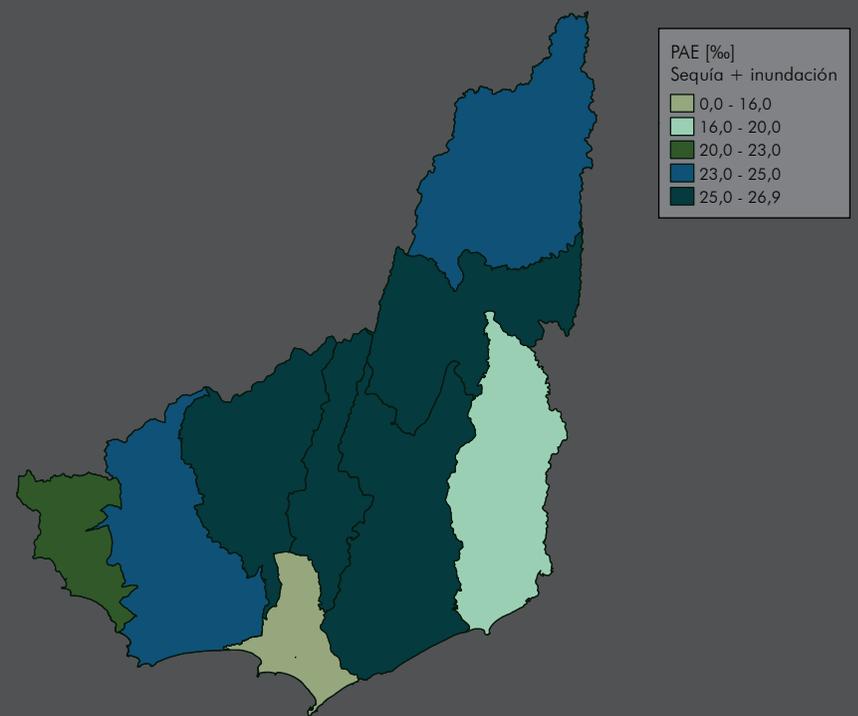
PAE [%] Inundación (Cultivos)

5,97

PAE [%] Sequía (Cultivos)

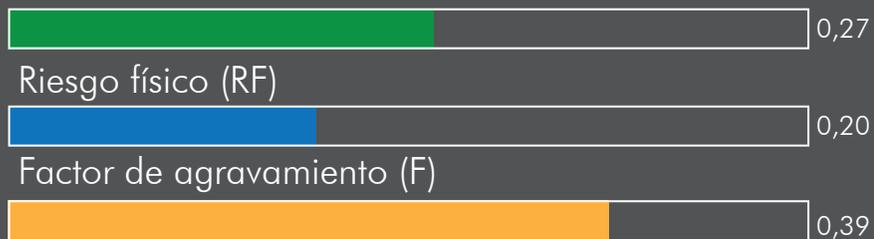
2,43

0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0

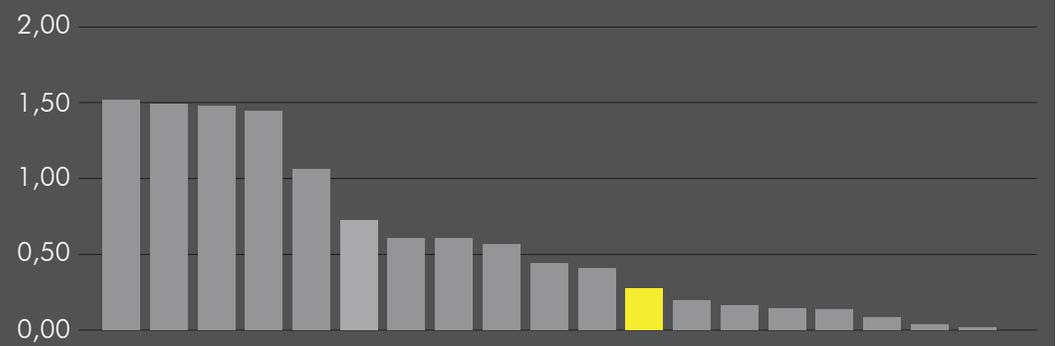


# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

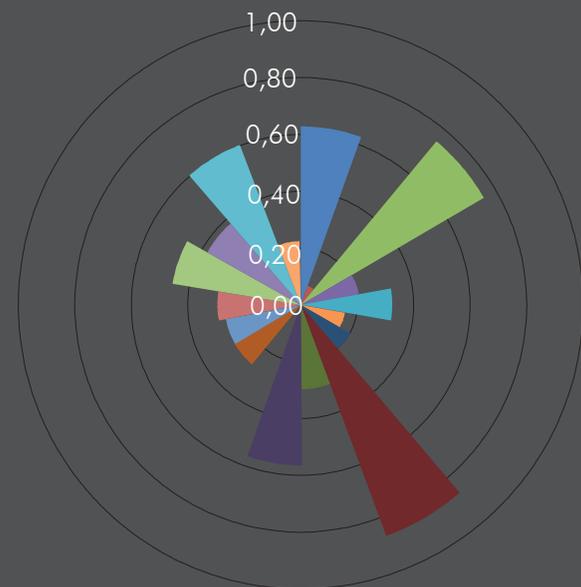


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

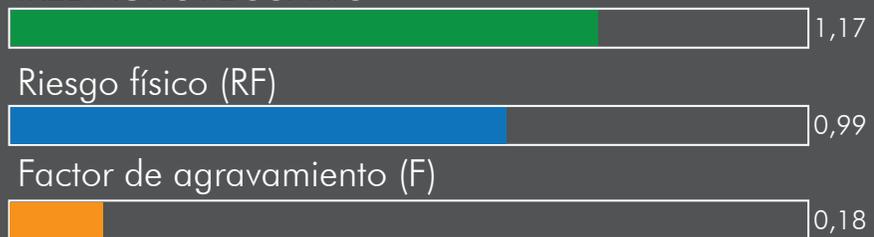
- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

### FALTA DE RESILIENCIA

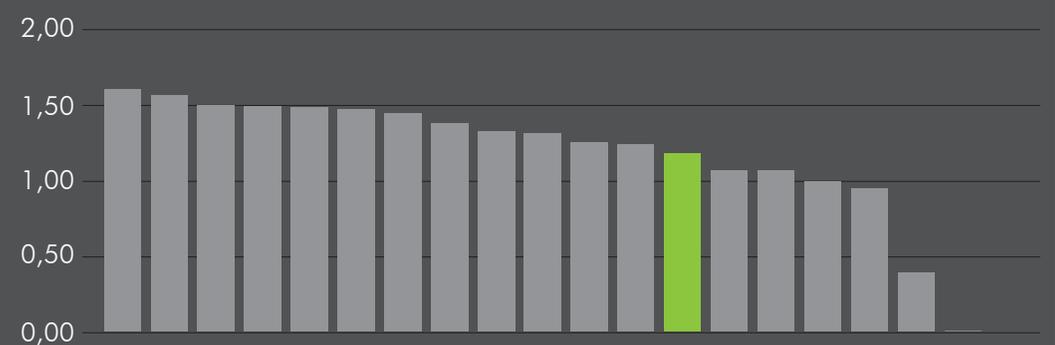
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

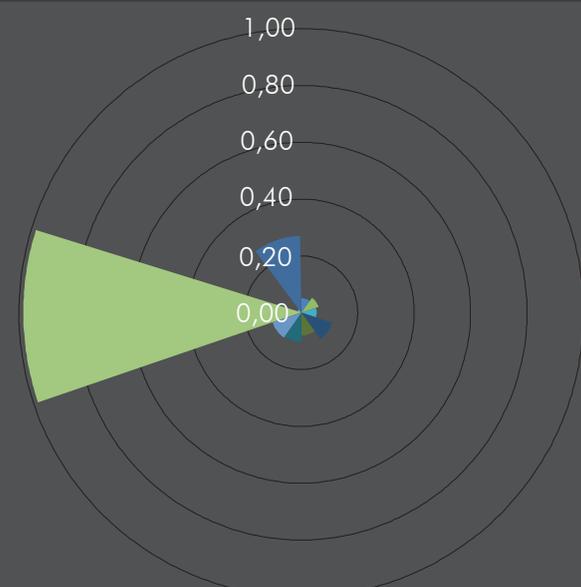


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

### FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód.	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [%o] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [%o] Sequía + Inund	RF	F	IREE
1001	\$ 6,261,773	1.06	\$ 41,064	16.06	0.02	0.20	0.03
1002	\$ 24,026	1.57	\$ 70,136	26.85	0.05	0.21	0.06
1003	\$ 395,849	2.28	\$ 157,387	24.97	0.10	0.25	0.13
1004	\$ 38	3.71	\$ 109,889	25.42	0.28	0.42	0.39
1005	\$ 77,921	2.09	\$ 60,563	21.03	0.09	0.27	0.11
1006	\$ 202,278	1.04	\$ 216,003	25.26	0.02	0.25	0.03
1007	\$ 48,275	1.24	\$ 174,663	17.78	0.03	0.34	0.04
1008	\$ 718	2.48	\$ 275,074	24.52	0.12	0.33	0.16
1009	\$ -	0.00	\$ 125,823	26.90	0.00	0.63	0.00

# MONTEVIDEO

## Información general

Población: 1.319.108

PIB (MDP): 354.477,9

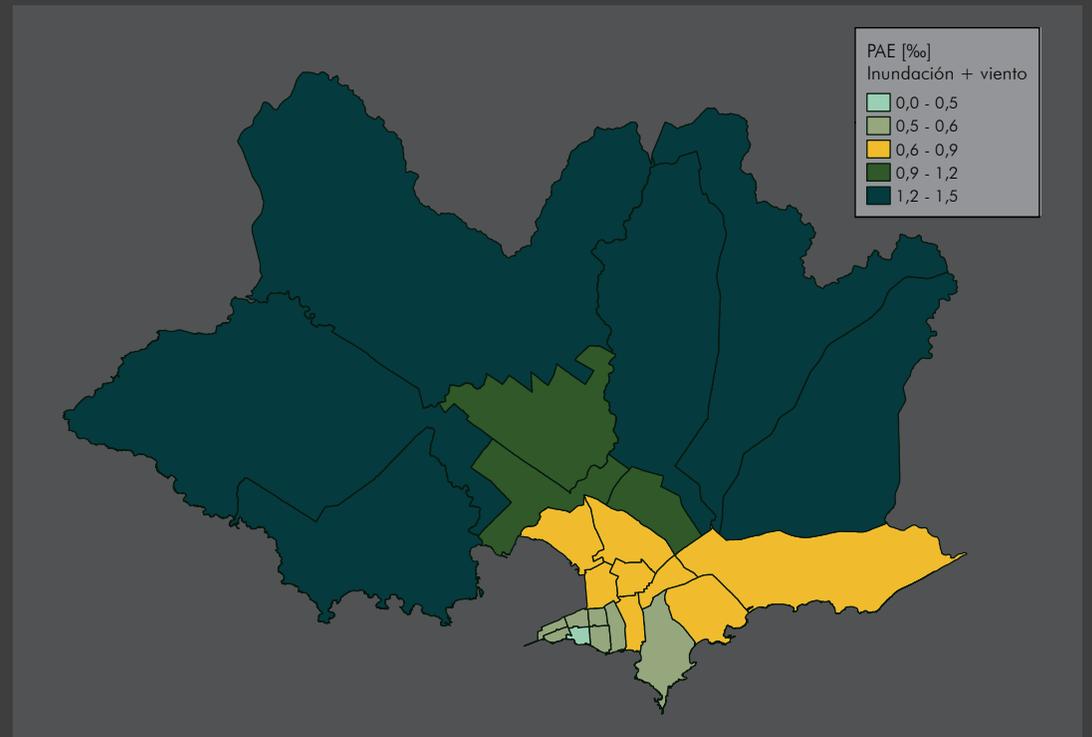
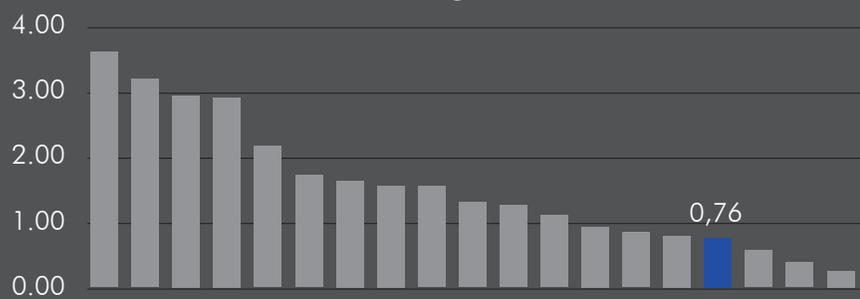
índice de Gini: 0,392

IDH: 0,854

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 23.243.851.052,2

### Ranking PAE



PAE [%] Inundación

0,00

PAE [%] Viento

0,76

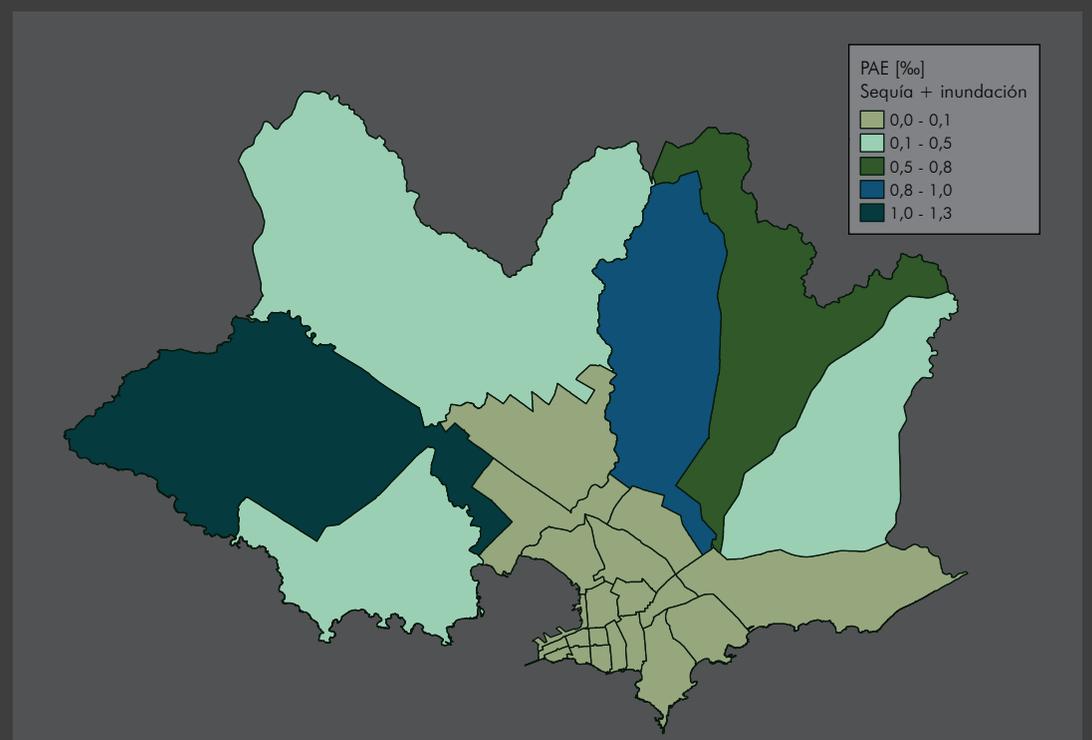
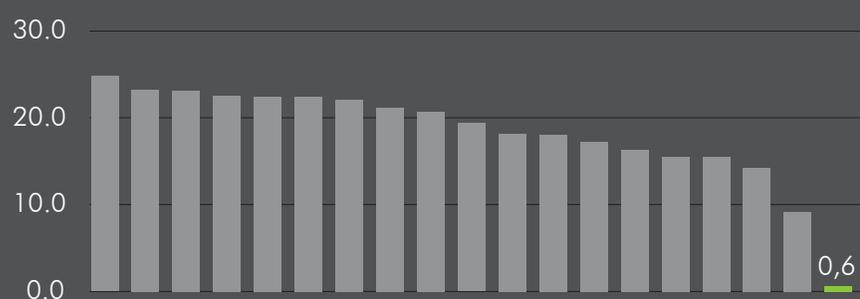
0,0 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8

## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 21.193.120

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 449.246

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

25,70

PAE [%] Inundación (Cultivos)

0,57

PAE [%] Sequía (Cultivos)

0,03

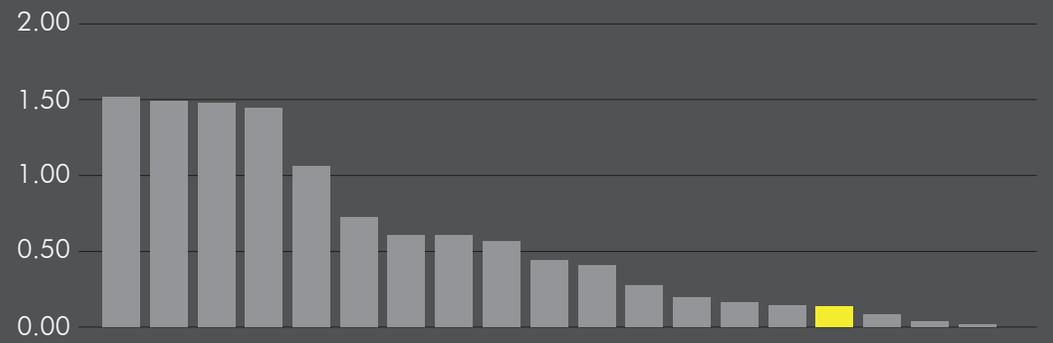
0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0

# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

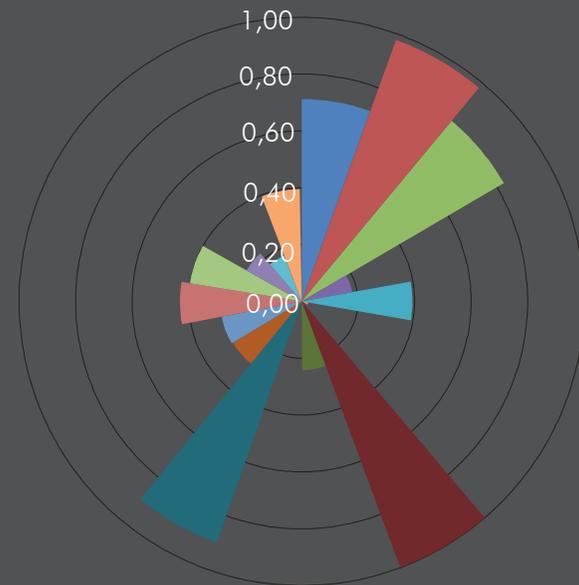


## FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

## FALTA DE RESILIENCIA

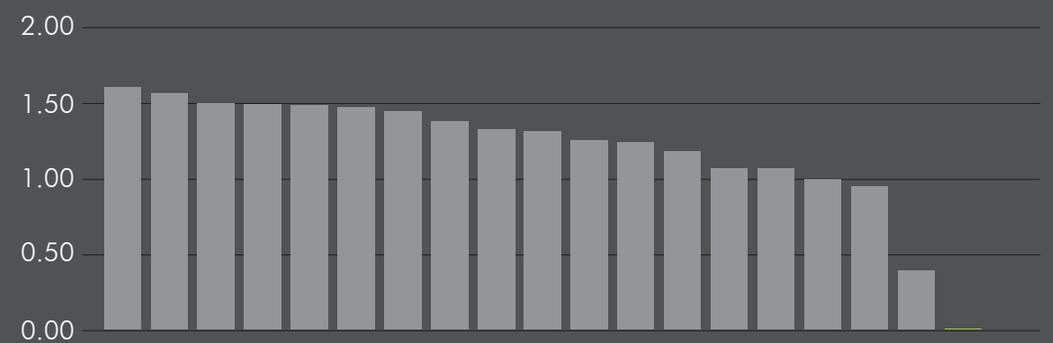
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

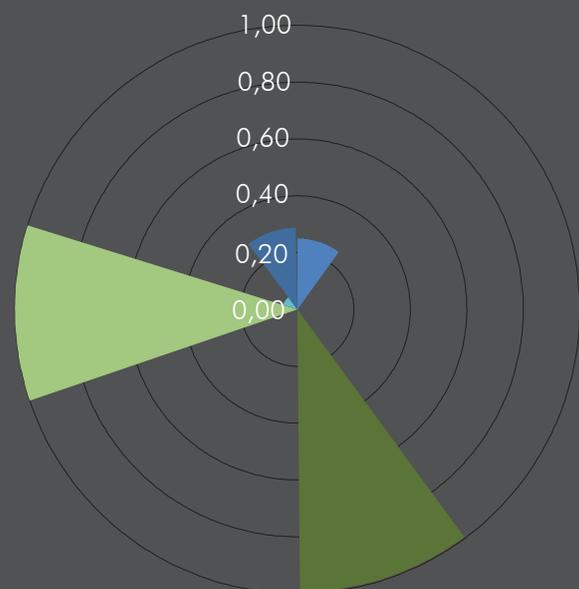


## FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

## FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [%] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [%] Sequía + Inund	RF	F	IREE
101	\$ 267,318.9	0.57	\$ -	0	0.01	0.24	0.01
102	\$ 141,467.4	0.56	\$ -	0	0.01	0.29	0.01
103	\$ 132,293.5	0.56	\$ -	0	0.01	0.22	0.01
104	\$ 218,267.6	0.54	\$ -	0	0.01	0.18	0.01
105	\$ 317,933.4	0.57	\$ -	0	0.01	0.20	0.01
106	\$ 270,642.9	0.57	\$ -	0	0.01	0.23	0.01
107	\$ 433,154.2	0.59	\$ -	0	0.01	0.21	0.01
108	\$ 320,008.3	0.76	\$ -	0	0.01	0.20	0.01
109	\$ 366,836.4	1.40	\$ 2,719	0.31	0.04	0.23	0.05
110	\$ 4,119,936.5	0.82	\$ -	0	0.01	0.08	0.01
111	\$ 570,126.6	1.37	\$ 2,166	0.60	0.04	0.23	0.05
112	\$ 734,095.9	0.86	\$ -	0	0.01	0.08	0.02
113	\$ 287,864.1	1.38	\$ 986	0.38	0.04	0.24	0.05
114	\$ 551,022.8	0.86	\$ -	0	0.01	0.07	0.02
115	\$ 638,898.4	0.62	\$ -	0	0.01	0.19	0.01
116	\$ 222,307.8	1.51	\$ 3,187	1.29	0.05	0.41	0.06
117	\$ 564,642.2	1.36	\$ 2,715	0.91	0.04	0.37	0.05
118	\$ 2,715,596.4	0.57	\$ -	0	0.01	0.05	0.01
119	\$ 270,053.6	0.85	\$ -	0	0.01	0.20	0.02
120	\$ 552,576.9	1.08	\$ -	0.00	0.02	0.17	0.03
121	\$ 722,153.7	1.15	\$ 8	0.08	0.03	0.20	0.03
122	\$ 518,855.7	0.94	\$ -	0	0.02	0.13	0.02
123	\$ 521,920.3	0.67	\$ -	0	0.01	0.12	0.01
124	\$ 1,750,035.9	0.64	\$ -	0	0.01	0.05	0.01
199	\$ 445,476.1	1.21	\$ 526	0.41	0.03	0.29	0.04

# PAYSANDÚ

## Información general

Población: 164.300

PIB (MDP): 32.878

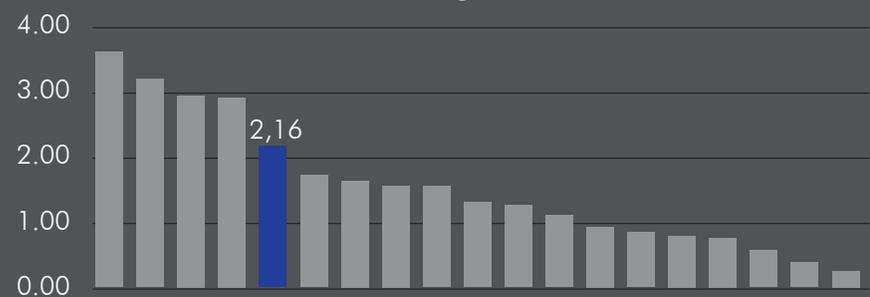
índice de Gini: 0,330

IDH: 0,812

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 781.452.895

### Ranking PAE



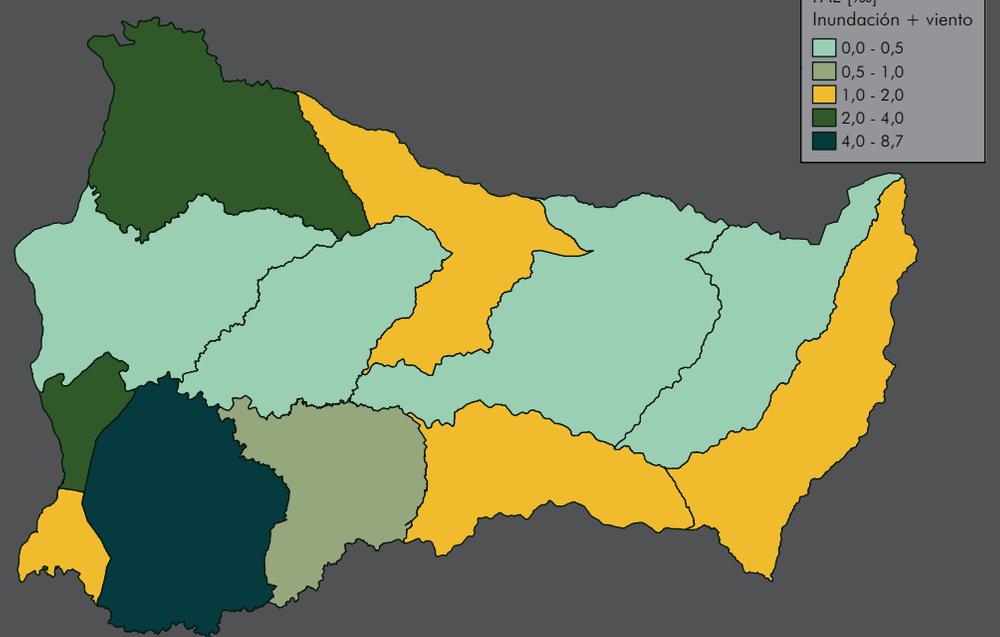
PAE [%] Inundación

1,89

PAE [%] Viento

0,27

0,0 0,2 0,4 0,6 0,8 1,0 1,2 1,4 1,6 1,8 2,0

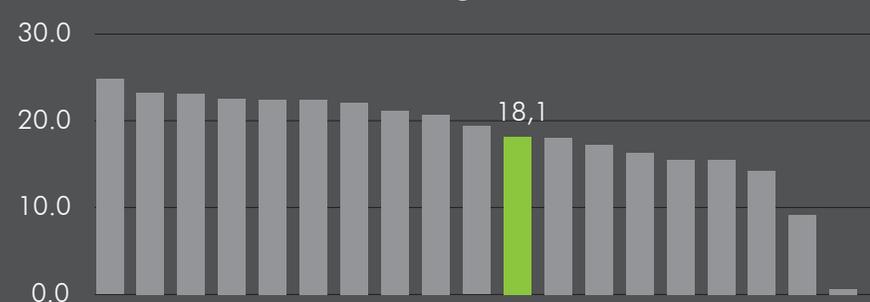


## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 164.817.551,2

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 146.475.470,6

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

26,09

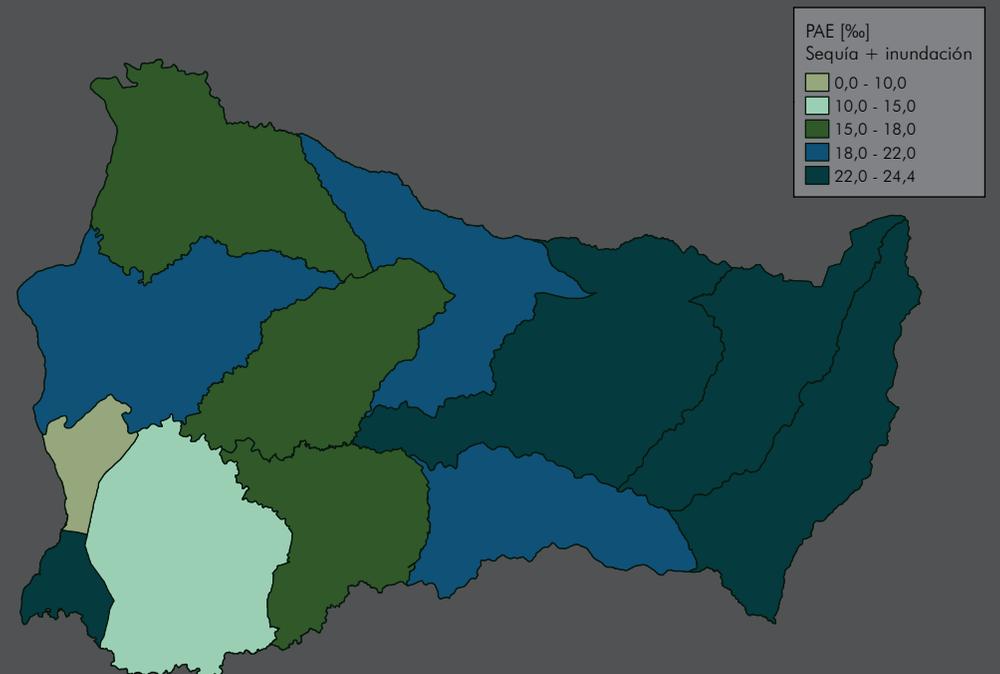
PAE [%] Inundación (Cultivos)

9,93

PAE [%] Sequía (Cultivos)

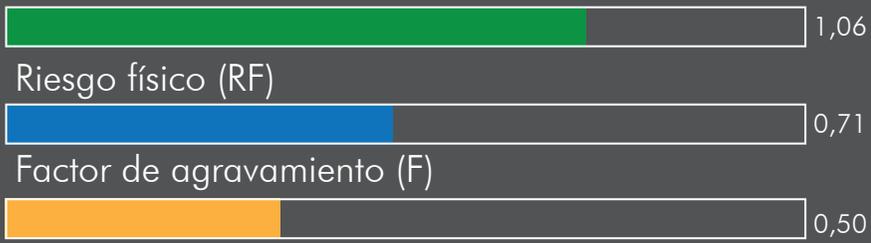
4,38

0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0

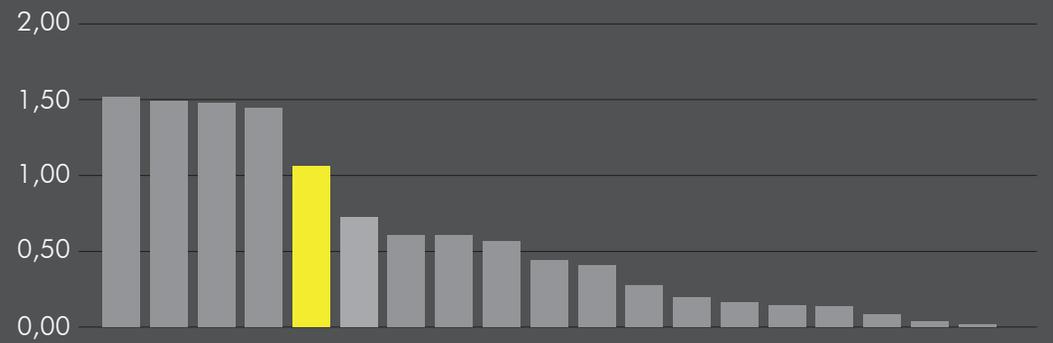


# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

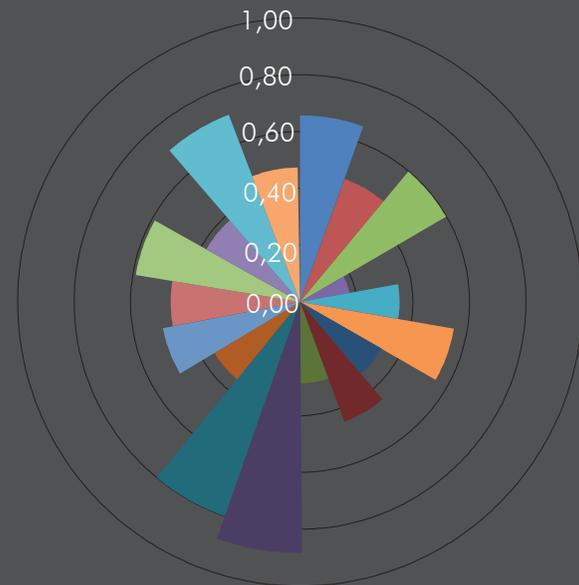


## FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

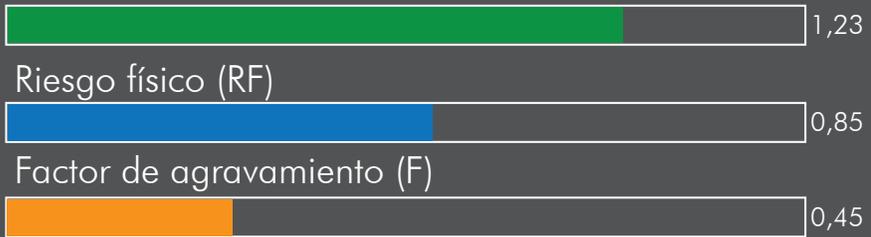
- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

## FALTA DE RESILIENCIA

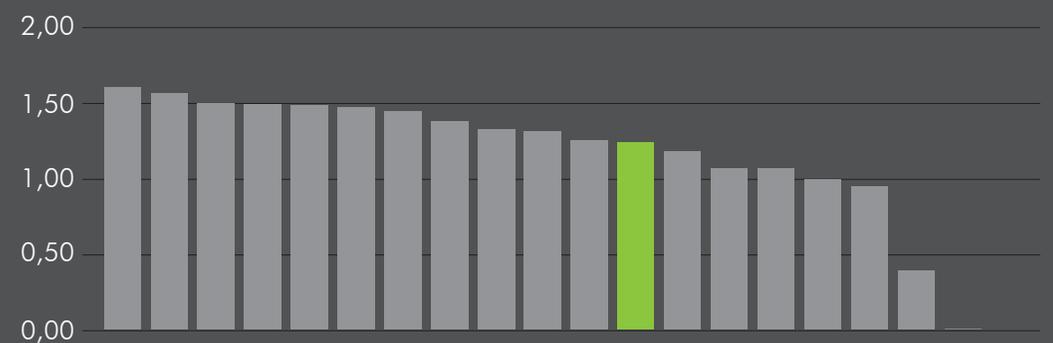
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

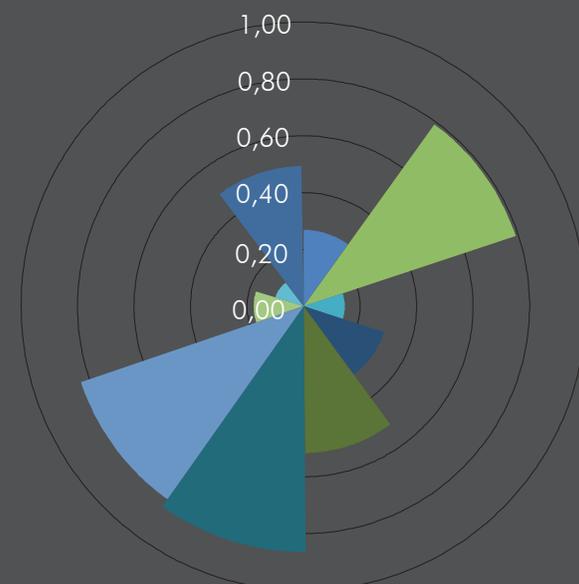


## FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

## FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód.	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [%] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [%] Sequía + Inund	RF	F	IREE
1101	\$ 675,089.29	1.94	\$ 161,267	24.23	0.08	0.33	0.10
1102	\$ 188,496.33	8.67	\$ 680,498	14.04	0.96	0.42	1.37
1103	\$ 200.90	0.78	\$ 212,987	17.93	0.01	0.50	0.02
1104	\$ 5,159.65	3.46	\$ 940,555	16.90	0.24	0.32	0.32
1105	\$ 21,889.28	1.59	\$ 436,603	20.85	0.05	0.42	0.07
1106	\$ 347.35	1.53	\$ 429,200	23.14	0.05	0.39	0.07
1107	\$ -	0.00	\$ 363,231	22.82	0.00	0.50	0.00
1108	\$ -	0.00	\$ 521,619	24.44	0.00	0.79	0.00
1109	\$ 734.31	1.11	\$ 382,126	18.44	0.02	0.44	0.04
1110	\$ -	0.00	\$ 441,777	15.32	0.00	0.62	0.00
1111	\$ 1,118.93	0.33	\$ 867,498	20.84	0.00	0.43	0.00
1112	\$ 795,536.45	2.03	\$ 210,106	10.17	0.08	0.27	0.10

# RÍO NEGRO

## Información general

Población: 54.765

PIB (MDP): 19.922,4

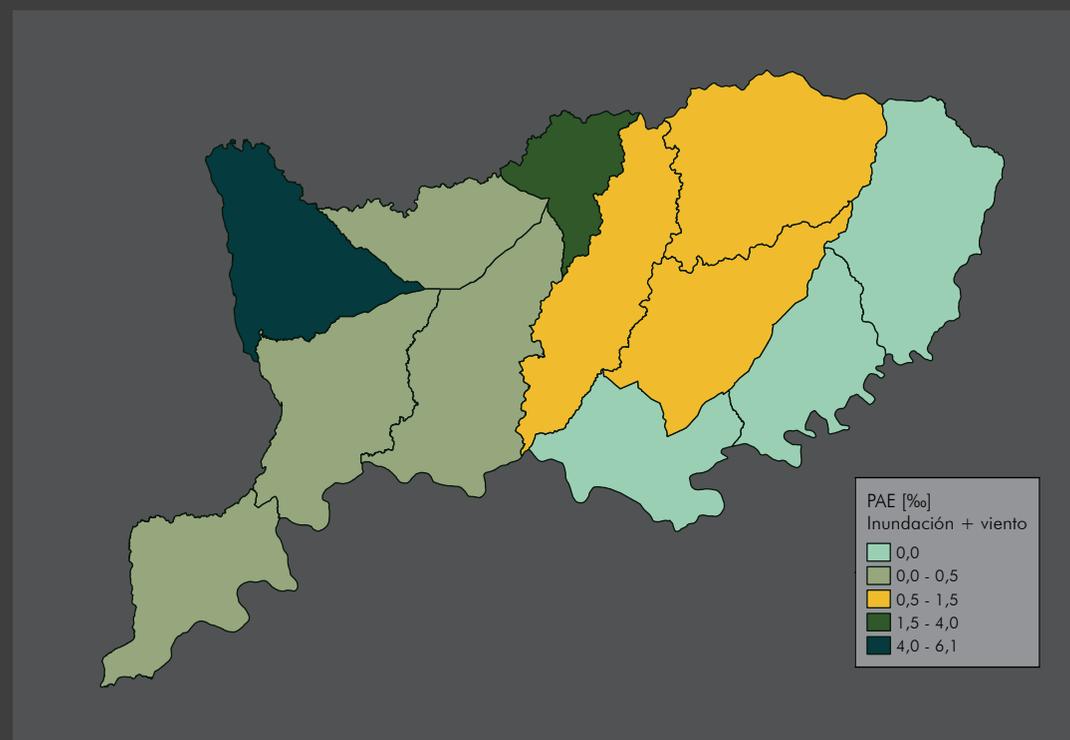
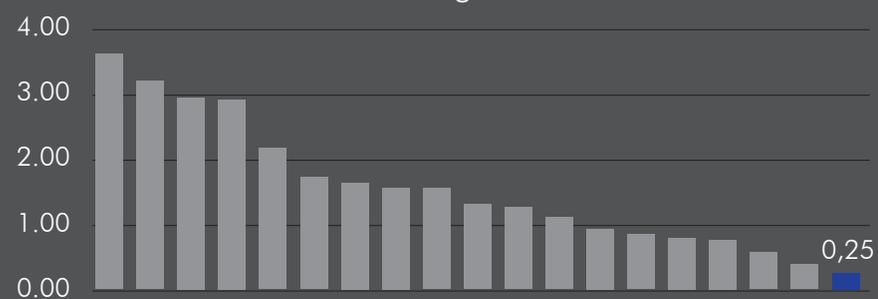
índice de Gini: 0,318

IDH: 0,799

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 313.019.963,7

### Ranking PAE



PAE [%] Inundación

0,01

PAE [%] Viento

0,24

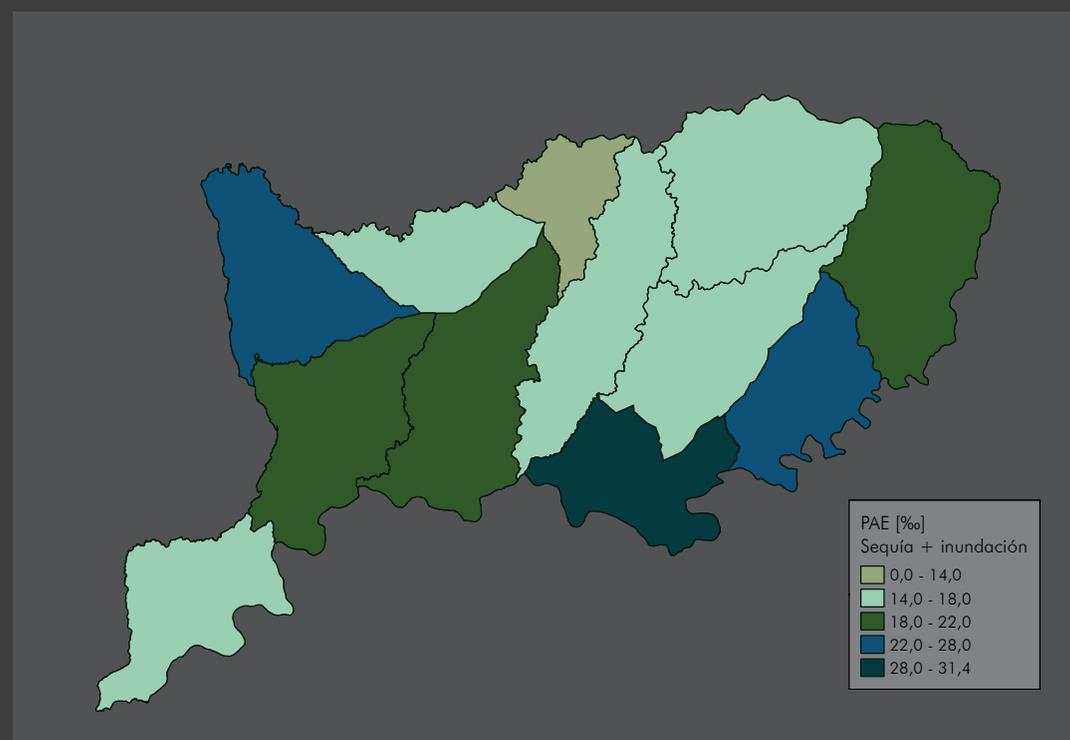
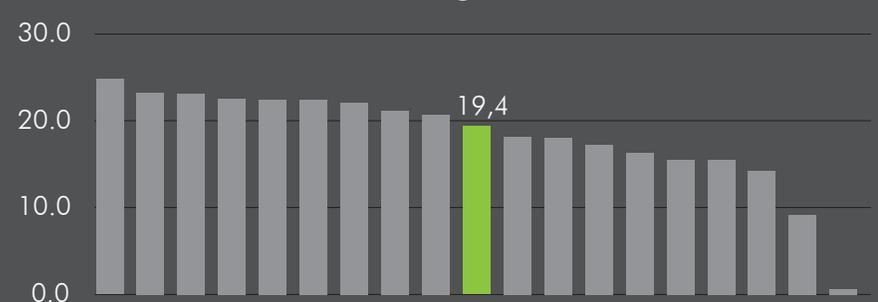
0,0 0,05 0,10 0,15 0,20 0,25 0,30

## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 167.935.466,1

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 72.734.186,6

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

24,78

PAE [%] Inundación (Cultivos)

7,76

PAE [%] Sequía (Cultivos)

9,64

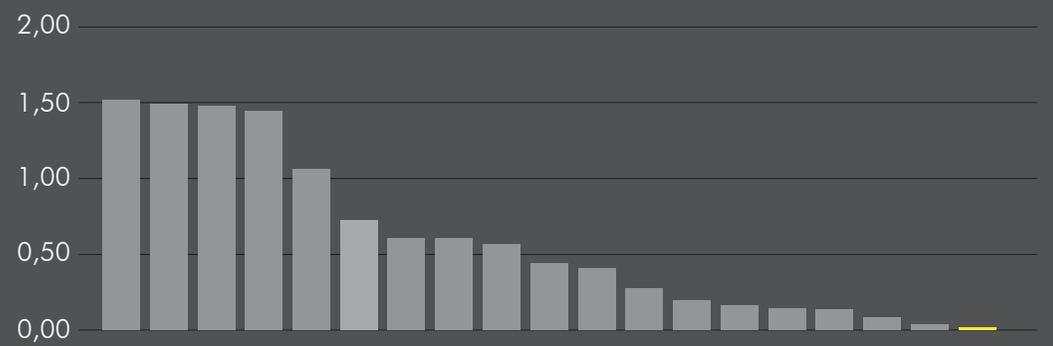
0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0

# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

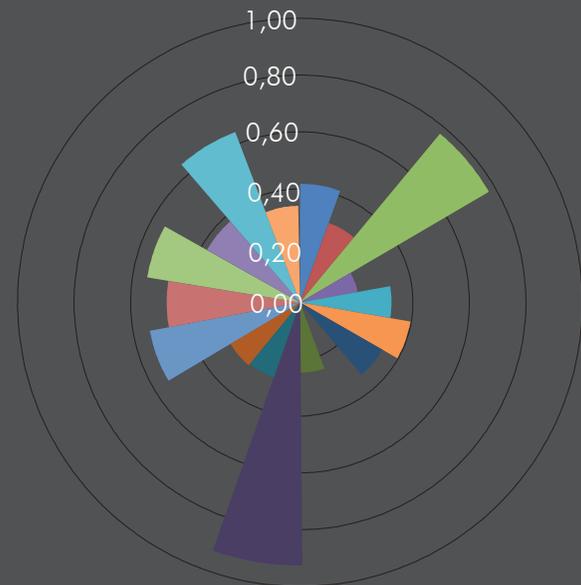


## FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

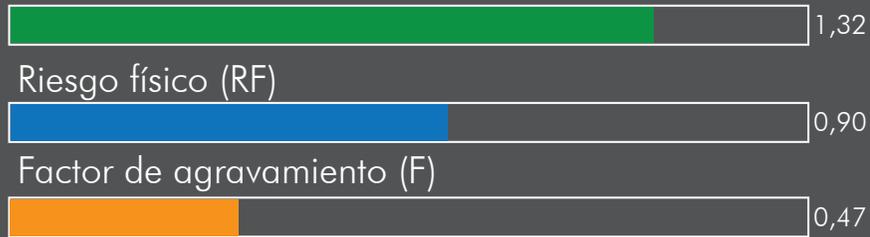
- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

## FALTA DE RESILIENCIA

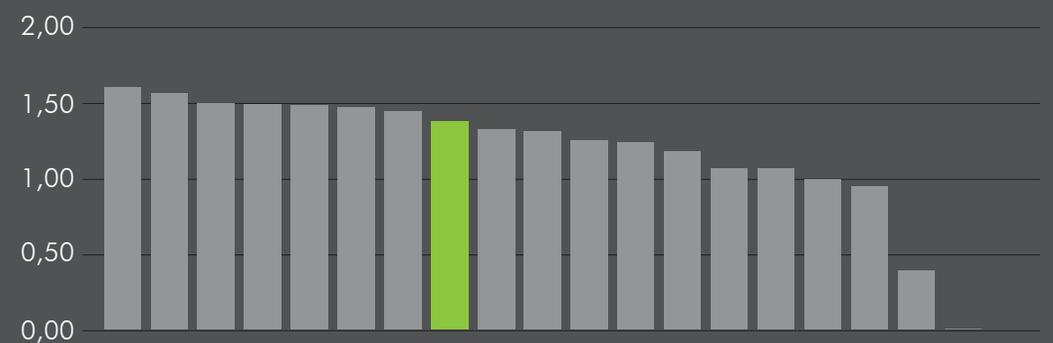
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

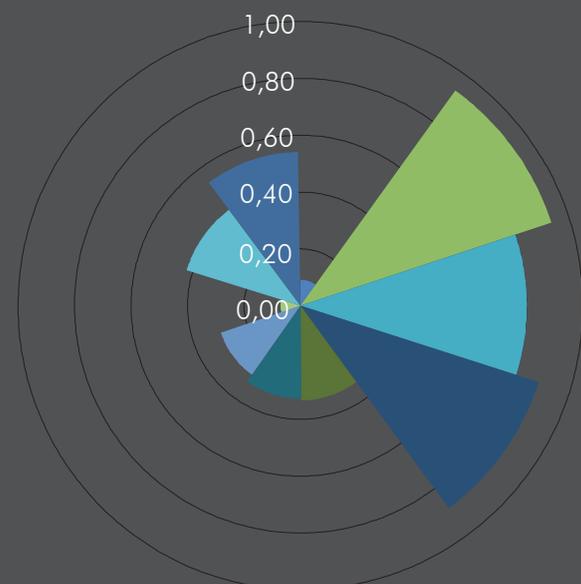


## FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

## FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód.	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [%] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [%] Sequía + Inund	RF	F	IREE
1201	\$ 52,277.30	0.27	\$ 319,711	16.59	0.00	0.31	0.00
1202	\$ 245.25	0.26	\$ 507,897	21.20	0.00	0.38	0.00
1203	\$ 2,019.61	6.08	\$ 802,330	24.74	0.69	0.36	0.94
1204	\$ 11,278.07	0.20	\$ 688,397	18.94	0.00	0.37	0.00
1205	\$ 11,145.35	0.18	\$ 350,564	14.13	0.00	0.35	0.00
1206	\$ 79.03	1.38	\$ 275,602	16.32	0.04	0.31	0.05
1207	\$ -	0.00	\$ 438,008	31.44	0.00	0.53	0.00
1208	\$ 108.51	1.10	\$ 264,884	14.77	0.02	0.38	0.03
1209	\$ 122.47	1.22	\$ 316,512	17.60	0.03	0.56	0.05
1210	\$ -	0.00	\$ 294,782	18.15	0.00	0.72	0.00
1211	\$ -	0.00	\$ 293,193	23.43	0.00	0.72	0.00
1212	\$ 255.22	1.61	\$ 115,725	13.82	0.05	0.21	0.06

# RIVERA

## Información general

Población: 103.493

PIB (MDP): 13.729,2

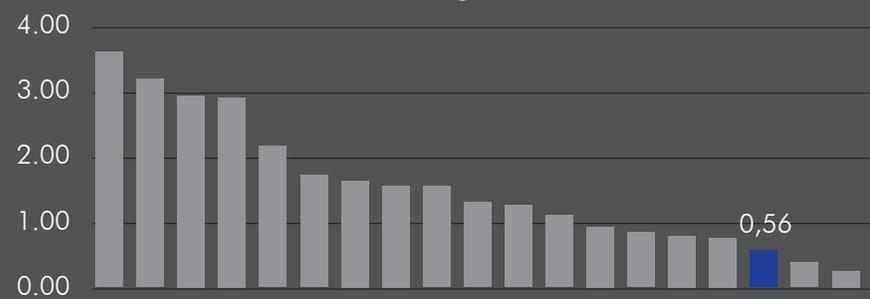
índice de Gini: 0,342

IDH: 0,767

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 560.545.073,9

### Ranking PAE



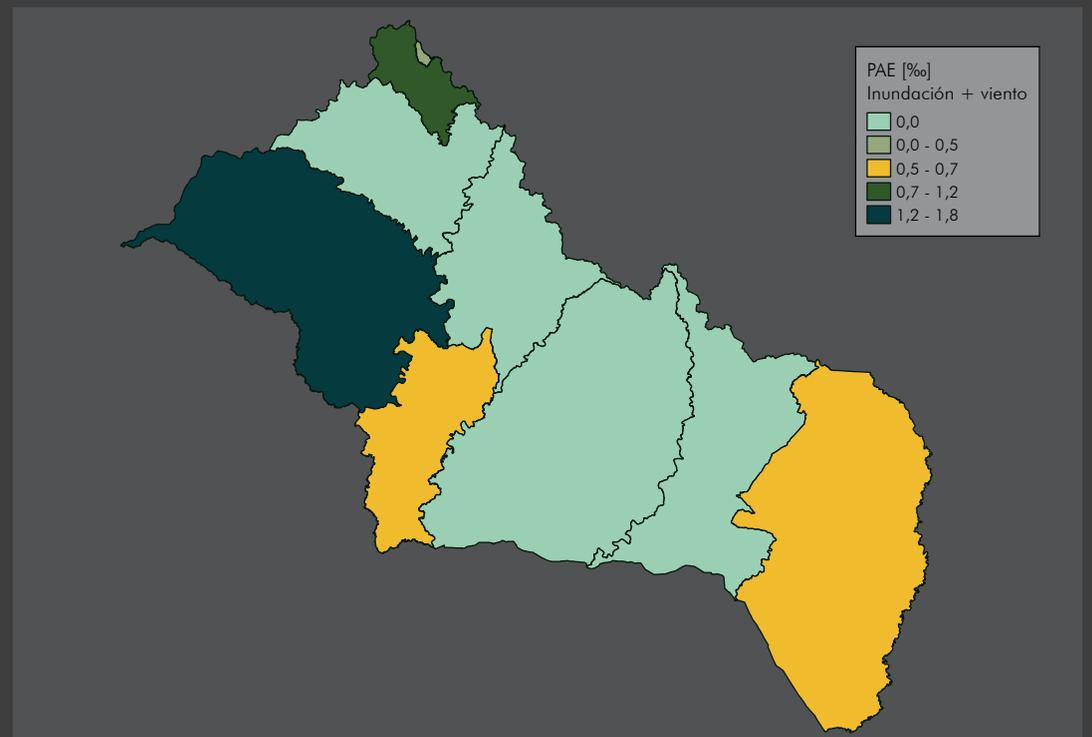
PAE [%] Inundación

0,03

PAE [%] Viento

0,53

0,0 0,10 0,20 0,30 0,40 0,50 0,60

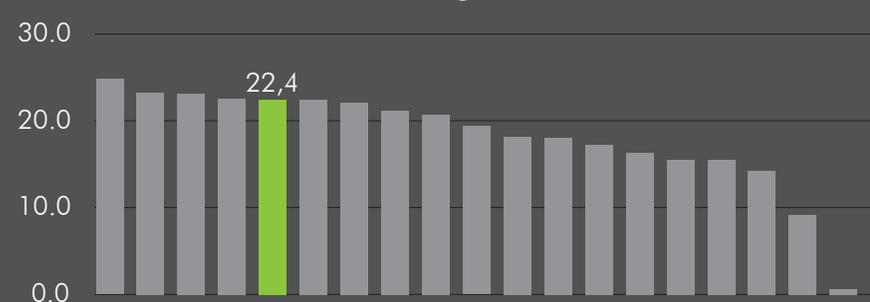


## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 16.504.370,5

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 106.000.985,4

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

24,32

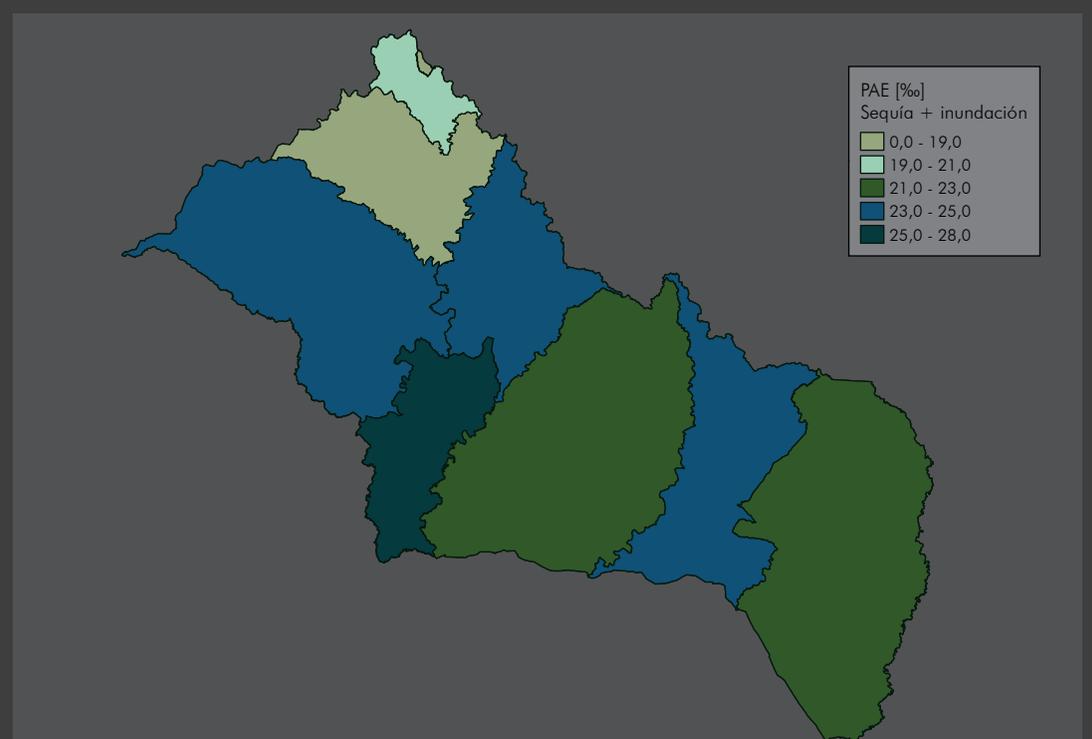
PAE [%] Inundación (Cultivos)

7,50

PAE [%] Sequía (Cultivos)

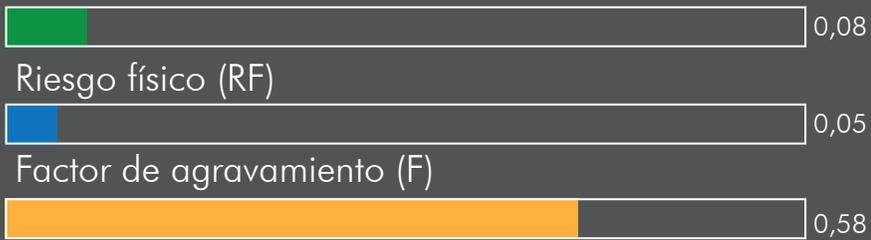
7,23

0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0

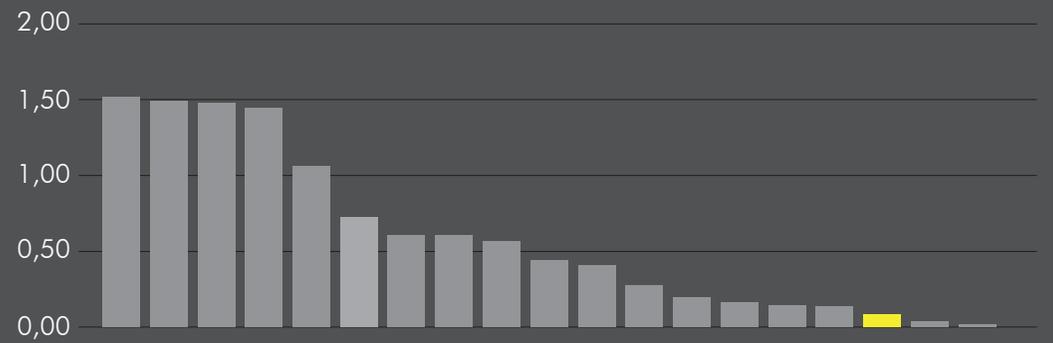


# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

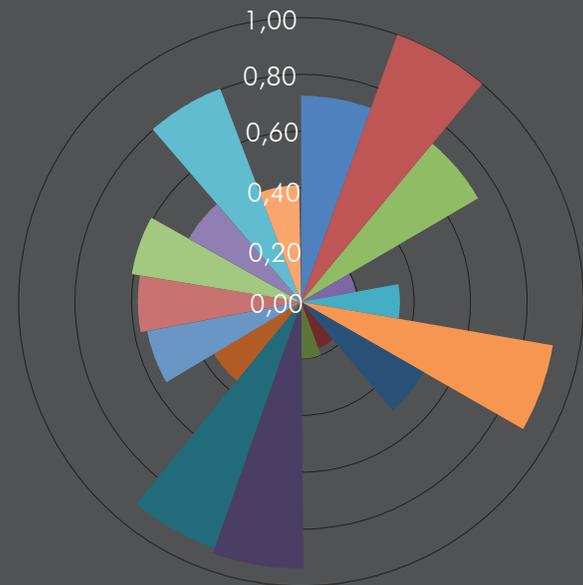


## FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

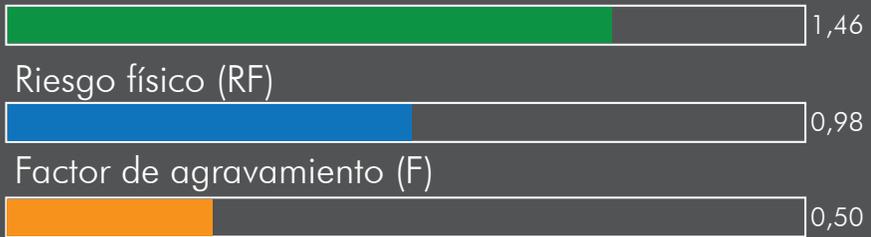
- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

## FALTA DE RESILIENCIA

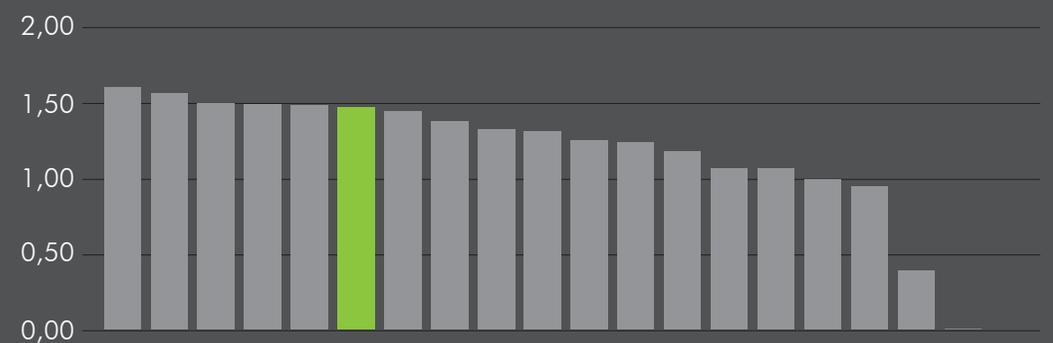
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

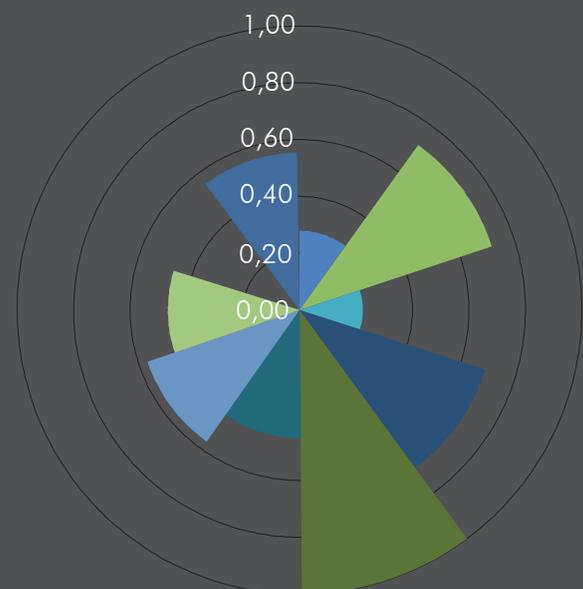


## FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

## FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód.	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [‰] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [‰] Sequía + Inund	RF	F	IREE
1301	\$ 155,407.35	0.40	\$ 0	0.00	0.00	0.24	0.00
1302	\$ -	0.00	\$ 84,942	18.40	0.00	0.63	0.00
1303	\$ 50,544.98	1.84	\$ 333,738	23.89	0.07	0.51	0.10
1304	\$ -	0.00	\$ 231,909	24.29	0.00	0.63	0.00
1305	\$ 7,420.76	0.65	\$ 264,723	25.50	0.01	0.42	0.01
1306	\$ -	0.00	\$ 701,353	22.04	0.00	0.61	0.00
1307	\$ -	0.00	\$ 397,002	23.01	0.00	0.66	0.00
1308	\$ 8,360.30	0.56	\$ 705,080	21.06	0.01	0.50	0.01
1309	\$ 94,011.11	0.77	\$ 28,444	19.90	0.01	0.50	0.02

# ROCHA

## Información general

Población: 68.088

PIB (MDP): 11.773,3

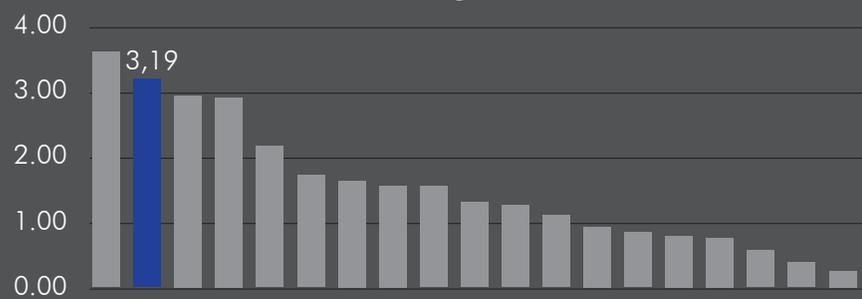
índice de Gini: 0,355

IDH: 0,775

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 426.983.099,7

### Ranking PAE



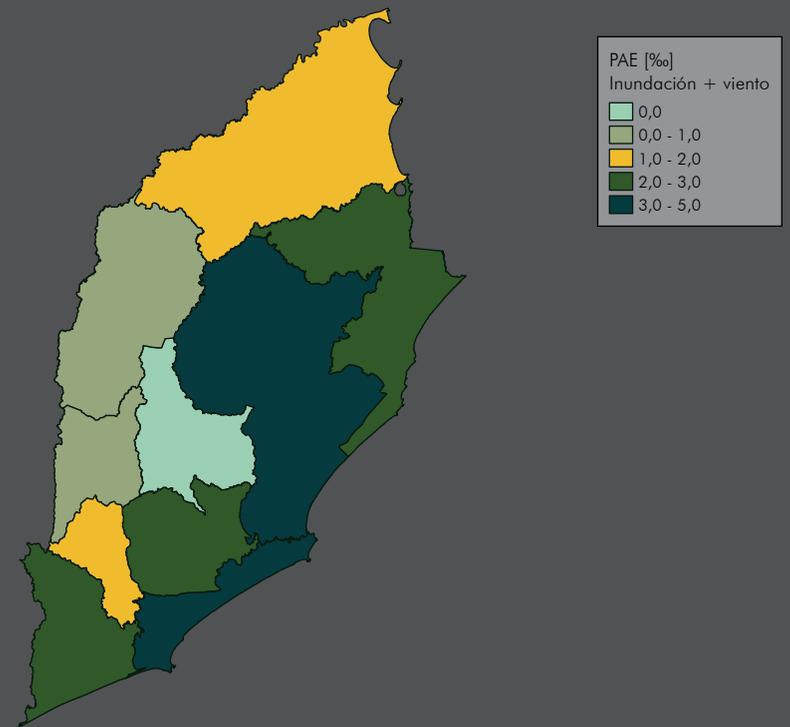
PAE [%] Inundación

0,02

PAE [%] Viento

3,17

0,0 0,50 1,00 1,50 2,00 2,50 3,00 3,50

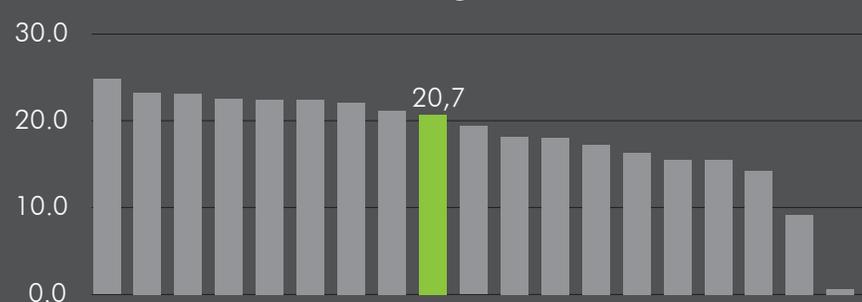


## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 81.433.860,6

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 120.155.378,6

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

27,44

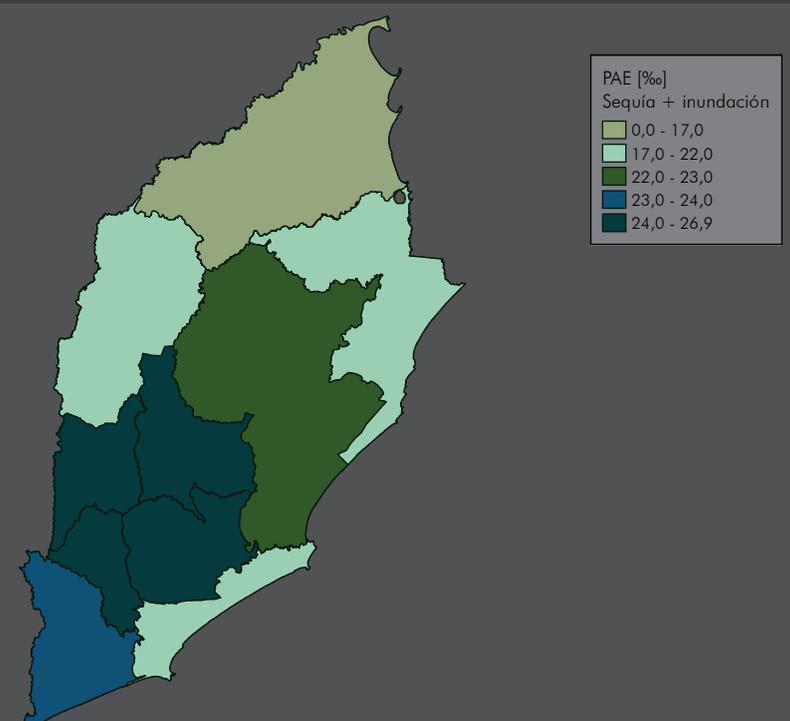
PAE [%] Inundación (Cultivos)

14,11

PAE [%] Sequía (Cultivos)

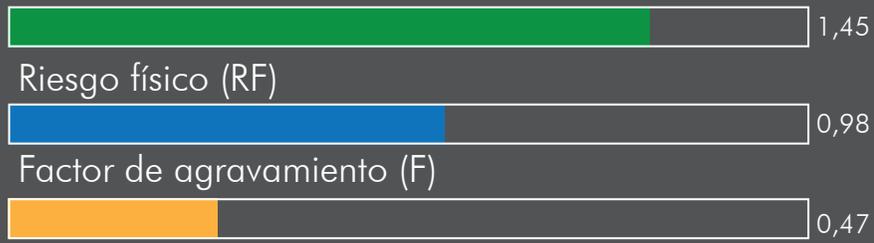
6,66

0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0

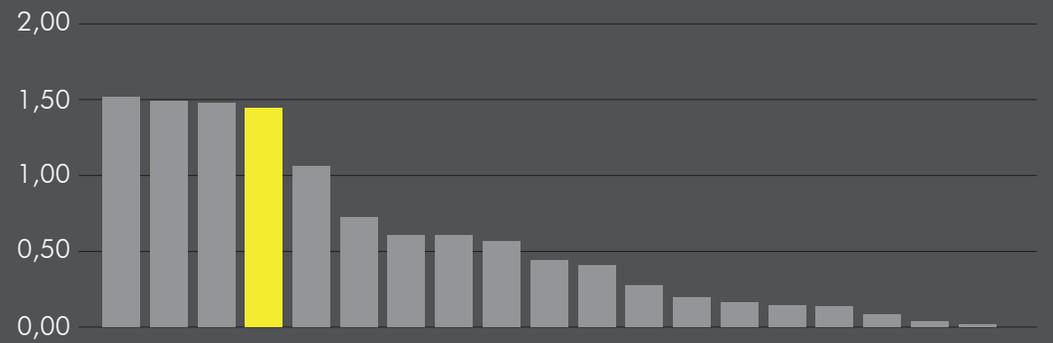


# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

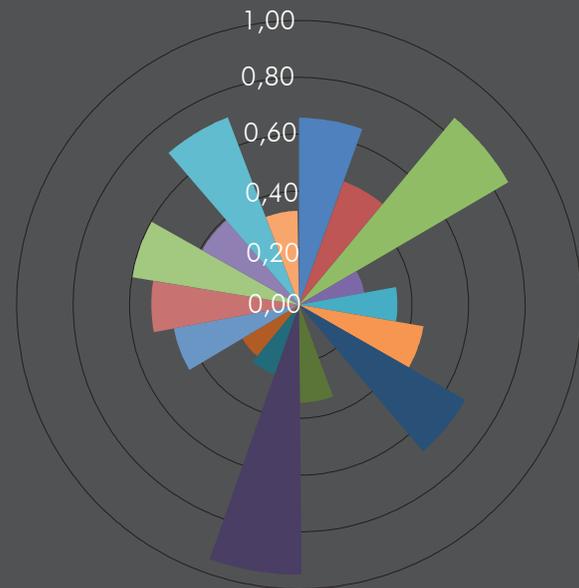


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

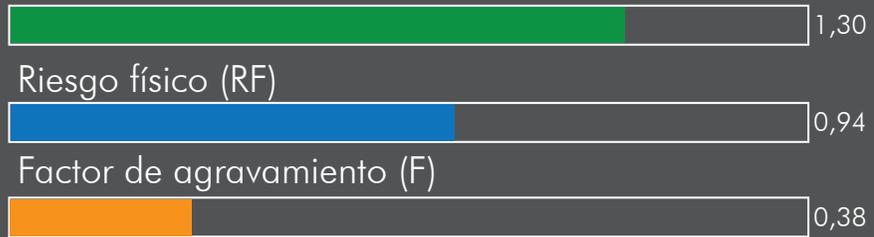
- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

### FALTA DE RESILIENCIA

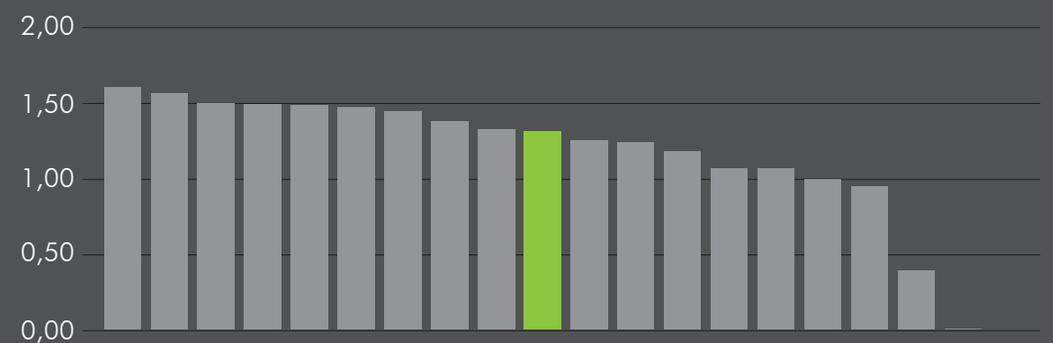
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

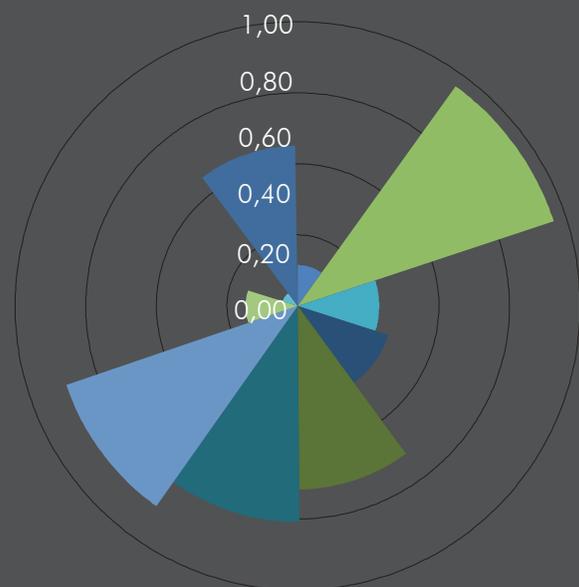


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

### FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód.	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [%] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [%] Sequía + Inund	RF	F	IREE
1401	\$ 339,586.76	1.79	\$ 109,981	26.86	0.06	0.19	0.08
1402	\$ -	0.00	\$ 226,087	25.69	0.00	0.53	0.00
1403	\$ 2,146.73	0.46	\$ 519,990	20.64	0.00	0.22	0.01
1404	\$ 22,411.75	3.85	\$ 909,587	22.06	0.30	0.28	0.38
1405	\$ 125,379.89	2.54	\$ 583,104	21.44	0.13	0.26	0.16
1406	\$ 297.66	1.03	\$ 1,130,449	17.17	0.02	0.42	0.03
1407	\$ 5,432.87	2.27	\$ 178,631	23.39	0.10	0.55	0.16
1408	\$ 23.64	2.43	\$ 248,196	24.57	0.12	0.41	0.17
1409	\$ 127.34	0.69	\$ 151,523	26.42	0.01	0.50	0.01
1410	\$ 866,535.00	4.97	\$ 123,393	21.47	0.49	0.24	0.61

# SALTO

## Información general

Población: 124.878

PIB (MDP): 16.347,3

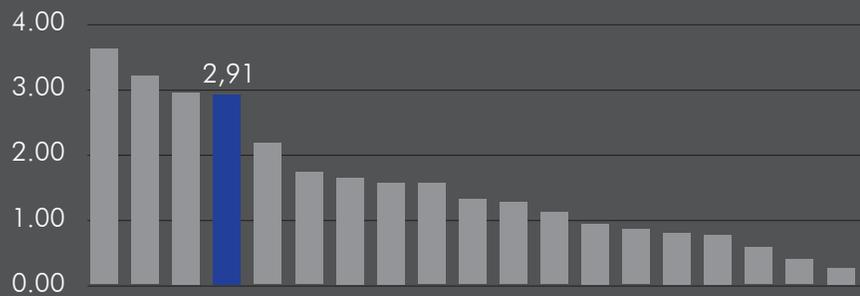
índice de Gini: 0,362

IDH: 0,782

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 999.232.177,6

### Ranking PAE



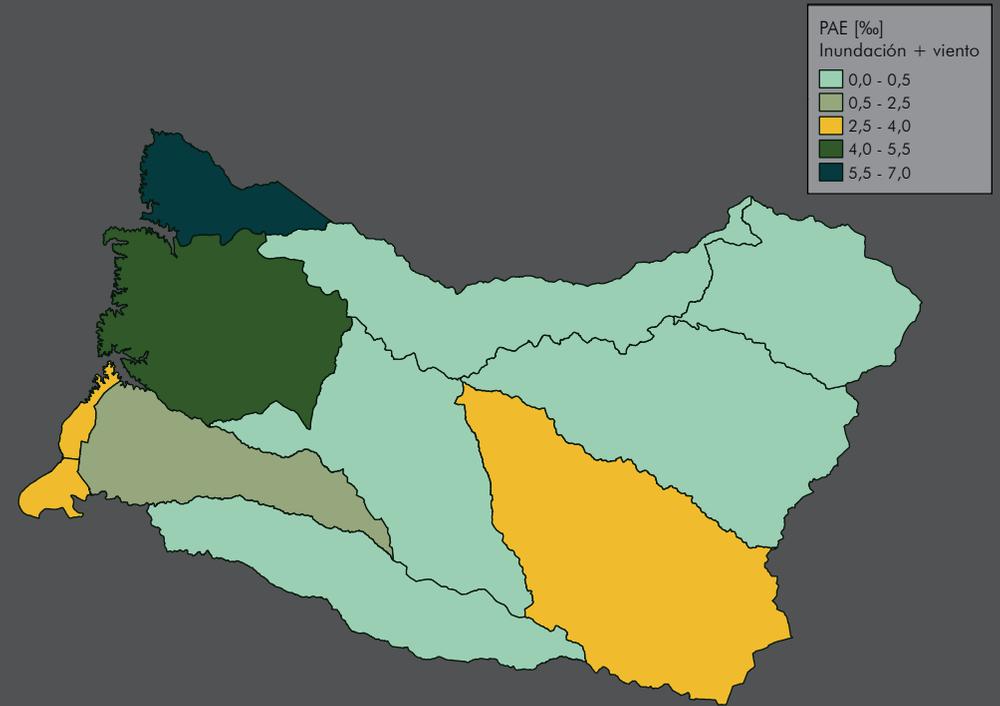
PAE [%] Inundación

2,38

PAE [%] Viento

0,52

0,0 0,50 1,00 1,50 2,00 2,50 3,00

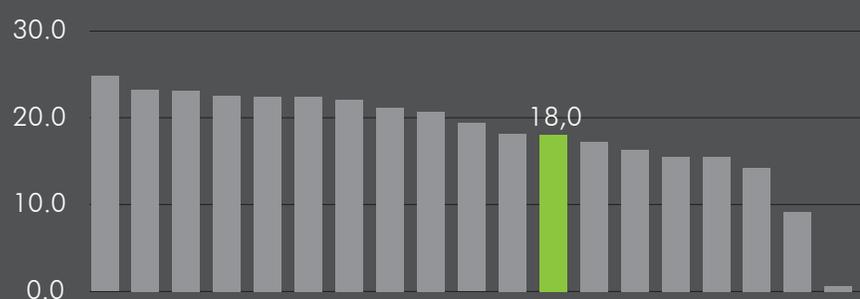


## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 86.250.559,7

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 163.819.861,5

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

25,95

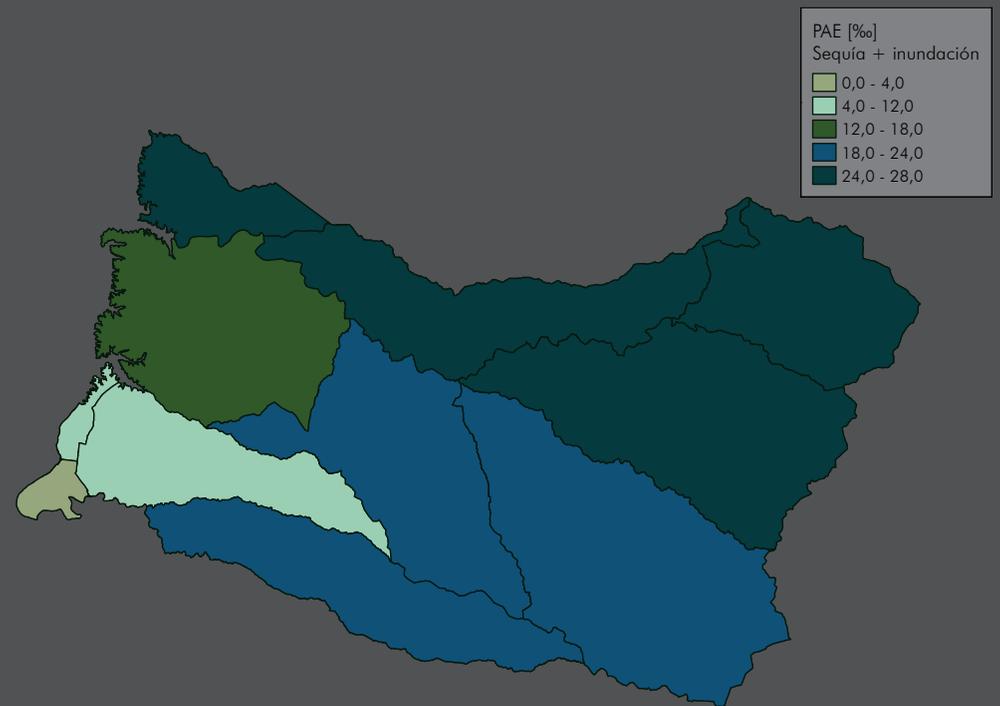
PAE [%] Inundación (Cultivos)

6,36

PAE [%] Sequía (Cultivos)

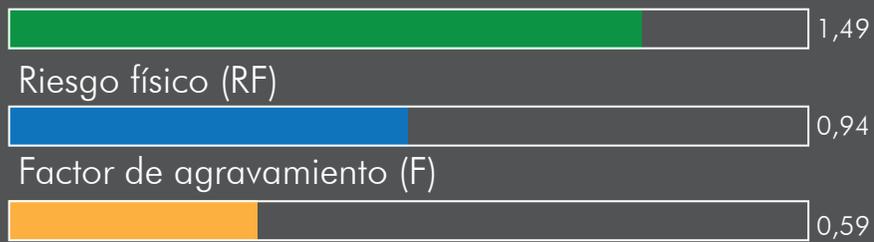
1,83

0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0

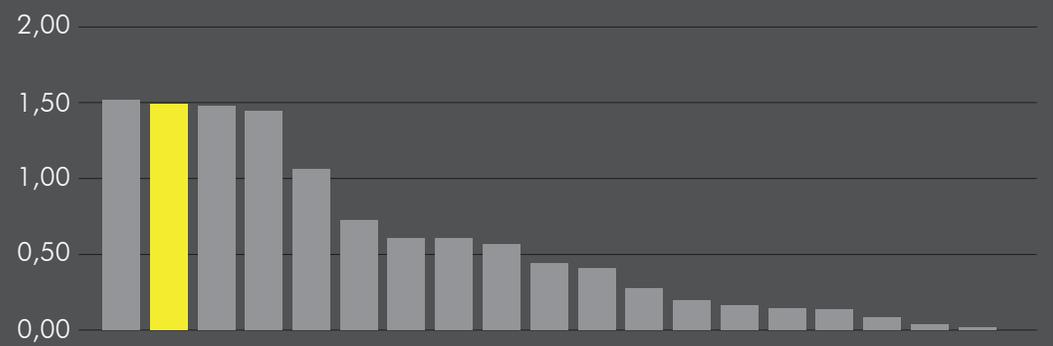


# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

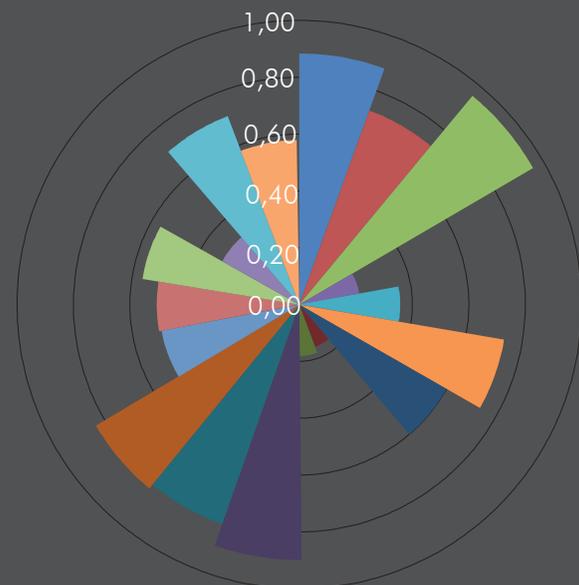


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

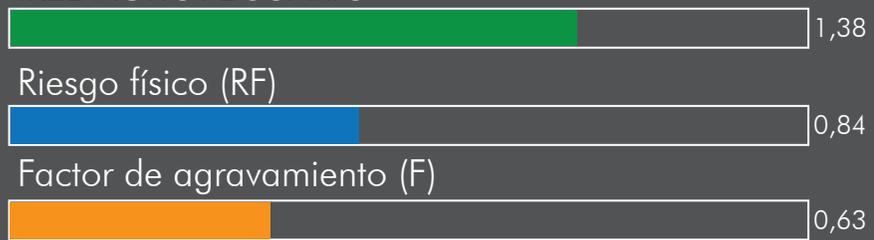
- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

### FALTA DE RESILIENCIA

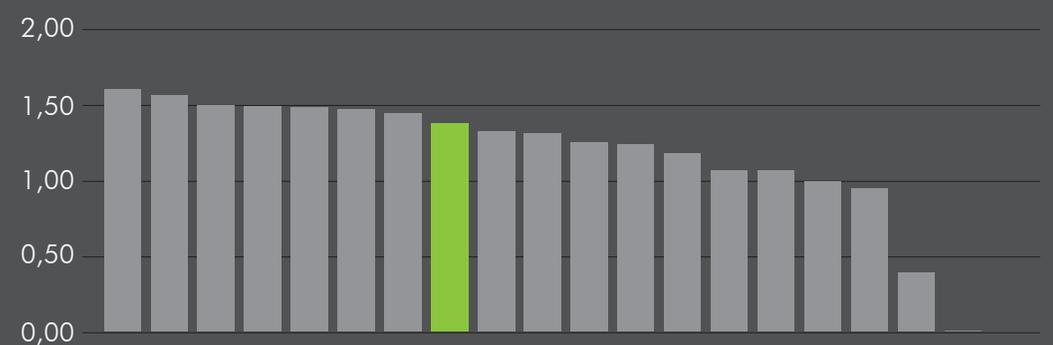
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

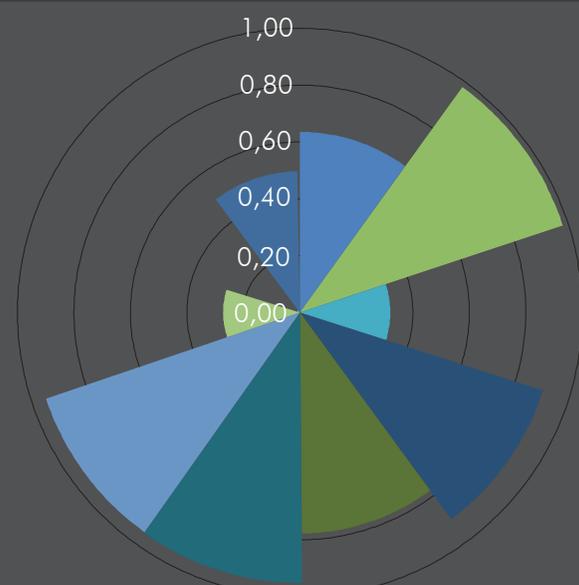


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

### FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód.	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [%o] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [%o] Sequía + Inund	RF	F	IREE
1501	\$ 1,187,711.93	2.84	\$ 19,149	3.69	0.16	0.44	0.23
1502	\$ 1,352,195.20	2.99	\$ 23,640	4.46	0.18	0.23	0.22
1503	\$ 264,174.95	2.47	\$ 429,328	8.18	0.12	0.59	0.19
1504	\$ 1,114.11	0.42	\$ 577,239	23.62	0.00	0.34	0.00
1505	\$ 2,285.42	2.59	\$ 647,229	22.04	0.13	0.64	0.22
1506	\$ -	0.00	\$ 678,485	25.76	0.00	0.59	0.00
1507	\$ -	0.00	\$ 435,329	24.94	0.00	0.61	0.00
1508	\$ 47,784.70	6.96	\$ 206,395	24.50	0.82	0.44	1.17
1509	\$ -	0.00	\$ 453,946	26.76	0.00	0.52	0.00
1510	\$ -	0.00	\$ 426,603	23.62	0.00	0.57	0.00
1511	\$ 49,784.20	4.21	\$ 608,855	13.22	0.35	0.43	0.51

# SAN JOSÉ

## Información general

Población: 108.309

PIB (MDP): 18.103,1

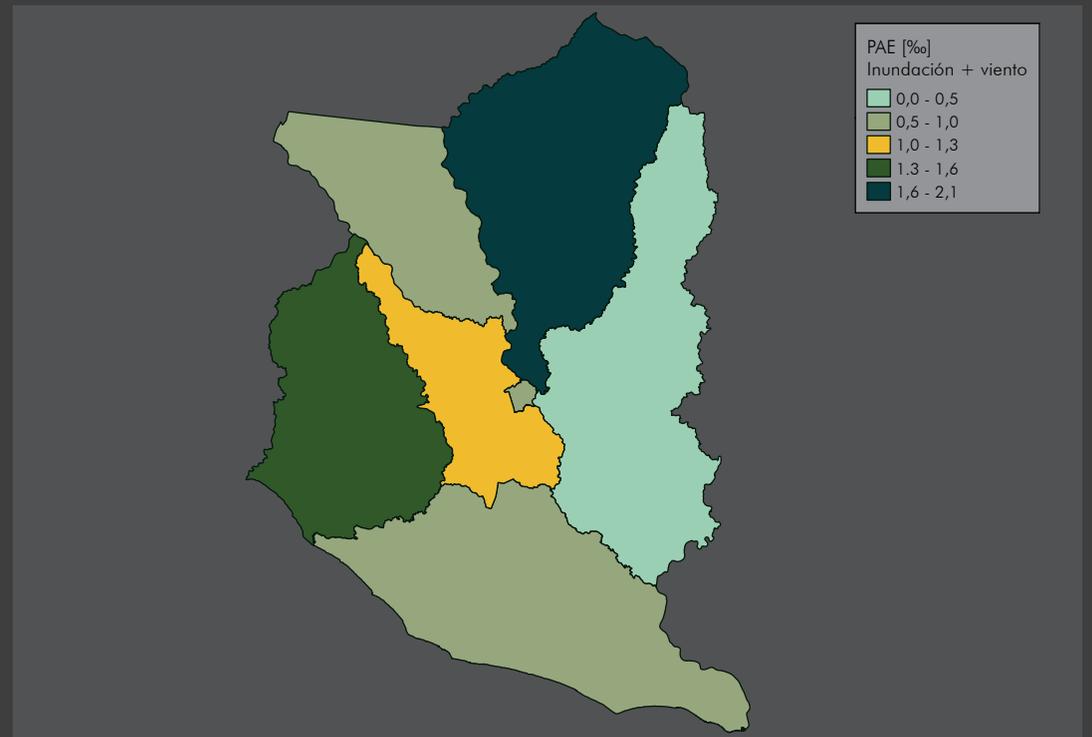
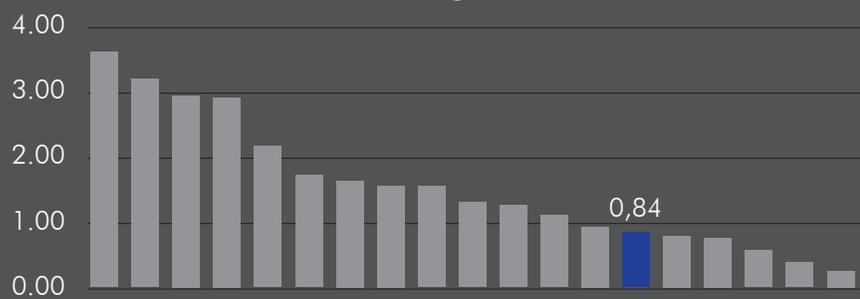
índice de Gini: 0,290

IDH: 0,788

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 235.663.170,7

### Ranking PAE



PAE [%] Inundación

0,03

PAE [%] Viento

0,81

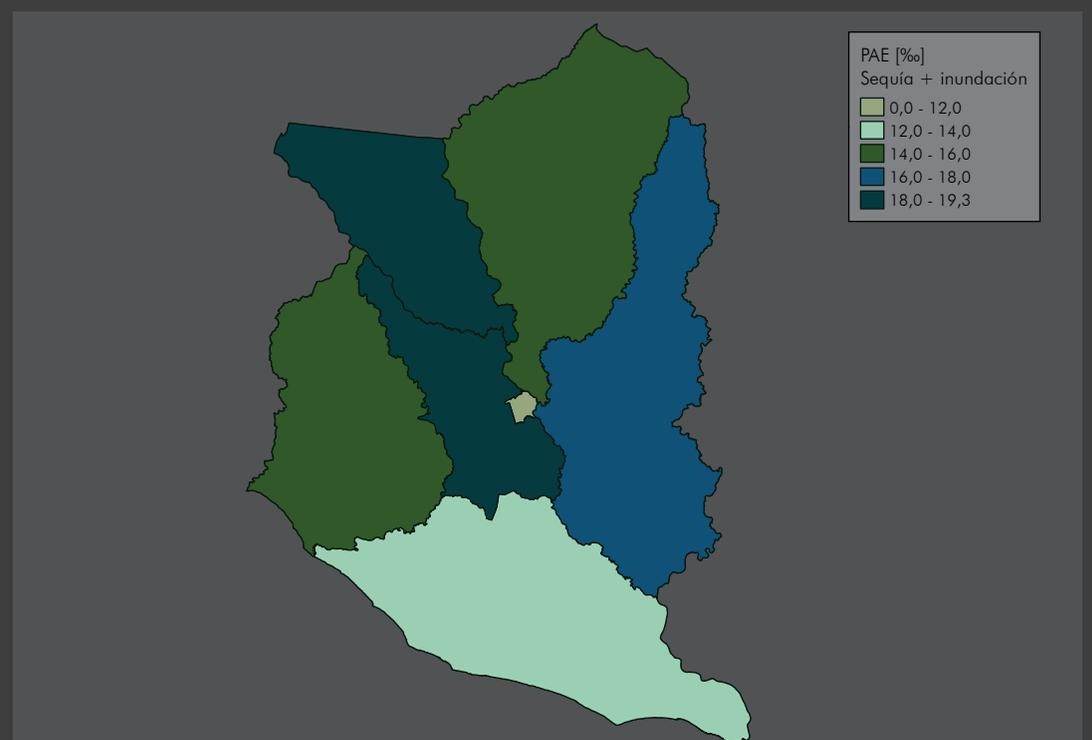
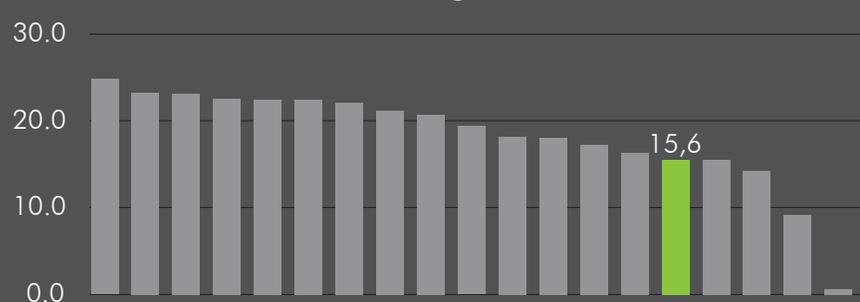
0,0 0,10 0,20 0,30 0,40 0,50 0,60 0,70 0,80 0,90

## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 76.614.483,7

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 56.158.523,9

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

29,04

PAE [%] Inundación (Cultivos)

1,32

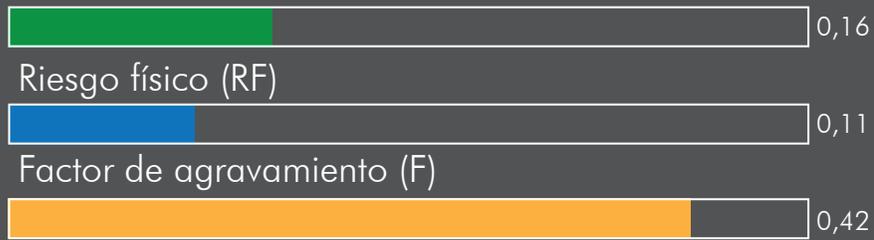
PAE [%] Sequía (Cultivos)

4,67

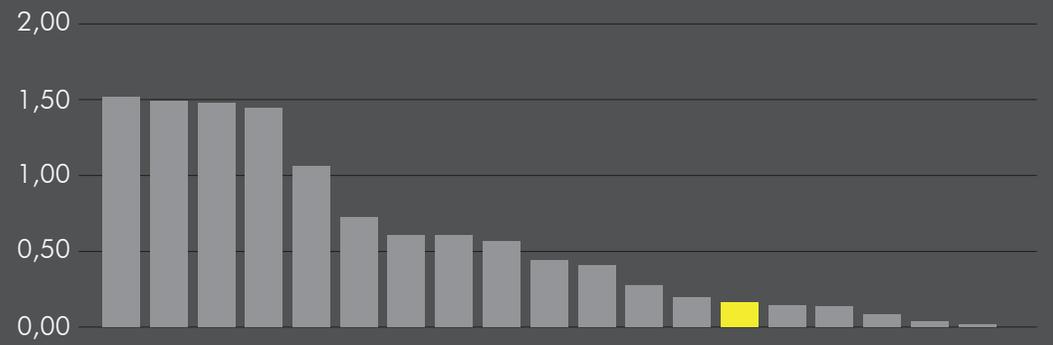
0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0

# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

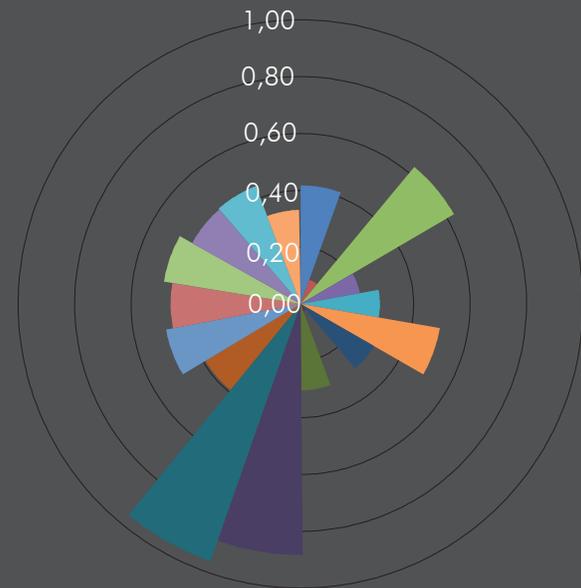


## FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

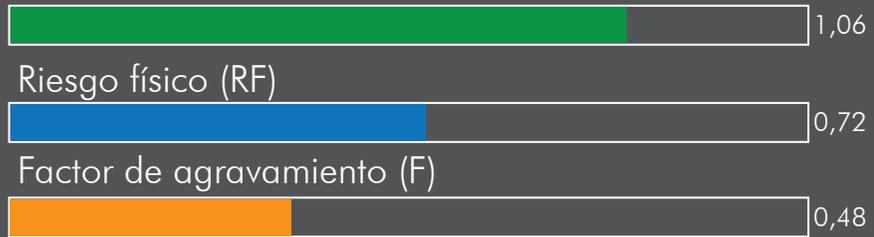
- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

## FALTA DE RESILIENCIA

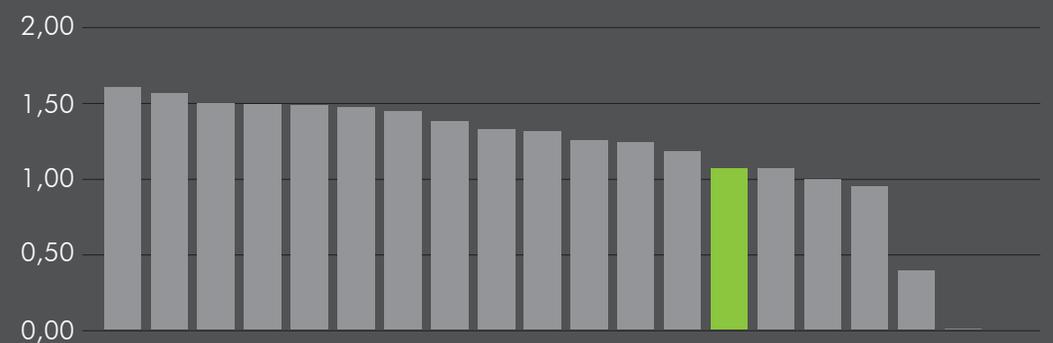
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

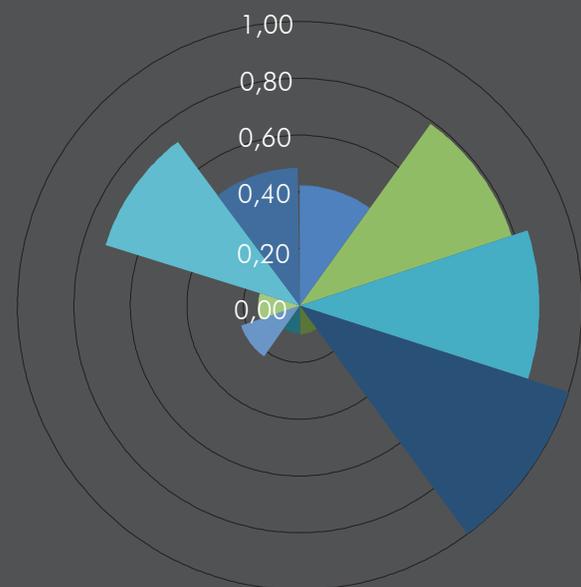


## FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

## FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód.	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [%] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [%] Sequía + Inund	RF	F	IREE
1601	\$ 125,209.78	0.79	\$ 588	11.26	0.01	0.23	0.02
1602	\$ 5,079.84	0.48	\$ 459,659	17.58	0.00	0.24	0.01
1603	\$ 362.31	2.10	\$ 425,737	15.69	0.09	0.37	0.12
1604	\$ 116.48	0.53	\$ 195,717	19.27	0.01	0.45	0.01
1605	\$ 7,829.77	1.52	\$ 298,191	14.85	0.05	0.29	0.06
1606	\$ 54,737.74	0.95	\$ 484,672	12.55	0.02	0.34	0.02
1607	\$ 4,027.82	1.26	\$ 202,219	19.10	0.03	0.37	0.04

# SORIANO

## Información general

Población: 82.595

PIB (MDP): 13.968

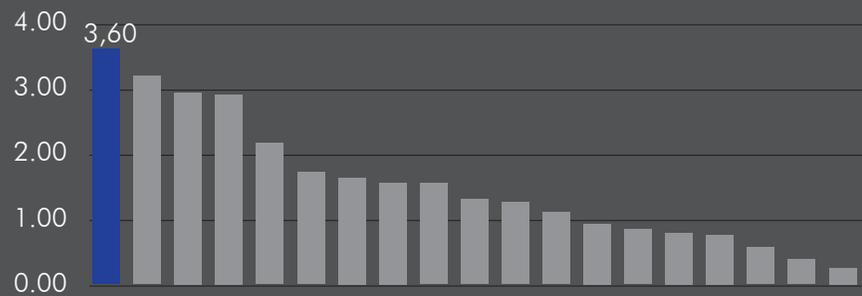
índice de Gini: 0,358

IDH: 0,793

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 683.983.996,5

### Ranking PAE



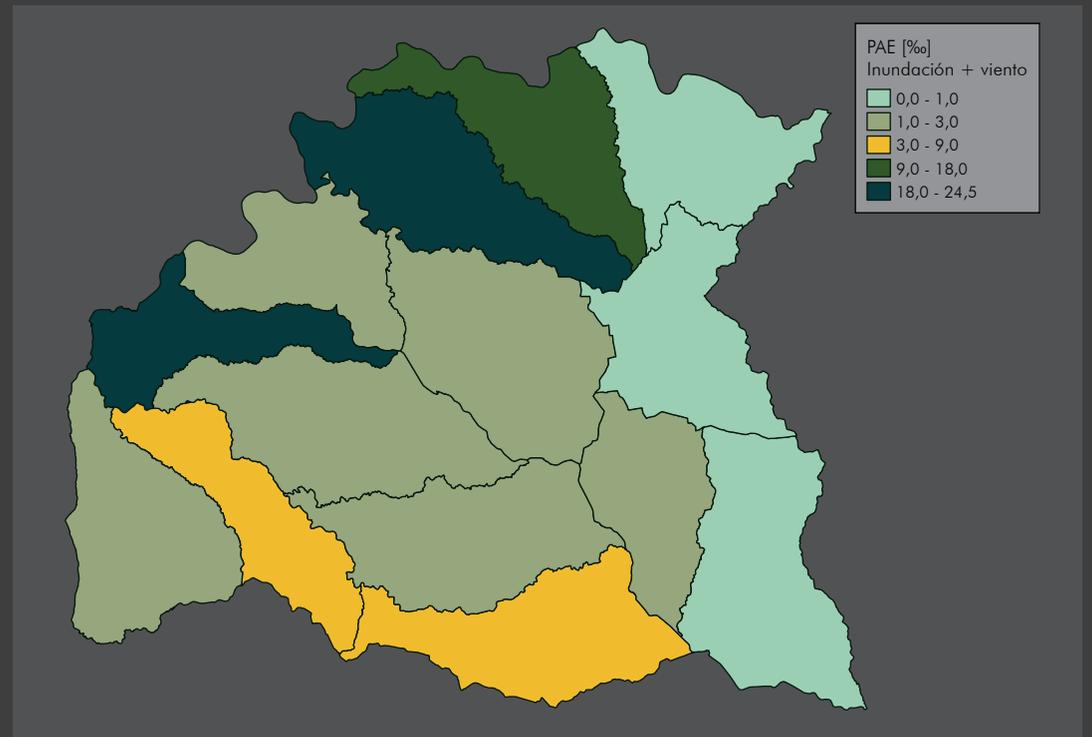
PAE [%] Inundación

3,12

PAE [%] Viento

0,48

0,0 0,50 1,00 1,50 2,00 2,50 3,00 3,50

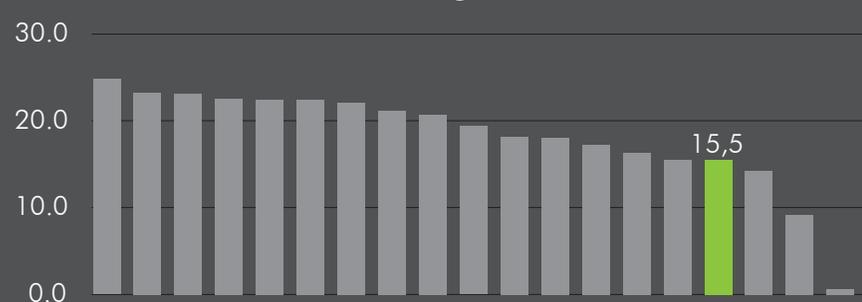


## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 262.569.506,5

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 74.673.788,6

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

26,73

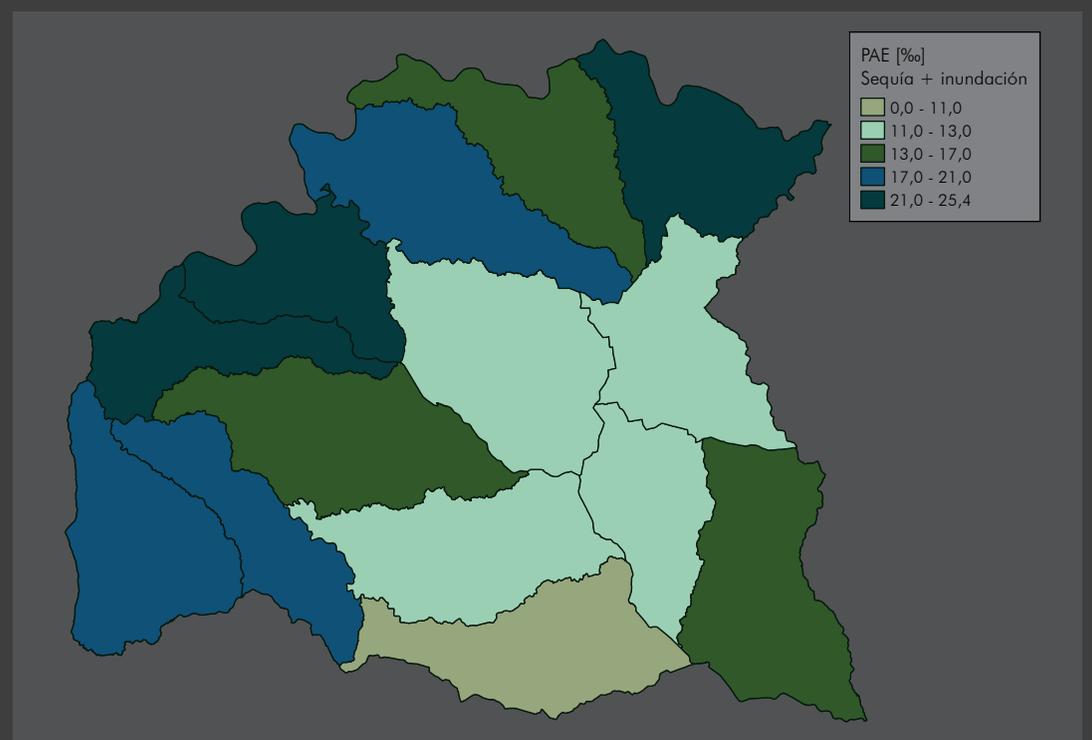
PAE [%] Inundación (Cultivos)

5,27

PAE [%] Sequía (Cultivos)

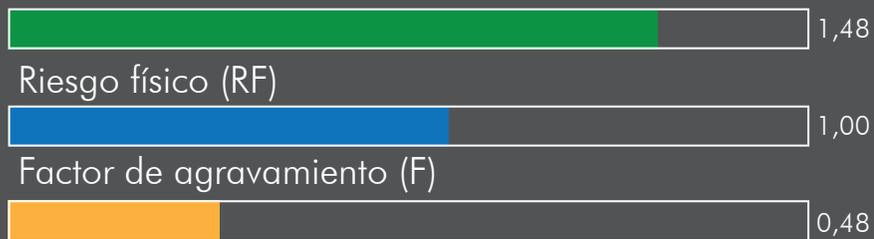
7,07

0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0

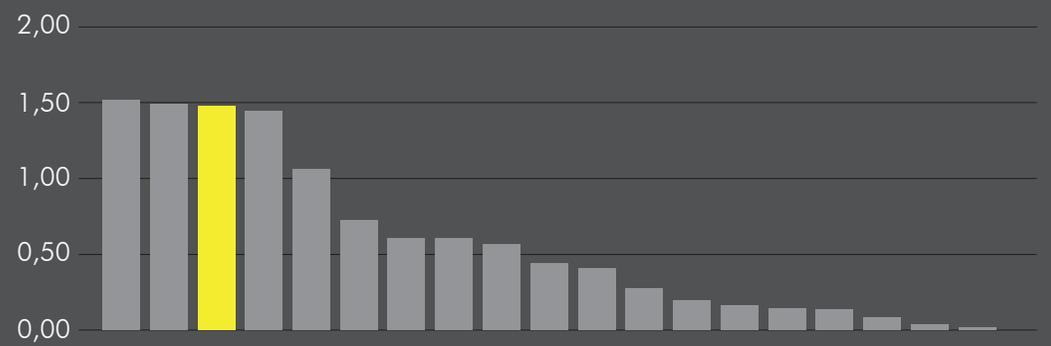


# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

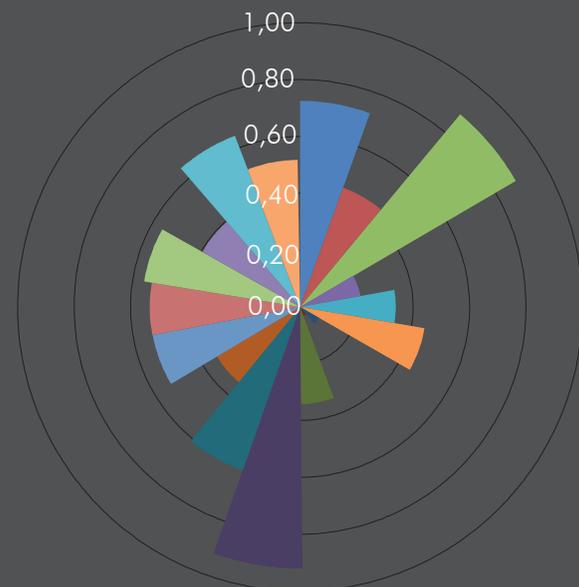


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

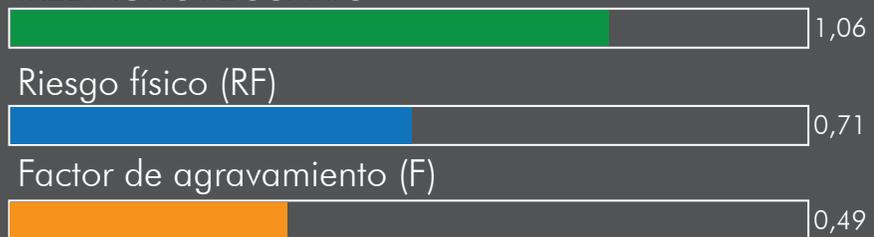
- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

### FALTA DE RESILIENCIA

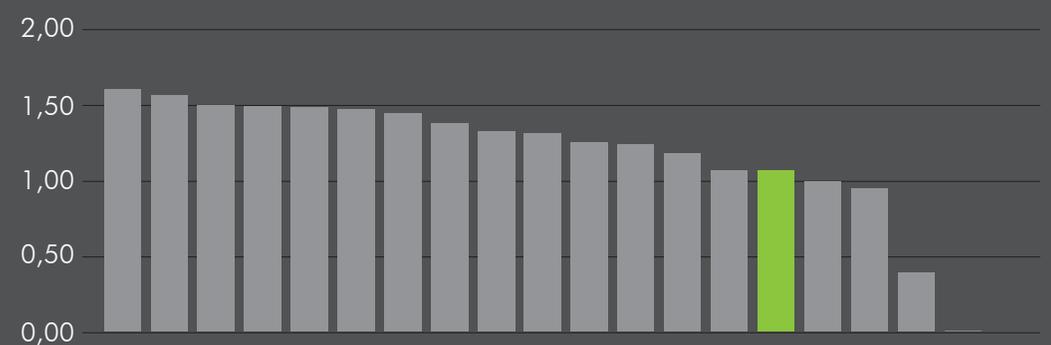
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

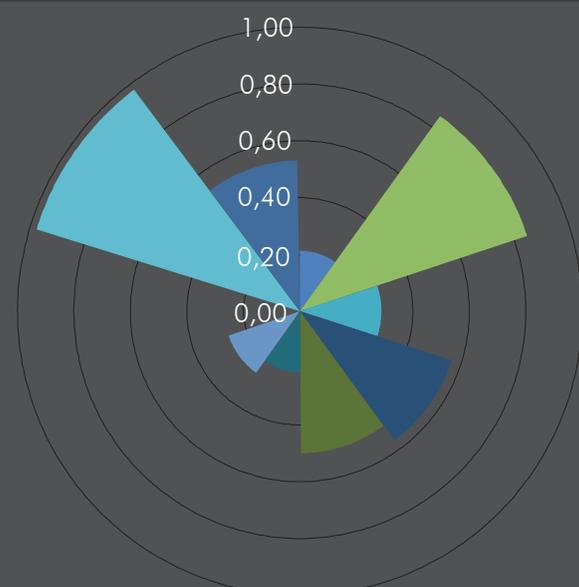


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

### FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód.	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [%o] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [%o] Sequía + Inund	RF	F	IREE
1701	\$ 1,189,772.5	2.99	\$ 485,011	24.01	0.18	0.31	0.23
1702	\$ 122,119.4	21.73	\$ 381,203	21.33	1.00	0.54	1.54
1703	\$ 959,412.3	5.48	\$ 488,607	18.61	0.59	0.37	0.81
1704	\$ 17,088.9	2.28	\$ 418,143	17.10	0.10	0.37	0.14
1705	\$ 27,977.6	3.36	\$ 267,776	10.87	0.23	0.36	0.31
1706	\$ 20,124.3	1.72	\$ 333,309	11.04	0.06	0.21	0.07
1707	\$ 10,234.0	1.96	\$ 535,753	13.74	0.08	0.24	0.10
1708	\$ 37,004.4	2.86	\$ 342,380	11.88	0.16	0.30	0.21
1709	\$ 16,956.5	24.54	\$ 536,779	17.30	1.00	0.23	1.23
1710	\$ 9,629.3	11.82	\$ 368,008	15.97	1.00	0.37	1.37
1711	\$ -	0.00	\$ 301,290	25.43	0.00	0.17	0.00
1712	\$ 19,084.8	2.26	\$ 208,141	12.46	0.10	0.17	0.12
1713	\$ 30,861.4	0.63	\$ 321,331	13.38	0.01	0.17	0.01
1714	\$ -	0.00	\$ 243,071	12.67	0.00	0.49	0.00

# TACUAREMBÓ

## Información general

Población: 90.053

PIB (MDP): 12.529,1

índice de Gini: 0,328

IDH: 0,778

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 410.742.284,9

### Ranking PAE

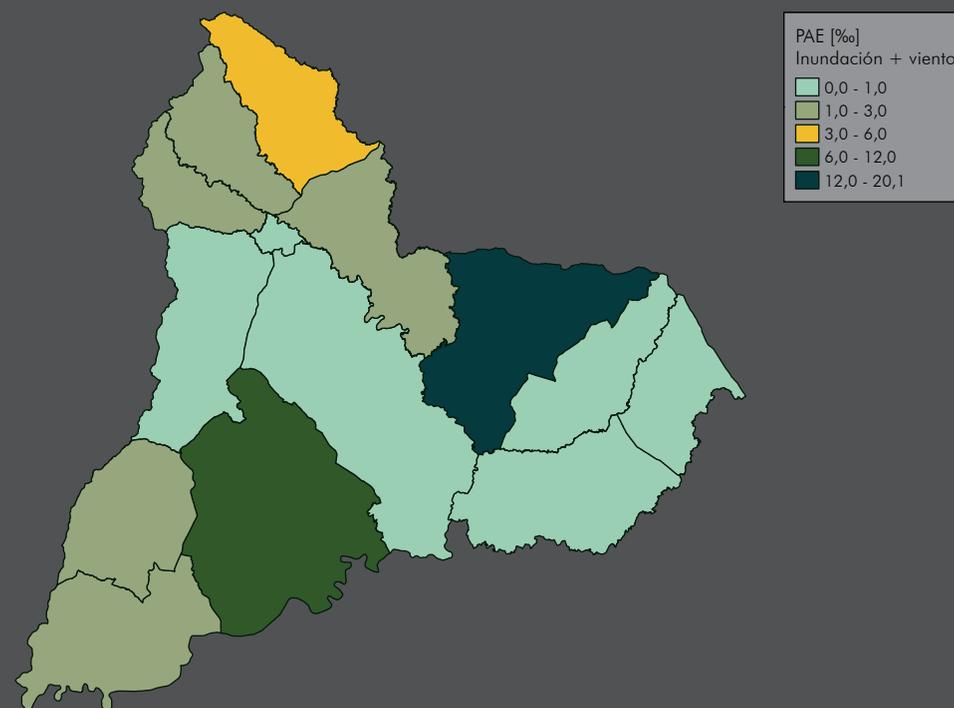


PAE [%] Inundación

0,64

PAE [%] Viento

0,92

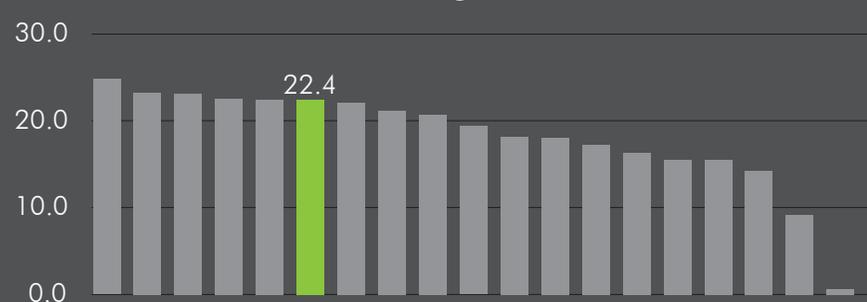


## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 262.569.506,5

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 74.673.788,6

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

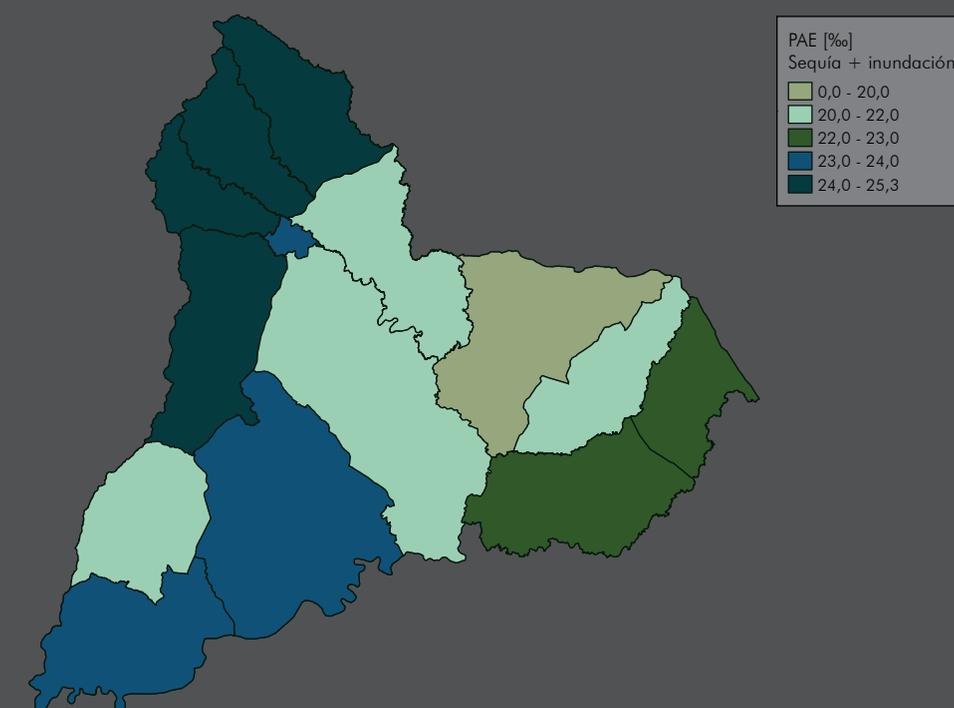
24,67

PAE [%] Inundación (Cultivos)

7,38

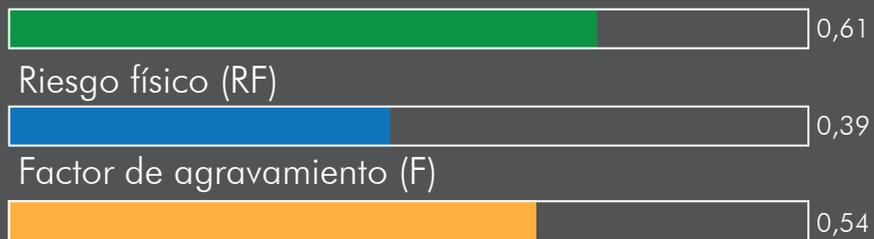
PAE [%] Sequía (Cultivos)

6,72

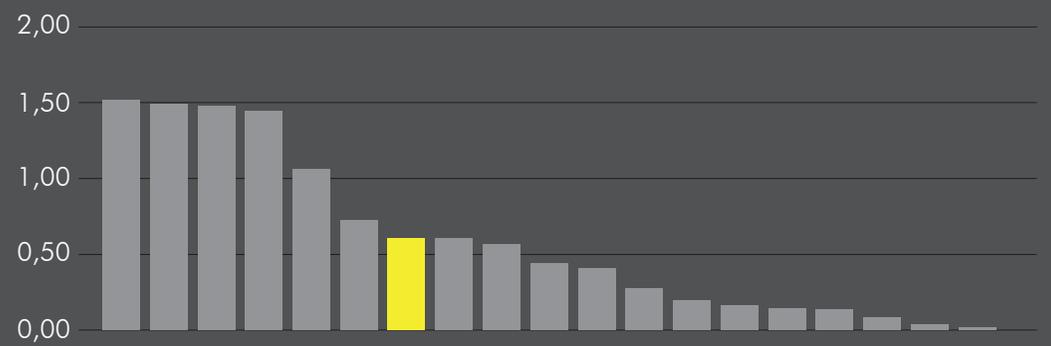


# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

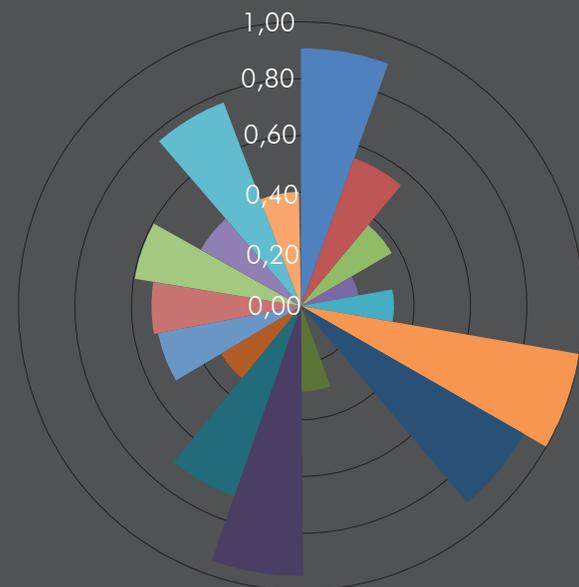


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

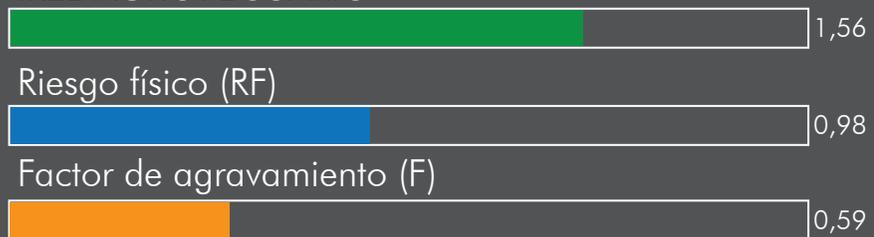
- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

### FALTA DE RESILIENCIA

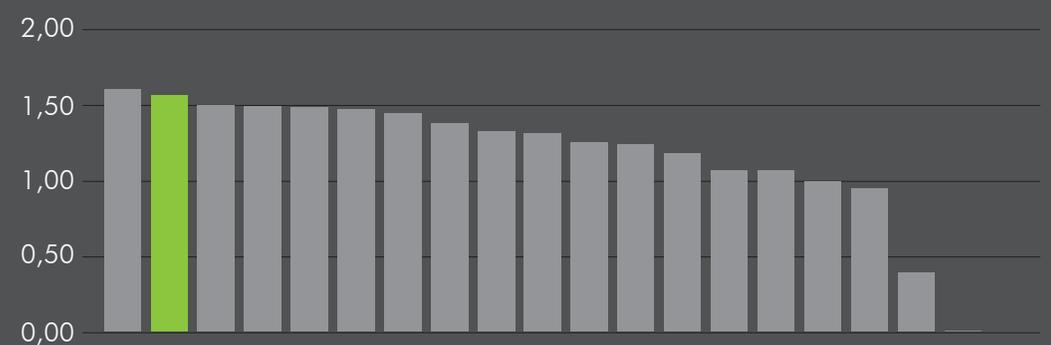
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

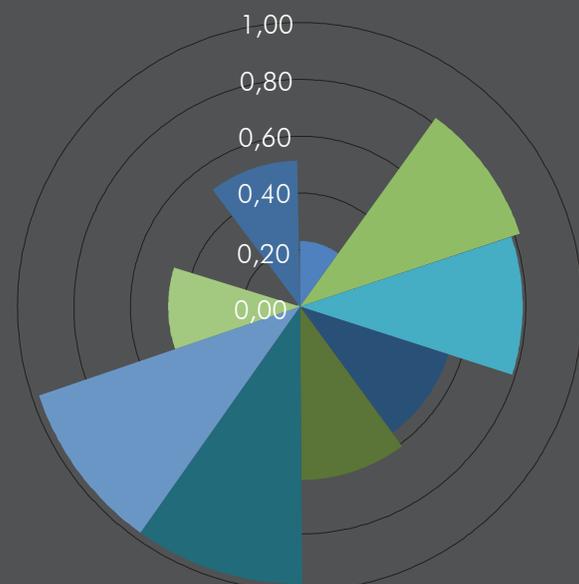


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

### FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód.	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [%o] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [%o] Sequía + Inund	RF	F	IREE
1801	\$ 250,638.2	0.75	\$ 21,447	23.40	0.01	0.30	0.01
1802	\$ 1,617.4	0.63	\$ 366,351	24.51	0.01	0.53	0.01
1803	\$ 8.3	0.94	\$ 665,377	21.77	0.02	0.70	0.03
1804	\$ 560.3	1.50	\$ 291,875	21.98	0.05	0.70	0.08
1805	\$ 68.5	3.30	\$ 261,398	25.26	0.22	0.66	0.36
1806	\$ 43,955.2	1.52	\$ 165,083	25.27	0.05	0.50	0.07
1807	\$ 168,630.3	20.13	\$ 551,410	19.46	1.00	0.45	1.45
1808	\$ -	0.00	\$ 316,562	21.66	0.00	0.65	0.00
1809	\$ 121,384.4	7.33	\$ 691,746	23.24	0.86	0.47	1.26
1810	\$ 78.2	2.23	\$ 323,161	23.98	0.10	0.27	0.13
1811	\$ 77.1	1.41	\$ 303,009	20.69	0.04	0.33	0.05
1812	\$ 63.8	0.23	\$ 514,654	22.49	0.00	0.61	0.00
1813	\$ -	0.00	\$ 250,873	22.78	0.00	0.54	0.00
1814	\$ 50,219.1	2.39	\$ 161,667	24.48	0.11	0.54	0.18

# TREINTA Y TRES

## Información general

Población: 48.134

PIB (MDP): 7.723,5

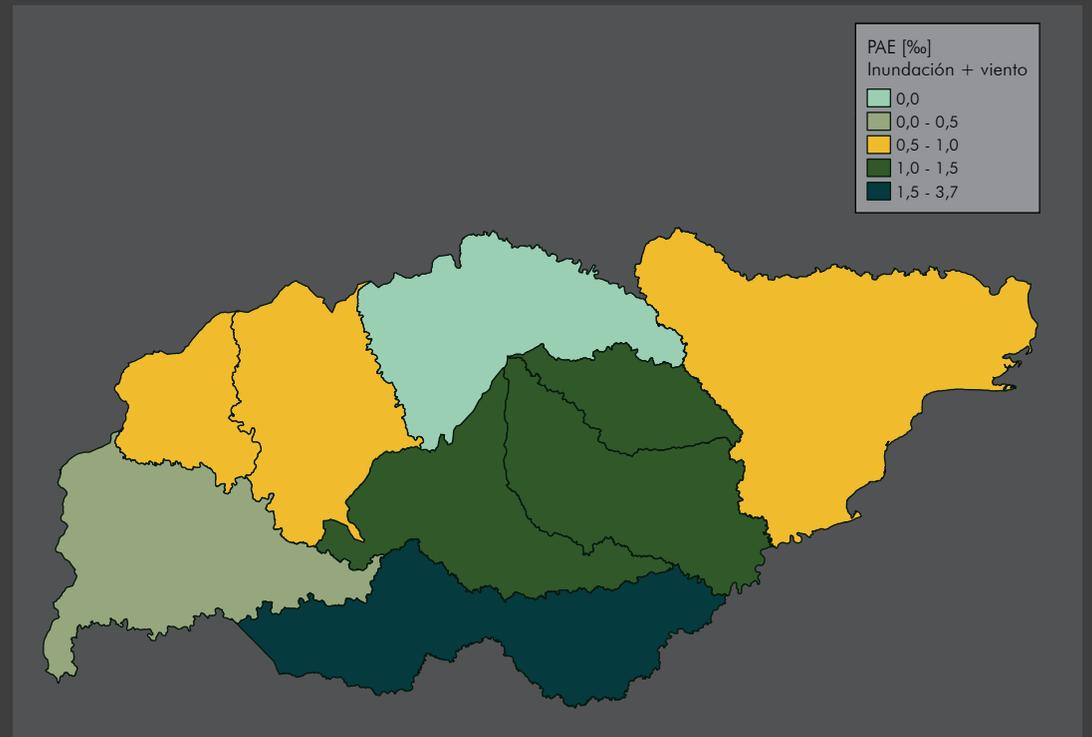
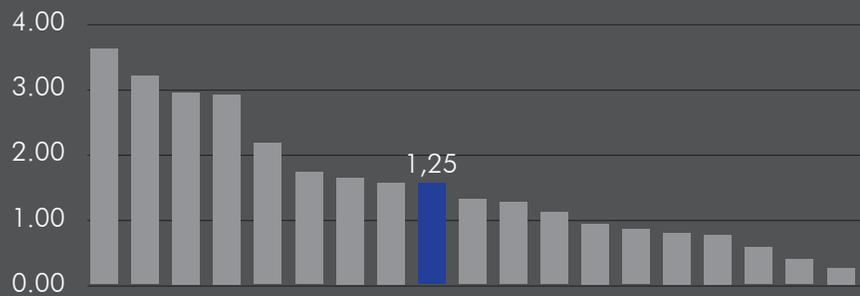
índice de Gini: 0,366

IDH: 0,777

## RIESGO EDIFICACIONES

VALOR EXPUESTO: USD \$ 301.029.078,5

### Ranking PAE



PAE [%] Inundación

0,27

PAE [%] Viento

0,98

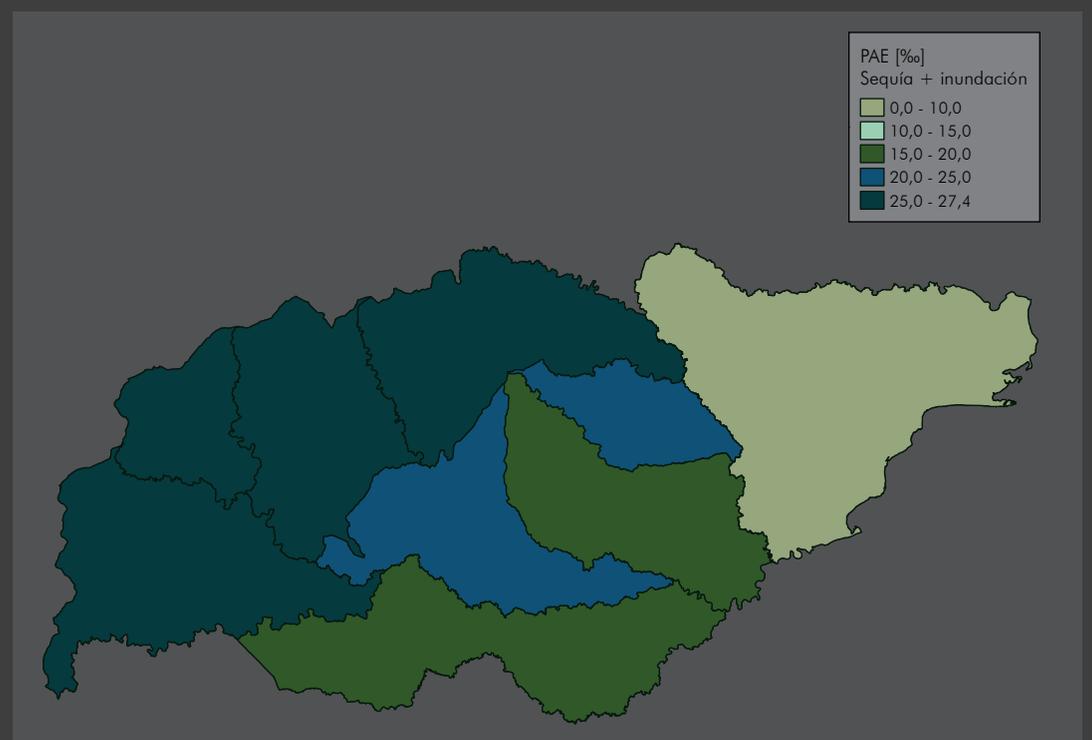
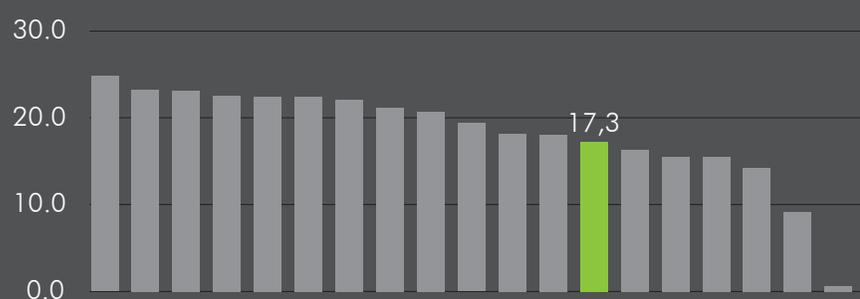
0,0 0,20 0,40 0,60 0,80 1,00 1,20

## RIESGO AGROPECUARIO

VALOR EXPUESTO CULTIVOS: USD \$ 80.208.461,9

VALOR EXPUESTO PECUARIO: USD \$ 103.010.708,9

### Ranking PAE



PAE [%] Sequía (Sector pecuario)

27,57

PAE [%] Inundación (Cultivos)

11,59

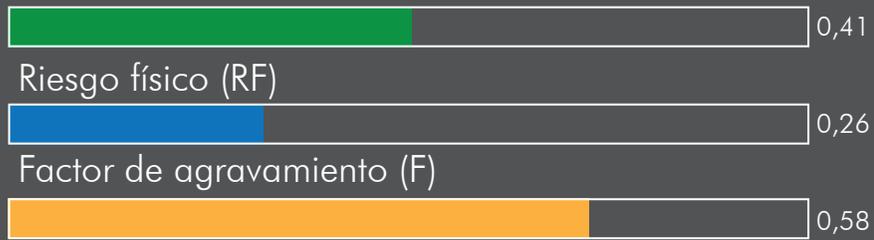
PAE [%] Sequía (Cultivos)

3,01

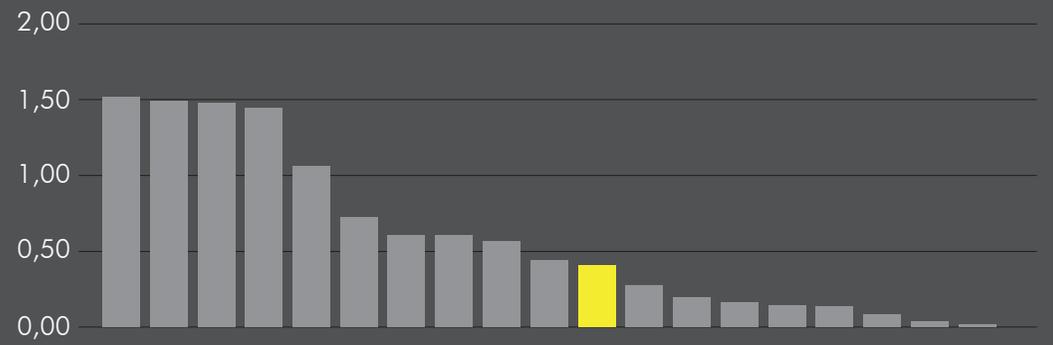
0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0

# ÍNDICE DE RIESGO POR EVENTOS EXTREMOS (IREE)

## IREE



## Ranking IREE

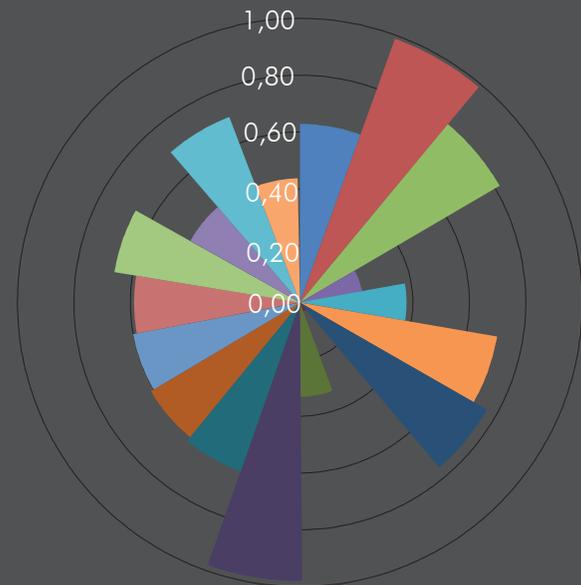


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

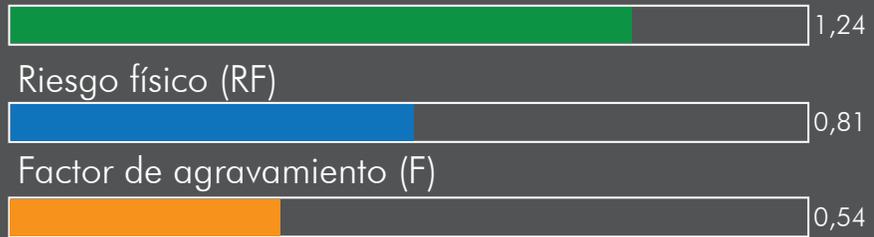
- Tasa de mortalidad infantil (/1.000 nacidos vivos)
- Población debajo de la línea de pobreza
- Tasa de desempleo
- Índice de Desarrollo Humano
- Índice de gini
- Hogares sin agua potable
- Conexión a internet
- Asentamientos irregulares
- Comp. salud IDERE

### FALTA DE RESILIENCIA

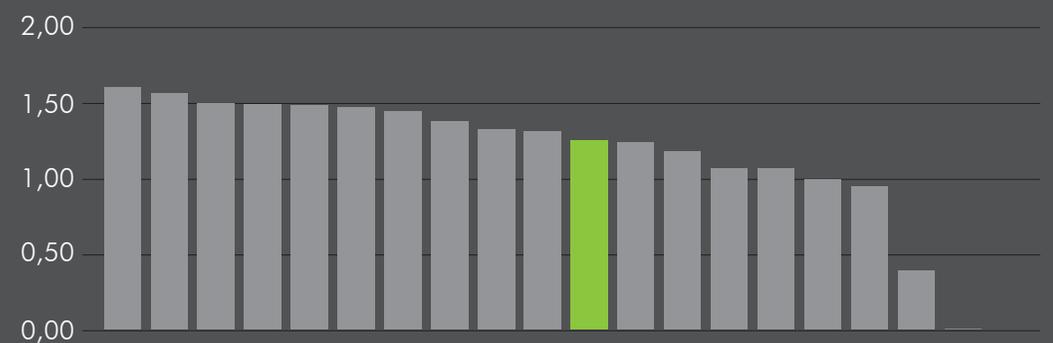
- Participación en el PIB nacional
- Gasto del gobierno por habitante
- Índice departamental de actividad económica
- Comp. calidad inst. subnacional IDERE
- Comp. bienestar y cohesión socioeconómica IDERE
- Comp. economía IDERE
- Comp. educación IDERE
- Comp. conectividad IDERE
- Comp. ambiente IDERE



## IREE AGROPECUARIO



## Ranking IREE AGROPECUARIO

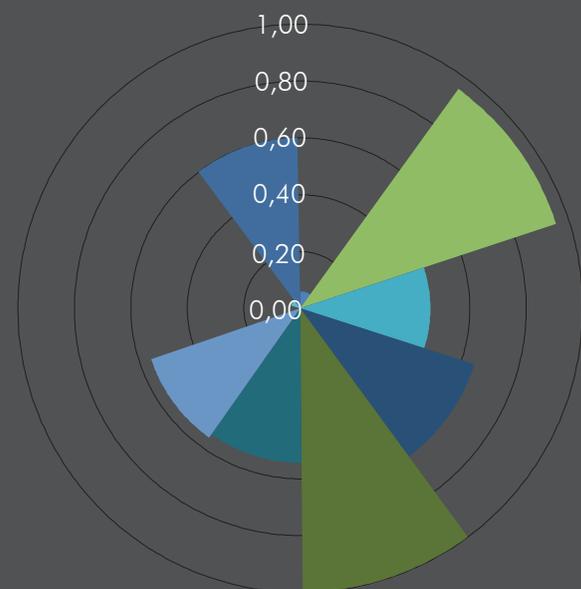


### FRAGILIDAD SOCIOECONÓMICA

- Ocupados rurales
- Total ocupados (Agricultura, forestación y pesca)
- Población rural
- Hogares sin agua potable
- Población debajo de la línea de pobreza

### FALTA DE RESILIENCIA

- Superficie ganadera
- Total vacunos y ovinos
- Aporte del sector primario al PIB departamental
- % de hectáreas cultivadas
- Comp. ambiente IDERE



Cód.	PAE Ed [USD] Inund + Viento	PAE Ed [%o] Inund + Viento	PAE Ag [USD] Sequía + Inund	PAE Ag [%o] Sequía + Inund	RF	F	IREE
1901	\$ 341,205.2	1.29	\$ 290,234	24.94	0.03	0.31	0.04
1902	\$ 483.2	1.37	\$ 352,855	15.29	0.04	0.41	0.05
1903	\$ 1,642.5	0.51	\$ 651,343	9.19	0.01	0.35	0.01
1904	\$ -	0.00	\$ 385,957	26.86	0.00	0.64	0.00
1905	\$ 26.1	0.69	\$ 270,505	26.87	0.01	0.57	0.01
1906	\$ 527.6	0.41	\$ 447,883	27.15	0.00	0.36	0.00
1907	\$ 1,080.7	3.68	\$ 444,361	18.79	0.27	0.47	0.40
1908	\$ 12,295.2	0.89	\$ 167,572	27.38	0.02	0.36	0.02
1909	\$ 20,088.8	1.17	\$ 149,985	21.67	0.03	0.45	0.04

# Referencias

- AGROSEGURO. (2005). Elaboración de mapas de riesgo agroclimáticos de Uruguay. Agrupación española de entidades aseguradoras de los seguros agrarios combinados.
- Alcoz, S., Bentos Pereira, G., Cuadrada, A., Laffitte, C., Martínez, J. P., & Piperno, A. (2011). Inundaciones urbanas : instrumentos para la gestión de riesgo en las políticas públicas (1a. ed.). MVOTMA - DINAGUA .
- Allen, J. T., Pezza, A. B., & Black, M. T. (2010). Explosive Cyclogenesis: A Global Climatology Comparing Multiple Reanalyses. *Journal of Climate*, 23(24), 6468–6484. <https://doi.org/10.1175/2010JCLI3437.1>
- Ambraseys, N. (2010). A note on transparency and loss of life arising from earthquakes. *Journal of Seismology and Earthquake Engineering*, 12(3), 83–88. <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=213107>
- Astigarraga, L., Cruz, G., Caorsi M, L., Taks, J., Cobas, P., Mondelli, M., & Picasso, V. (2013). Sensibilidad y capacidad adaptativa de la lechería frente al cambio climático. Volumen IV de Clima de cambios: nuevos desafíos de adaptación en Uruguay (FAO & A. y P. Ministerio de Ganadería (eds.)). FAO, MGAP. [https://www.researchgate.net/publication/311821763\\_Sensibilidad\\_y\\_capacidad\\_adaptativa\\_de\\_la\\_lecheria\\_frente\\_al\\_cambio\\_climatico](https://www.researchgate.net/publication/311821763_Sensibilidad_y_capacidad_adaptativa_de_la_lecheria_frente_al_cambio_climatico)
- Baethgen, W., & Giménez, A. (2002). Aplicación de Pronósticos Climáticos Estacionales e Información Satelital para mejorar la Toma de decisiones en el Sector Agropecuario: ejemplos de la sequía 1999-2000 en Uruguay y otros. <http://www.inia.uy/Publicaciones/Paginas/publicacion-686.aspx>
- Banimahd, S. A., & Khalili, D. (2013). Factors Influencing Markov Chains Predictability Characteristics, Utilizing SPI, RDI, EDI and SPEI Drought Indices in Different Climatic Zones. *Water Resources Management*, 27(11), 3911–3928. <https://doi.org/10.1007/s11269-013-0387-z>
- Bernal, G. A., Escovar, M. A., Zuloaga, D., & Cardona, O. D. (2017). Agricultural drought risk assessment in Northern Brazil: an innovative fully probabilistic approach. In *Reduction of vulnerability to disasters: From knowledge to action* (pp. 335–360). Rima editora. [https://www.researchgate.net/publication/326070858\\_Agricultural\\_drought\\_risk\\_assessment\\_in\\_Northern\\_Brazil\\_an\\_innovative\\_fully\\_probabilistic\\_approach](https://www.researchgate.net/publication/326070858_Agricultural_drought_risk_assessment_in_Northern_Brazil_an_innovative_fully_probabilistic_approach)
- Birkmann, J., Cardona, O. D., Carreño, M. L., Barbat, A. H., Pelling, M., Schneiderbauer, S., Kienberger, S., Keiler, M., Alexander, D., Zeil, P., & Welle, T. (2013). Framing vulnerability, risk and societal responses: The MOVE framework. *Natural Hazards*, 67(2), 193–211. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-0558-5>
- Bitencourt, D. P., Fuentes, M. V., & Cardoso, C. D. S. (2013). Climatología de ciclones explosivos para a área ciclogénica da América Do Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 28(1), 43–56. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862013000100005>
- Brugnoni, J. P. (2016). Las inundaciones de 1959 y su impacto sobre el Sistema Político uruguayo. Universidad de la República.
- Burton, C., & Silva, V. (2014). Integrated Risk Modeling Within The Global Earthquake Model (Gem): Test Case Application For Portugal. 2nd European Conference on Earthquake Engineering and Seismology. [https://www.researchgate.net/publication/265915488\\_Integrated\\_Risk\\_Modeling\\_Within\\_The\\_Global\\_Earthquake\\_Model\\_Gem\\_Test\\_Case\\_Application\\_For\\_Portugal](https://www.researchgate.net/publication/265915488_Integrated_Risk_Modeling_Within_The_Global_Earthquake_Model_Gem_Test_Case_Application_For_Portugal)
- Byun, H. R., & Wilhite, D. A. (1999). Objective quantification of drought severity and duration. *Journal of Climate*, 12(9), 2747–2756. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1999\)012<2747:OQODSA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1999)012<2747:OQODSA>2.0.CO;2)
- Campos García, A. (Directora), Mossbrucker, H., Karremans, J., Suaza, D., & Magrin, G. (2009). Articulando la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático en el sector agropecuario.
- Cardona, Omar Darío. (2001). Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Cardona, Omar Darío, Bernal, G., Escovar, M. A., Villegas, C., Brenes, A., & Velázquez, C. (2017). Perfil de riesgo por sequía e inundación de Uruguay – Análisis retrospectivo de consecuencias y evaluación probabilista de la amenaza. Consorcio INGENIAR – CIMNE.

- Cardona, Omar Dario, Bernal, G., Ordaz, M., Salgado-Galvez, M., Singh, S. K., Mora, M., & Villegas, C. (2015). Update on the probabilistic modelling of natural risks at global level: global risk model: Global earthquake and tropical cyclone hazard assessment. Disaster risk assessment at country level for earthquakes, tropical cyclones (wind and storm surge), flood.
- Cardona, Omar Darío, Ordaz, M., Reinoso, E., Yamin, L., & Barbat, A. H. (2012). CAPRA - Comprehensive Approach to Probabilistic Risk Assessment: International Initiative for Risk Management Effectiveness. 15th World Conference on Earthquake Engineering. [https://www.researchgate.net/publication/259598259\\_CAPRA\\_-\\_Comprehensive\\_Approach\\_to\\_Probabilistic\\_Risk\\_Assessment\\_International\\_Initiative\\_for\\_Risk\\_Management\\_Effectiveness](https://www.researchgate.net/publication/259598259_CAPRA_-_Comprehensive_Approach_to_Probabilistic_Risk_Assessment_International_Initiative_for_Risk_Management_Effectiveness)
- Carreño, M. L. (2006). Técnicas innovadoras para la evaluación del riesgo sísmico y su gestión en centros urbanos Acciones ex ante y ex post. In TDX (Tesis Doctorals en Xarxa). Universitat Politècnica de Catalunya. <http://www.tdx.cat/handle/10803/6241>
- Carreño, M. L., Cardona, O. D., & Barbat, A. H. (2007). Urban seismic risk evaluation: A holistic approach. *Natural Hazards*, 40(1), 137–172. <https://doi.org/10.1007/s11069-006-0008-8>
- Cruz, G., Baethgen, W., Picasso, V., & Terra, R. (2014). Análisis de sequías agronómicas en dos regiones ganaderas de Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, 18(1), 126–132. [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2301-15482014000100013&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2301-15482014000100013&lng=es&nrm=iso)
- CSIRO. (2007). Nutrient requirements of domesticated ruminants. CSIRO Pub.
- Cutter, S. L. (1994). Environmental risks and hazards. Prentice Hall.
- Diario El Observador. (2012, September 19). Tres muertos por el temporal. <https://www.elobservador.com.uy/nota/tres-muertos-por-el-temporal-201291922320>
- Diario El Observador. (2016, October 27). Más de 30 evacuados, tres heridos y destrozos en la costa por ciclón extratropical. <https://www.elobservador.com.uy/nota/mas-de-30-evacuados-tres-heridos-y-destrozos-en-la-costa-por-ciclon-extratropical-2016102720310>
- Diario Subrayado. (2020, February 11). Incendios en esta temporada fueron los peores de la década. Subrayado. <https://www.subrayado.com.uy/incendios-esta-temporada-fueron-los-peores-la-decada-n598684>
- DINAGUA, & MVOTMA. (2014). ¿Cuántas personas y viviendas hay en áreas inundables de las ciudades prioritarias de Uruguay?
- Durañona, V. (2015). Extreme wind climate of Uruguay. Universidad de la República.
- FAO. (2010). Wildland fire management terminology (Updated July 2010)
- FAO. (2016). Sitio web AQUASTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Accedido en nov. 2019
- FAO, & IICA. (2017). Gestión integral del riesgo de desastres en el sector agrícola y la seguridad alimentaria en los países del CAS: Análisis de capacidades técnicas e institucionales - Uruguay.
- Fernández, V. (Coordinación), Iraola, P., Resnichenko, Y., Caffaro, A., Guigou, B., Coiana, N., Fonsalía, A., & López, N. (2009). Aplicación de SIG y modelos de propagación a la identificación de áreas de riesgo de incendios forestales en la zona costera.
- Fyfe, J. C., & Fyfe, J. C. (2003). Extratropical Southern Hemisphere Cyclones: Harbingers of Climate Change? [http://Dx.Doi.Org/10.1175/1520-0442\(2003\)016<2802:ESHCHO>2.0.CO;2](http://Dx.Doi.Org/10.1175/1520-0442(2003)016<2802:ESHCHO>2.0.CO;2). [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2003\)016<2802:ESHCHO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2003)016<2802:ESHCHO>2.0.CO;2)
- Gan, M. A., Rao, V. B., Gan, M. A., & Rao, V. B. (1990). Surface Cyclogenesis over South America. [http://Dx.Doi.Org/10.1175/1520-0493\(1991\)119<1293:SCOSA>2.0.CO;2](http://Dx.Doi.Org/10.1175/1520-0493(1991)119<1293:SCOSA>2.0.CO;2). [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1991\)119<1293:SCOSA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1991)119<1293:SCOSA>2.0.CO;2)
- Getzin, S. (2002). Formation and consequences of fire-induced structures in Tropical and Sub-Tropical Savannas: a Review. University of Potsdam.
- Gil, N. (2016). Caracterización de la actividad ciclónica en el sureste de América del Sur y Océano Atlántico Sur durante la temporada de invierno. Universidad de la República.
- Gill, A. M., & Allan, G. (2008). Large fires, fire effects and the fire-regime concept. *International Journal of Wildland Fire*, 17(6), 688–695. <https://doi.org/10.1071/WF07145>

- Gimenez, A., Castaño, J. P., Baethgen, W. E., & Lanfranco, B. (2009). Cambio Climático en Uruguay, posibles impactos y medidas de adaptación en el sector agropecuario [Climate change in Uruguay, possible impacts and adaptation actions in the Agricultural Sector] (Issue 178). INIA Uruguay.
- Haylock, M. R., Peterson, T. C., Alves, L. M., Ambrizzi, T., Anunciação, Y. M. T., Baez, J., Barros, V. R., Berlato, M. A., Bidegain, M., Coronel, G., Corradi, V., Garcia, V. J., Grimm, A. M., Karoly, D., Marengo, J. A., Marino, M. B., Moncunill, D. F., Nechet, D., Quintana, J., ... Vincent, L. A. (2006). Trends in Total and Extreme South American Rainfall in 1960–2000 and Links with Sea Surface Temperature. *Journal of Climate*, 19(8), 1490–1512. <https://doi.org/10.1175/JCLI3695.1>
- Hernández, C., Methol, M., & Cortelezzi, Á. (2018). Estimación de pérdidas y daños por eventos climáticos extremos en el sector agropecuario. In *Anuario OPYPA 2018*. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.
- Hoskins, B. J., & Hodges, K. I. (2005). A New Perspective on Southern Hemisphere Storm Tracks. *Journal of Climate*, 18(20), 4108–4129. <https://doi.org/10.1175/JCLI3570.1>
- IDB, IDEA, & ERN. (2008). Indicators of disaster risk and disaster risk management.
- Instituto de Economía UdelaR-Uruguay, & Instituto Chileno de Estudios Municipales. (2018). Índice de Desarrollo Regional Chile-Uruguay (A. Rodríguez Miranda & C. Vial Cossani (eds.)).
- IPCC. (2013). *Climate Change 2013 - The Physical Science Basis* (Intergovernmental Panel on Climate Change (ed.)). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>
- Jaramillo, N. (2014). Evaluación holística del riesgo sísmico en zonas urbanas y estrategias para su mitigación : aplicación a la ciudad de Mérida-Venezuela. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Jayanthi, H. (2014). Assessing the agricultural drought risks for principal rainfed crops due to changing climate scenarios using satellite estimated rainfall in Africa. In *Background Paper GAR Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*.
- Jones, D. A., & Simmonds, I. (1993). A climatology of Southern Hemisphere extratropical cyclones. *Climate Dynamics*, 9(3), 131–145. <https://doi.org/10.1007/BF00209750>
- Kates, R. W. (1971). Natural hazard in human ecological perspective: Hypotheses and models. *Economic Geography*, 47(3), 438. <https://doi.org/10.2307/142820>
- Martín Gómez, V. (2017). Ciclones y anticiclones: Desarrollo y estructura. *Tormentas y fenómenos de tiempo severo*.
- Marulanda, M.-C., Cardona, O. D., Marulanda, P., Carreño, M. L., & Barbat, A. H. (2020). Evaluating risk from a holistic perspective to improve resilience: The United Nations evaluation at global level. *Safety Science*, 127, 104739. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104739>
- Marulanda, Mabel C., Carreño, M. L., Cardona, O. D., Ordaz, M. G., & Barbat, A. H. (2013). Probabilistic earthquake risk assessment using CAPRA: Application to the city of Barcelona, Spain. *Natural Hazards*, 69(1), 59–84. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-0685-z>
- Marulanda, Mabel Cristina, Cardona, O. D., & Barbat, A. H. (2009). Robustness of the holistic seismic risk evaluation in urban centers using the USRi. *Natural Hazards*, 49(3), 501–516. <https://doi.org/10.1007/s11069-008-9301-z>
- Mckee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Preprints, 8th Conference on Applied Climatology*, January, 179–184. <https://doi.org/citeulike-article-id:10490403>
- Methol, M., & Cortelezzi, Á. (2017). Diseño de un registro de pérdidas y daños por eventos climáticos en el sector agropecuario. In *Anuario OPYPA 2017* (p. 694). Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.
- MGAP, & DIEA. (2011). *Regiones agropecuarias del Uruguay. Censo general agropecuario 2011*.
- Mileti, D. (1999). *Disasters by design: A reassessment of natural hazards in the United States*. In *Disasters by Design*. Joseph Henry Press. <https://doi.org/10.17226/5782>
- Mishra, A. K., & Singh, V. P. (2010). A review of drought concepts. *Journal of Hydrology*, 391(1–2), 202–216. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.07.012>

- Mo, K. C., & Berbery, E. H. (2011). Drought and Persistent Wet Spells over South America Based on Observations and the U.S. CLIVAR Drought Experiments. *Journal of Climate*, 24(6), 1801–1820. <https://doi.org/10.1175/2010JCLI3874.1>
- Mo, K. C., & Lettenmaier, D. P. (2016). Precipitation Deficit Flash Droughts over the United States. *Journal of Hydrometeorology*, 17(4), 1169–1184. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-15-0158.1>
- Nascimento, E., & Doswell, C. A. (2016). The need for improved documentation of severe thunderstorms and tornadoes in South America. Symposium on the Challenges of Severe Convective Storms. [https://www.researchgate.net/publication/237461661\\_The\\_need\\_for\\_improved\\_documentation\\_of\\_severe\\_thunderstorms\\_and\\_tornadoes\\_in\\_South\\_America\\_Preprints](https://www.researchgate.net/publication/237461661_The_need_for_improved_documentation_of_severe_thunderstorms_and_tornadoes_in_South_America_Preprints)
- Necco, G. (2014). Eventos extremos de tiempo y clima en el Uruguay. EMU-INUMET
- Olaya, J. C. (2015). Flood vulnerability assessment for agricultural cultivated plants – Methodology and testing in La Mojana region (Colombia). Technische Universitaet Dresden.
- Ordaz, M. (2000). Metodología para la evaluación del riesgo sísmico enfocada a la gerencia de seguros por terremoto.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM), & Asociación Mundial para el Agua. (2016). Manual de indicadores e índices de sequía. In M. Svoboda & B. A. Fuchs (Eds.), Programa de gestión integrada de sequías. Serie 2 de herramientas y directrices para la gestión integrada de sequías.
- Otkin, J. A., Anderson, M. C., Hain, C., Mladenova, I. E., Basara, J. B., & Svoboda, M. (2013). Examining Rapid Onset Drought Development Using the Thermal Infrared–Based Evaporative Stress Index. *Journal of Hydrometeorology*, 14(4), 1057–1074. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-12-0144.1>
- Otkin, J. A., Shafer, M., Svoboda, M., Wardlow, B., Anderson, M. C., Hain, C., & Basara, J. (2015). Facilitating the use of drought early warning information through interactions with agricultural stakeholders. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 96(7), 1073–1078. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-14-00219.1>
- Palmer, W. C. (1965). Meteorological Drought. In U.S. Weather Bureau, Res. Pap. No. 45 (p. 58).
- Paolino, C., Methol, M., & Quintans, D. (2010). Estimación del impacto de una eventual sequía en la ganadería nacional y bases para el diseño de políticas de seguros. In Anuario OPYPA 2010. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.
- Páramo, G. E. (1999). Manual de métodos y procedimientos para el sistema de monitoreo de áreas forestales del pacífico colombiano. PenClips Editores.
- Páramo, G. E. (2000). Criterios, variables e indicadores para el monitoreo de áreas forestales en aprovechamiento. In Serie de Documentación No. 42 CONIF. PenClips Editores.
- Parra Lara, A. del C., Armenteras, D., Bernal Toro, F. H., González Alonso, F., Morales Rivas, M., & Pabón Caicedo, J. D. (2011). Incendios de la cobertura vegetal en Colombia. Universidad Autónoma de Occidente.
- Pezza, A. B., Ambrizzi, T., Pezza, A. B., & Ambrizzi, T. (2003). Variability of Southern Hemisphere Cyclone and Anticyclone Behavior: Further Analysis. [Http://Dx.Doi.Org/10.1175/1520-0442\(2003\)016<1075:VOSHCA>2.0.CO;2](http://Dx.Doi.Org/10.1175/1520-0442(2003)016<1075:VOSHCA>2.0.CO;2). [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2003\)016<1075:VOSHCA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2003)016<1075:VOSHCA>2.0.CO;2)
- PNUD. (1991). Vulnerabilidad y evaluación del riesgo. Programa de entrenamiento para el manejo de desastres (A. . Coburn, R. J. . Spence, & A. Pomonis (eds.)).
- Podestá, G., Silva, V., Celeste, S., Báez, J., Pulwarty, R., Stefanski, R., & Heim, R. (2018). Towards a drought information system for South America: A strategic plan.
- Quarantelli, E. L. (1987). Disaster Studies: an analysis of the social historical factors affecting the development of research in the area. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, 5(3), 285–310.
- Quijano, J. A., Jaimes, M. A., Torres, M. A., Reinoso, E., Castellanos, L., Escamilla, J., & Ordaz, M. (2015). Event-based approach for probabilistic agricultural drought risk assessment under rainfed conditions. *Natural Hazards*, 76(2), 1297–1318. <https://doi.org/10.1007/s11069-014-1550-4>
- Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T. C., & Fereres, E. (2011). FAO cropwater productivity model to simulate yield response to water AquaCrop.

In Reference Manual of AQUACROP (Issue January, p. 56).

- Rudari, R., Silvestro, F., Campo, L., Reborá, N., & Boni, G. (2015). Improvement of the global food model for the GAR 2015 . <https://www.undrr.org/publication/improvement-global-food-model-gar-2015>
- Salgado-Gálvez, M. A., Zuloaga Romero, D., Velásquez, C. A., Carreño, M. L., Cardona, O. D., & Barbat, A. H. (2016). Urban seismic risk index for Medellín, Colombia, based on probabilistic loss and casualties estimations. *Natural Hazards*, 80(3), 1995–2021. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-2056-4>
- Satyamurty, P., Nobre, C. A., & Silva Dias, P. L. (1998). South America. In *Meteorology of the Southern Hemisphere* (pp. 119–139). American Meteorological Society. [https://doi.org/10.1007/978-1-935704-10-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-935704-10-2_5)
- Schwerdfeger, W. (1976). *Climates of Central and South America*. In *World Survey of Climatology*. Elsevier.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (2011). *Lineamientos de Operación Específicos del Fondo de Desastres Naturales publicados el 31 de enero de 2011*. Secretaría de Hacienda y Crédito Público - Gobierno de México. <https://www.gob.mx/shcp/documentos/lineamientos-de-operacion-especificos-del-fondo-de-desastres-naturales-publicados-el-31-de-enero-de-2011>
- Silveira, L., López, G., Chreties, C., & Crisci, M. (2012). Steps towards an early warning model for flood forecasting in Durazno city in Uruguay. *Journal of Flood Risk Management*, 5(3), 270–280. <https://doi.org/10.1111/j.1753-318X.2012.01146.x>
- SINAE. (n.d.). *Generación de conocimientos en gestión integral del riesgo*. Informe de consultorías N. 6.
- Sinclair, M. R., & Sinclair, M. R. (1994). *An Objective Cyclone Climatology for the Southern Hemisphere*. [Http://Dx.Doi.Org/10.1175/1520-0493\(1994\)122<2239:AOCFT>2.0.CO;2](http://Dx.Doi.Org/10.1175/1520-0493(1994)122<2239:AOCFT>2.0.CO;2). [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1994\)122<2239:AOCFT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1994)122<2239:AOCFT>2.0.CO;2)
- Soares de Lima Lapetina, J. M. (2009). *Modelo bioeconómico para la evaluación del impacto de la genética y otras variables sobre la cadena cárnica vacuna en Uruguay*. [Universitat Politècnica de València]. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/6030>
- Soutadé, G. (1998). *Les tremblements de terre dans les Pyrénées orientales et en Catalogne: de l'imaginaire au réel*. Trabucaire.
- Steduto, P., Hsiao, T. C., Fereres, E., & Raes, D. (2012). Crop yield response to water. In *Fao Irrigation and Drainage Paper 66*. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2004.06.005>
- Talento, S. (2011). *Bases para un sistema de predicción de caudales de aporte a Rincón del Bonete y Salto Grande*. Universidad de la República.
- Terra, M. I. (Coordinadora), Barrenechea, P., Cuadrado, E., Pastori, H., Resnichenko, I., & Zaclicever, D. (2009). ¿Cuál es la importancia real del sector agropecuario sobre la economía uruguaya?. *Carta acuerdo RED Mercosur-FAO*.
- Tsakiris, G., Pangalou, D., & Vangelis, H. (2007). Regional drought assessment based on the Reconnaissance Drought Index (RDI). *Water Resources Management*, 21(5), 821–833. <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9105-4>
- Uhl, C., & Kauffman, J. B. (1990). Deforestation, fire susceptibility, and potential tree responses to fire in the eastern Amazon. *Ecology*, 71(2), 437–449. <https://doi.org/10.2307/1940299>
- UNDRO. (1990). *Preliminary study on the identification of disaster-prone countries based on economic impact*.
- UNDRR. (2009). *Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres*.
- UNDRR. (2015). *GAR 15: Evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres*.
- UNDRR. (2017). *The GAR atlas: Unveiling global disaster risk*.
- UNGRD, Cardona, O. D., Bernal G., G., Marulanda Fraume, P., Villegas R., C., González C., D., Escovar B., M. A., Carreño, M. L., & Marulanda Fraume, M. C. (Coordinación técnica). (2018). *Atlas de riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes*.
- Uruguay, A. R. del. (2009). *Cuantificación de pérdidas ocasionadas por la sequía 2008/2009*.
- van Wilgen, B., & Scholes, R. (1997). The vegetation and fire regimes of southern hemisphere Africa. In M. Andreae, J. Goldammer, & K. Lindsay (Eds.), *Fire in Southern African Savannas: Ecological and Atmospheric Perspectives* (pp. 27–46). Witwatersrand University Press.

- Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., & López-Moreno, J. I. (2010). A multiscalar drought index sensitive to global warming: The standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of Climate*, 23(7), 1696–1718. <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>
- White, G. F. (1973). Natural Hazards Research. In R. J. Chorley (Ed.), *Directions in Geography* (pp. 193–216). Methuen.
- Wilhite, D. A., & Glantz, M. H. (1985). Understanding: The drought phenomenon: The role of definitions. *Water International*, 10(3), 111–120. <https://doi.org/10.1080/02508068508686328>
- Yin, J. H. (2005). A consistent poleward shift of the storm tracks in simulations of 21st century climate. *Geophysical Research Letters*, 32(18), n/a-n/a. <https://doi.org/10.1029/2005GL023684>

**Ingeniar: Risk Intelligence**  
Carrera 19a # 84-14. Ed. Torrenova Of. 504  
PBX: (57 1) 6916113  
Bogotá D.C. - Colombia

[www.ingeniar-risk.com](http://www.ingeniar-risk.com)

