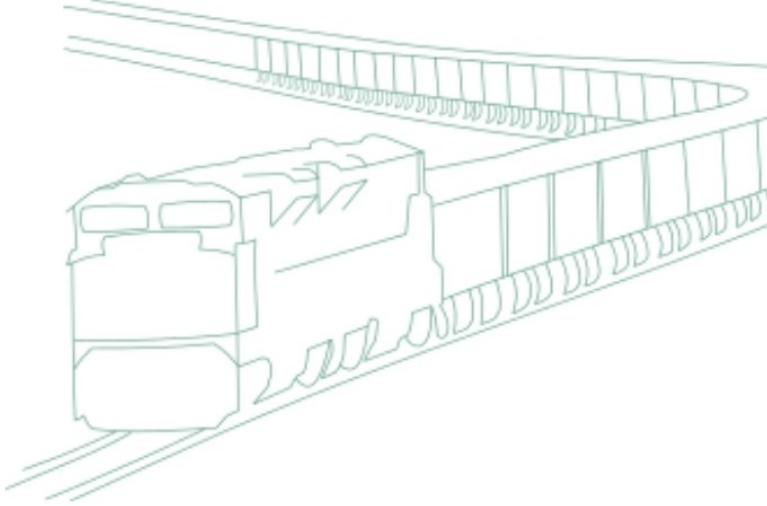




INFORME METODOLÓGICO

Logística Continental de Soja y Maíz

Rutas de Transporte, Simulación de
Escenarios y Capacidad Portuaria en las
Rutas de Integración Sudamericana



Britaldo Soares Filho
William Costa

Sumario

Presentación.....	16
1 Introducción	16
2 Fundamentación conceptual.....	21
2.1 La dimensión ambiental.....	21
2.2 Una viabilidad condicionada.....	22
2.3 La necesidad de simular antes de invertir.....	23
2.4 Modelización <i>ex-ante</i> : simular la realidad para evaluar nuevos proyectos	24
3 Objetivos	26
3.1 Objetivo general.....	26
3.2 Objetivos específicos	26
4 Alcance del estudio	27
5 Fuentes y tratamiento de los datos	27
6 Metodología.....	28
6.1 Visión general del enfoque.....	29
6.2 Modelos, sistemas y herramientas utilizados.....	29
6.3 Etapas metodológicas	31
6.4 Parámetros, supuestos y criterios adoptados	31
6.5 Construcción de los escenarios.....	32
6.6 Indicadores de evaluación.....	32
7 Resultados.....	32
Informe Consolidado – Escenario Actual – Base.....	33
1. Panorama general del transporte.....	33
2. Mapas de las rutas de transporte	34
3. Dinámica portuaria y capacidad de embarque.....	37
4. Estacionalidad del transporte	38
5. Corredores huérfanos.....	40
6. Impactos socioambientales	40

7. Consideraciones finales.....	41
Informe Consolidado – Ruta Amazónica.....	42
1. Panorama general del transporte.....	42
2. Mapas de las rutas de transporte	42
3. Dinámica portuaria y capacidad de embarque.....	46
4. Estacionalidad del transporte	47
5. Corredores Huérfanos.....	49
6. Impactos Socioambientales	50
7. Consideraciones finales.....	52
Informe Consolidado – Ruta de Capricornio.....	53
1. Panorama General del Transporte	53
2. Mapas de las Rutas de Transporte	53
3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque.....	57
4. Estacionalidad del Transporte	59
5. Corredores Huérfanos.....	61
6. Impactos Socioambientales	62
7. Consideraciones Finales.....	64
Informe Consolidado – Ruta Porto Alegre – Coquimbo	64
1. Panorama General del Transporte	64
2. Mapas de las Rutas de Transporte	65
3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque.....	68
4. Estacionalidad del Transporte	70
5. Corredores Huérfanos.....	72
6. Impactos Socioambientales	73
7. Consideraciones Finales.....	75
Informe Consolidado – Ruta de la Isla de las Guayanas	75
1. Panorama General del Transporte	75
2. Mapas de las Rutas de Transporte	76
3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque.....	79

4. Estacionalidad del Transporte	81
5. Corredores Huérfanos.....	82
6. Impactos Socioambientales.....	83
7. Consideraciones Finales.....	85
Informe Consolidado – Ruta Cuadrante Rondon	86
1. Panorama General del Transporte	86
2. Mapas das las Rutas de Transporte.....	86
3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque.....	89
4. Estacionalidad del Transporte	91
5. Corredores Huérfanos.....	92
6. Impactos Socioambientales.....	93
7. Consideraciones Finales.....	95
Informe Consolidado – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico)	95
1. Panorama General del Flujo	95
2. Mapas de las Rutas de Transporte	96
3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque.....	99
4. Estacionalidad del Flujo	101
5. Corredores Huérfanos.....	103
6. Impactos Socioambientales.....	104
7. Consideraciones Finales.....	105
Escenario 2035 – Puertos	105
Informe Consolidado – Escenario 2035 – Base	106
1. Panorama General del Flujo	106
2. Mapas de las Rutas de Transporte	106
3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque.....	109
4. Estacionalidad del Flujo	110
5. Corredores Huérfanos.....	110
6. Consideraciones Finales	111
Informe Consolidado – 2035 – Puertos – Ruta Amazónica.....	111

1. Panorama general del transporte.....	111
2. Mapas de las rutas de transporte	112
3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque.....	115
4. Estacionalidad del Transporte	116
5. Corredores Huérfanos.....	116
6. Consideraciones Finales	117
Informe Consolidado – 2035 – Puertos – Ruta de Capricornio	117
1. Panorama General del Transporte	117
2. Mapas de las Rutas de Transporte	118
3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque.....	121
4. Estacionalidad del Flujo	122
5. Corredores Huérfanos.....	122
6. Consideraciones Finales	123
Informe Consolidado – 2035 – Puertos – Ruta Porto Alegre – Coquimbo.....	123
1. Panorama General del Flujo	123
2. Mapas de las Rutas de Transporte	124
3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque.....	127
4. Estacionalidad del transporte	128
5. Corredores Huérfanos.....	129
6. Consideraciones Finales	129
Informe Consolidado – 2035 – Puertos – Ruta de la Isla de las Guayanas.....	129
1. Panorama General del Transporte	130
2. Mapas de las Rutas de Transporte	130
3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque.....	133
4. Estacionalidad del Transporte	134
5. Corredores Huérfanos.....	135
6. Consideraciones Finales	135
Informe Consolidado – 2035 – Puertos – Ruta Cuadrante Rondon.....	135
1. Panorama General del Transporte	135

2. Mapas de las Rutas de Transporte	136
3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque.....	139
4. Estacionalidad del Transporte	140
5. Corredores Huérfanos.....	141
6. Consideraciones Finales	141
Informe Consolidado – 2035 – Puertos – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico)	141
1. Panorama General del Transporte	142
2. Mapas de las Rutas de Transporte	142
3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque.....	145
4. Estacionalidad del Transporte	146
5. Corredores Huérfanos.....	147
6. Consideraciones Finales	147
Escenario 2035 – Todas las Inversiones.....	147
Informe Consolidado – Todas las inversiones implementadas	148
1. Panorama General del Transporte	148
2. Mapas de las Rutas de Transporte	148
3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque.....	151
4. Estacionalidad del Transporte	152
5. Corredores Huérfanos.....	152
6. Consideraciones Finales	153
Escenario 2035 – Todas las inversiones y Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico)	153
Informe Consolidado – Todas las inversiones y Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico)	154
1. Panorama General del Transporte	154
2. Mapas de las Rutas de Transporte	154
3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque.....	157
4. Estacionalidad del Transporte	158
5. Corredores Huérfanos.....	159

6. Consideraciones Finales	159
8 Síntesis comparativa de los escenarios.....	159
8.1 Comparación de los ocho escenarios con respecto a la situación actual	160
Resumen Ejecutivo.....	160
El escenario Actual como línea de base	161
Comparación de los escenarios con el Actual.....	164
Escenario Amazónica — Ampliación del mapeo sin ganancias de eficiencia	164
Escenario Capricórnio — Mejora marginal del costo con pérdida de resiliencia.....	165
Escenario Coquimbo — Distribución equilibrada, pero sin reducción real del costo.....	166
Escenario Guayanas — Descubrimiento de nuevos corredores sin mejora de los indicadores	167
Escenario Rondon — El mayor alivio del Arco Norte, con saturación total de Belém.....	168
Escenario Transoceánica — La única ruptura estructural de la serie	169
Análisis Integrado de la Red Logística	171
8.2 Consolidación comparativa, horizonte 2035 (capacidad portuaria ampliada).....	173
Resumen Ejecutivo.....	174
El escenario Actual como línea de base	175
Comparación de los Escenarios con el Actual	176
Escenario 2035 — Expansión de la capacidad portuaria sin modificación de las rutas.....	176
Escenario Transoceánica, Ferrocarril FICO-FIOL-Acre-Chancay sobre la base 2035.....	178
Análisis Integrado	179
Conclusión	181

Panel comparativo consolidado: 3 escenarios (base 2035) × indicadores clave.....	182
Conclusión	183
Lo que la comparación revela de manera definitiva	183
Lo que funciona y dónde invertir	184
8.3 Consolidación comparativa, todos los proyectos implementados.....	185
Resumen Ejecutivo.....	185
El escenario Actual como línea de base	187
Comparación de los escenarios con el Actual.....	188
Todos los proyectos implementados 2035.....	188
Transoceánica + Todos los proyectos 2035.....	189
Análisis Integrado	191
Conclusión	192
Panel comparativo consolidado: 3 escenarios (todos los proyectos) × indicadores clave.....	193
9 Limitaciones del Método	195
10 Consideraciones Finales.....	196
11 Referencias.....	196

Índice de Figuras

Figura 1 – Infraestructura de transporte en Sudamérica.....	17
Figura 2 – Rutas de Integración Sudamericana.	18
Figura 3 – Escenario base – Rutas de transporte de soja hasta los puertos.....	35
Figura 4 – Escenario base – Rutas de transporte de maíz hasta los puertos.....	36
Figura 5 – Escenario base – Volumen mensual total de soja transportado y utilización de la capacidad de los principales puertos.	39
Figura 6 – Escenario base – Volumen mensual total de maíz transportado y utilización de la capacidad de los principales puertos.	40
Figura 7 – Ruta Amazónica – Rutas de transporte de soja hasta los puertos.....	43
Figura 8 – Ruta Amazónica – Rutas de transporte de maíz hasta los puertos....	44
Figura 9 – Ruta Amazónica – Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.	48
Figura 10 – Ruta Amazónica – Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.	49
Figura 11 – Ruta de Capricornio – Rutas de transporte de soja hasta los puertos.	55
Figura 12 – Ruta de Capricornio – Rutas de transporte de maíz hasta los puertos.	56
Figura 13 – Ruta de Capricornio – Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.	59
Figura 14 – Ruta de Capricornio – Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.....	60
Figura 15 – Ruta Porto Alegre-Coquimbo – Rutas de transporte de soja hasta los puertos.....	66
Figura 16 – Ruta Porto Alegre-Coquimbo – Rutas de transporte de maíz hasta los puertos.....	67
Figura 17 – Ruta Porto Alegre-Coquimbo – Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.	70
Figura 18 – Ruta Porto Alegre-Coquimbo – Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.....	71
Figura 19 – Ruta de las Guayanas – Rutas de transporte de soja hasta los puertos.	77
Figura 20 – Ruta de las Guayanas – Rutas de transporte de maíz hasta los puertos.....	78

Figura 21 – Ruta de las Guayanas – Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.....	81
Figura 22 – Ruta de las Guayanas – Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.....	82
Figura 23 – Ruta Cuadrante Rondon – Rutas de transporte de soja hasta los puertos.....	87
Figura 24 – Ruta Cuadrante Rondon – Rutas de transporte de maíz hasta los puertos.....	88
Figura 25 – Ruta Cuadrante Rondon – Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.	91
Figura 26 – Ruta Cuadrante Rondon – Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.....	92
Figura 27 – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Rutas de transporte de soja hasta los puertos.....	97
Figura 28 – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Rutas de transporte de maíz hasta los puertos.....	98
Figura 29 – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.	101
Figura 30 – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.	102
Figura 31 – Escenario 2035 – Base – Rutas de transporte de soja hasta los puertos.	107
Figura 32 – Escenario 2035 – Base – Rutas de transporte de maíz hasta los puertos.....	108
Figura 33 – Escenario 2035 – Base – Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.....	110
Figura 34 – Escenario 2035 – Base – Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.....	110
Figura 35 – 2035 – Puertos – Ruta Amazónica – Rutas de transporte de soja hasta los puertos.	113
Figura 36 – 2035 – Puertos – Ruta Amazónica – Rutas de transporte de maíz hasta los puertos.....	114
Figura 37 – 2035 – Puertos – Ruta Amazónica – Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.	116

Figura 38 – 2035 – Puertos – Ruta Amazónica – Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.	116
Figura 39 – 2035 – Puertos – Ruta de Capricornio – Rutas de transporte de soja hasta los puertos.	119
Figura 40 – 2035 – Puertos – Ruta de Capricornio – Rutas de transporte de maíz hasta los puertos.	120
Figura 41 – 2035 – Puertos – Ruta de Capricornio – Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.	122
Figura 42 – 2035 – Puertos – Ruta de Capricornio – Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.	122
Figura 43 – 2035 – Puertos – Ruta Porto Alegre – Coquimbo – Rutas de flujo de soja hacia los puertos.	125
Figura 44 – 2035 – Puertos – Ruta Porto Alegre – Coquimbo – Rutas de flujo de maíz hacia los puertos.	126
Figura 45 – 2035 – Puertos – Ruta Porto Alegre – Coquimbo – Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.	128
Figura 46 – 2035 – Puertos – Ruta Porto Alegre – Coquimbo – Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.	128
Figura 47 – 2035 – Puertos – Ruta de las Guayanas – Rutas de transporte de soja hacia los puertos.	131
Figura 48 – 2035 – Puertos – Ruta de las Guayanas – Rutas de transporte de maíz hacia los puertos.	132
Figura 49 – 2035 – Puertos – Ruta de las Guayanas – Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de las principales terminales.	134
Figura 50 – 2035 – Puertos – Ruta de las Guayanas – Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de las principales terminales.	134
Figura 51 – 2035 – Puertos – Ruta Cuadrante Rondon – Rutas de transporte de soja hacia los puertos.	137
Figura 52 – 2035 – Puertos – Ruta Cuadrante Rondon – Rutas de transporte de maíz hacia los puertos.	138

Figura 53 – 2035 – Puertos – Ruta Cuadrante Rondon – Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.	140
Figura 54 – 2035 – Puertos – Ruta Cuadrante Rondon – Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.	140
Figura 55 – 2035 – Puertos – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Rutas de transporte de soja hacia los puertos.	143
Figura 56 – 2035 – Puertos – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Rutas de transporte de maíz hacia los puertos.	144
Figura 57 – 2035 – Puertos – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.	146
Figura 58 – 2035 – Puertos – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.	146
Figura 59 – Todas las inversiones implementadas – Rutas de transporte de soja hacia los puertos.	149
Figura 60 – Todas las inversiones implementadas – Rutas de transporte de maíz hacia los puertos.	150
Figura 61 – Todas las inversiones implementadas – Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.	152
Figura 62 – Todas las inversiones implementadas – Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.	152
Figura 63 – Todas las inversiones y Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Rutas de transporte de soja hacia los puertos.	155
Figura 64 – Todas las inversiones y Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Rutas de transporte de maíz hacia los puertos.	156
Figura 65 – Todas las inversiones y Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.	158
Figura 66 – Todas las inversiones y Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.	158

Índice de Tablas

Tabla 1 – Principales capacidades de la plataforma OtimizaInfra	31
Tabla 2 – Escenario Base – Panel general comparativo entre soja y maíz.	34
Tabla 3 – Escenario base – Volumen, participación y costo medio de transporte por puerto, soja y maíz.....	36
Tabla 4 – Escenario base – Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.	37
Tabla 5 – Ruta Amazónica – Panel general comparativo entre soja y maíz.	42
Tabla 6 – Ruta Amazónica – Volumen, participación y costo medio de transporte por puerto, soja y maíz.....	45
Tabla 7 – Ruta Amazónica – Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.	46
Tabla 8 – Ruta de Capricornio – Panel general comparativo entre soja y maíz.	53
Tabla 9 – Ruta de Capricornio – Volumen, participación y costo medio de transporte por puerto, soja y maíz.....	56
Tabla 10 – Ruta de Capricornio – Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.	58
Tabla 11 – Ruta Porto Alegre-Coquimbo – Panel general comparativo entre soja y maíz.	65
Tabla 12 – Ruta Porto Alegre-Coquimbo – Volumen, participación y costo medio de transporte por puerto, soja y maíz.....	67
Tabla 13 – Ruta Porto Alegre-Coquimbo – Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.	69
Tabla 14 – Ruta de las Guayanas – Panel general comparativo entre soja y maíz.	75
Tabla 15 – Ruta de las Guayanas – Volumen, participación y costo medio de transporte por puerto, soja y maíz.....	78
Tabla 16 – Ruta de las Guayanas – Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.	80
Tabla 17 – Ruta Cuadrante Rondon – Panel general comparativo entre soja y maíz.....	86
Tabla 18 – Ruta Cuadrante Rondon – Volumen, participación y costo promedio de transporte por puerto, soja y maíz.....	88
Tabla 19 – Ruta Cuadrante Rondon – Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.	90

Tabla 20 – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Panel general comparativo entre soja y maíz.	96
Tabla 21 – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Volumen, participación y costo medio de transporte por puerto, soja y maíz.	98
Tabla 22 – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.	100
Tabla 23 – Escenario 2035 – Base – Panel general comparativo entre soja y maíz.	106
Tabla 24 – Escenario 2035 – Base – Volumen, participación y costo medio de transporte por puerto, soja y maíz.	108
Tabla 25 – Escenario 2035 – Base – Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.	109
Tabla 26 – 2035 – Puertos – Ruta Amazónica – Panel general comparativo entre soja y maíz.	112
Tabla 27 – 2035 – Puertos – Ruta Amazónica – Volumen, participación y costo promedio de transporte por puerto, soja y maíz.	114
Tabla 28 – 2035 – Puertos – Ruta Amazónica – Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.	115
Tabla 29 – 2035 – Puertos – Ruta de Capricornio – Panel general comparativo entre soja y maíz.	118
Tabla 30 – 2035 – Puertos – Ruta de Capricornio – Volumen, participación y costo promedio de transporte por puerto, soja y maíz.	120
Tabla 31 – 2035 – Puertos – Ruta de Capricornio – Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.	121
Tabla 32 – 2035 – Puertos – Ruta Porto Alegre – Coquimbo – Panel general comparativo entre soja y maíz.	124
Tabla 33 – 2035 – Puertos – Ruta Porto Alegre – Coquimbo – Volumen, participación y costo medio de transporte por puerto, soja y maíz.	126
Tabla 34 – 2035 – Puertos – Ruta Porto Alegre – Coquimbo – Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.	127
Tabla 35 – 2035 – Puertos – Ruta de las Guayanas – Panel general comparativo entre soja y maíz.	130
Tabla 36 – 2035 – Puertos – Ruta de las Guayanas – Volumen, participación y costo promedio de transporte por puerto, soja y maíz.	132
Tabla 37 – 2035 – Puertos – Ruta de las Guayanas – Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.	133

Tabla 38 – 2035 – Puertos – Ruta Cuadrante Rondon – Panel general comparativo entre soja y maíz.....	136
Tabla 39 – 2035 – Puertos – Ruta Cuadrante Rondon – Volumen, participación y costo promedio de transporte por puerto, soja y maíz.....	138
Tabla 40 – 2035 – Puertos – Ruta Cuadrante Rondon – Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.	139
Tabla 41 – 2035 – Puertos – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Panel general comparativo entre soja y maíz.....	142
Tabla 42 – 2035 – Puertos – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Volumen, participación y costo promedio de transporte por puerto, soja y maíz.	144
Tabla 43 – 2035 – Puertos – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.	145
Tabla 44 – Todas las inversiones implementadas – Panel general comparativo entre soja y maíz.	148
Tabla 45 – Todas las inversiones implementadas – Volumen, participación y costo promedio de transporte por puerto, soja y maíz.....	150
Tabla 46 – Todas las inversiones implementadas – Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.	151
Tabla 47 – Todas las inversiones y Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Panel general comparativo entre soja y maíz.....	154
Tabla 48 – Todas las inversiones y Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Volumen, participación y costo promedio de transporte por puerto, soja y maíz.	156
Tabla 49 – Todas las inversiones y Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) – Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.	157
Tabla 50 – Panel comparativo consolidado: 8 escenarios × indicadores clave.	163
Tabla 51 – Cuadro comparativo consolidado: 3 escenarios (base 2035) × indicadores clave	182
Tabla 52 – Cuadro comparativo consolidado: 3 escenarios (todos los proyectos) × indicadores clave	193

Presentación

Este informe describe, de manera organizada y accesible, el método empleado para simular y evaluar el flujo de la soja y el maíz brasileños frente a los proyectos que conforman las Rutas de Integración Sudamericana. El texto reúne el marco conceptual que sustenta el trabajo, las fuentes de datos utilizadas, los procedimientos y herramientas de modelización, los criterios y supuestos adoptados, la forma en que se construyeron los escenarios y los resultados obtenidos para cada uno de ellos.

La propuesta central es abordar la planificación de infraestructura como un ejercicio que puede ponerse a prueba antes de que se lleve a cabo la obra. En lugar de tomar decisiones basadas únicamente en estimaciones aisladas, el estudio construye una representación de la red logística nacional y, sobre ella, “experimenta” con cada proyecto, midiendo sus efectos sobre las rutas, los costos, las distancias y la capacidad de los puertos. El objetivo de este documento es hacer este proceso lo suficientemente claro como para que el análisis pueda ser comprendido, discutido y reproducido

1 Introducción

La creciente demanda de integración física y económica entre los países de América del Sur ha impulsado la formulación de rutas logísticas internacionales que involucran directamente el territorio brasileño (SANTOS; FERREIRA, 2025). En el centro de este debate se encuentra una característica histórica de la economía nacional: la matriz de transporte brasileña ha impuesto históricamente severas restricciones al desarrollo del agronegocio, especialmente en las cadenas de productos a granel, como la soja y el maíz (CASTRO, 2015). En este contexto, la saturación portuaria actúa como el nodo más restrictivo de la red logística, determinando el ritmo, el costo y el desgaste de la red vial de acceso.

En respuesta a este escenario, Brasil ha realizado esfuerzos considerables para mejorar su infraestructura logística interna y regional, con especial énfasis en la conexión con los mercados globales, particularmente con Asia (MPO, 2024). En este contexto, la logística ferroviaria ha adquirido protagonismo en los debates sobre infraestructura nacional, acompañada de expectativas de importantes inversiones y de una mayor participación privada en las concesiones. El interés

extranjero en este proceso es notable, especialmente por parte de empresas chinas y árabes que ya han manifestado su intención de participar en nuevos proyectos de concesión (GLOBO ECONOMIA, 2026; CUSTÓDIO et al., 2026).

La implementación de las Rutas de Integración Sudamericana representa un intento de reorganizar la infraestructura de transporte del continente de acuerdo con una realidad económica distinta de aquella que históricamente orientó la ocupación del territorio brasileño (MPO, 2024; BARROS et al., 2020) (Figura 1). El proyecto se organiza en cinco grandes corredores: la Ruta de las Guayanas, la Ruta Amazónica, la Ruta del Cuadrante Rondon, la Ruta Bioceánica de Capricornio y la Ruta Porto Alegre–Coquimbo (Figura 2), con el objetivo declarado de ampliar el comercio regional y reducir el tiempo y el costo de las conexiones con Asia (MPO, 2024).



Figura 1 - Infraestructura de transporte en Sudamérica.



Figura 2 — Rutas de Integración Sudamericana.

A primera vista, la lógica económica resulta convincente. Según datos de la Confederación de Agricultura y Ganadería de Brasil (CNA, 2023), los costos logísticos pueden representar hasta el 30 % del valor total de las exportaciones brasileñas. Esta realidad no se limita a la producción agropecuaria: la CNI (2022) señala que las restricciones físicas y logísticas, así como los problemas en los diferentes modos de transporte, elevan los costos y perjudican la competitividad del sector productivo. El transporte por carretera, predominante en la matriz brasileña, además de ser costoso y estar sujeto a variaciones estacionales, presenta una menor eficiencia energética y un mayor impacto ambiental. En este sentido, acercar los centros productores brasileños a los puertos del Pacífico podría acortar parte del trayecto marítimo hasta la costa china, diversificar los canales de exportación y reducir la dependencia de los puertos de Santos, Paranaguá y del Arco Norte (BARROS; CARNEIRO, 2024).

La salvedad importante es que una ruta más corta en el mapa no es, necesariamente, una ruta más barata. Para llegar al Pacífico, las cargas deben atravesar fronteras internacionales, territorios amazónicos y, en algunos casos, la Cordillera de los Andes (BARROS; CARNEIRO, 2024). Un ejemplo ayuda a dimensionar el problema: para el transporte de soja entre Sorriso (MT) y el Puerto de Chancay, en Perú, se recomienda utilizar un vehículo con aproximadamente 30 toneladas por viaje. Esta cantidad es adecuada porque Perú establece, como regla general, un peso bruto vehicular máximo de 48 toneladas, incluyendo el camión, el semirremolque y la carga, además de límites específicos por eje (PERÚ, 2003). Aunque en Brasil algunas combinaciones pueden alcanzar 74 toneladas (CONTRAN, 2021), un vehículo más pesado dificultaría el viaje por territorio peruano (PERÚ, 2003). Además de la cuestión legal, un conjunto de aproximadamente 30 toneladas es más adecuado a las condiciones de la Carretera Interoceánica, especialmente en el cruce de los Andes, donde las pendientes prolongadas, los descensos y las curvas pronunciadas aumentan las exigencias sobre los frenos, el motor y la capacidad de maniobra (BARROS; CARNEIRO, 2024; FHWA, 1995).

Entre los corredores, la Ruta del Cuadrante Rondon aparece como una de las posibilidades más prometedoras para el agronegocio (MPO, 2024; BARROS; CARNEIRO, 2024), ya que puede conectar Acre, Rondônia y el oeste de Mato Grosso con Perú y el Puerto de Chancay (MPO, 2024). El gobierno brasileño estima que esta alternativa reduciría en aproximadamente diez días el viaje marítimo hasta Shanghái. Esta reducción, sin embargo, no se aplica automáticamente a toda la producción nacional (BARROS; CARNEIRO, 2024). El corredor tiende a ser más competitivo para los orígenes situados en el oeste del país y para las cargas capaces de absorber los costos del cruce continental. Para los municipios cercanos a los puertos atlánticos o ya conectados a ferrocarriles consolidados, la salida por el Pacífico puede seguir siendo más costosa (BARROS; CARNEIRO, 2024).

La Ruta Bioceánica de Capricornio también tiene potencial para el transporte de soja, maíz, carnes y productos industrializados de Mato Grosso do Sul, Paraná y áreas cercanas (MPO, 2024; BARROS et al., 2020). Su principal ventaja es atravesar regiones con una producción agropecuaria consolidada y llegar a puertos chilenos a través de Paraguay y Argentina (MPO, 2024; BARROS et al., 2020). Aun así, el cruce de los Andes por carretera, con elevadas altitudes, restricciones geométricas, riesgos de deslizamientos e interrupciones

climáticas, limita el transporte continuo de grandes volúmenes (BID, 2008; BARROS; CARNEIRO, 2024). Su viabilidad aumentaría con terminales intermodales, la armonización aduanera y conexiones ferroviarias, que reducirían la dependencia de largos desplazamientos en camión (BID, 2023).

La Ruta Porto Alegre–Coquimbo puede fortalecer el comercio entre Brasil, Uruguay, Argentina y Chile (MPO, 2024), pero, para las exportaciones destinadas a China, su ventaja es menos evidente (BARROS; CARNEIRO, 2024). El sur de Brasil ya cuenta con puertos atlánticos relativamente cercanos y cadenas logísticas consolidadas, por lo que atravesar Argentina y los Andes solo será competitivo para determinadas cargas, períodos o destinos (BARROS; CARNEIRO, 2024). Su mayor valor puede estar en la integración productiva regional, en el comercio entre los países sudamericanos y en la creación de rutas alternativas (BARROS et al., 2020; MPO, 2024).

Las Rutas Amazónica y de las Guayanas tienen una importancia estratégica de otra naturaleza (MPO, 2024). Pueden mejorar el abastecimiento de las ciudades fronterizas, ampliar el acceso a servicios públicos, fomentar la bioeconomía y favorecer el comercio regional. La Ruta Amazónica, predominantemente fluvial, enfrenta limitaciones para grandes volúmenes de soja y maíz destinados a China, relacionadas con la estacionalidad hidrológica, los transbordos y la distancia entre los ríos amazónicos y los puertos del Pacífico (SANTOS DE LIMA et al., 2024; BARROS; CARNEIRO, 2024). Por su parte, la Ruta de las Guayanas tiene mayor vocación para la integración regional y la conexión con el Caribe y el Atlántico que para el transporte masivo de granos hacia Asia (MPO, 2024; BARROS; CARNEIRO, 2024).

Cabe mencionar también el Ferrocarril Transoceánico, o Bioceánico, un ambicioso proyecto estratégico destinado a establecer una conexión ferroviaria entre la costa brasileña y los puertos del océano Pacífico, en Perú, creando una ruta alternativa para el comercio con los mercados asiáticos. El corredor completo aún se encuentra en fase de estudios de viabilidad y de articulación internacional. Entre sus principales beneficios se encuentran la reducción de los costos logísticos, la diversificación de las rutas de exportación, la disminución de la dependencia del transporte por carretera y el fortalecimiento económico de las regiones productoras del Centro-Oeste. En territorio brasileño, el proyecto promueve la integración entre el Ferrocarril de Integración Centro-Oeste (FICO), cuya conexión entre Mara Rosa (GO) y Água Boa (MT) está en construcción, y el

Ferrocarril de Integración Oeste-Este (FIOL), con obras en curso en los tramos entre Ilhéus, Caetité y Barreiras, en Bahía, formando, junto con el Ferrocarril Norte-Sur, un amplio corredor nacional de transporte de cargas (ANTT, 2025). Aunque no forma parte formalmente de las Rutas de Integración Sudamericana, el Ferrocarril Transoceánico estaría, por lo tanto, asociado a la Ruta del Cuadrante Rondon, que incluye áreas del oeste de Mato Grosso, Rondônia y Acre, y las conecta con Perú. La integración con la FIOL y la FICO permitiría, además, que áreas del Matopiba, Goiás y Mato Grosso utilizaran tanto los puertos atlánticos como el Puerto de Chancay.

2 Fundamentación conceptual

2.1 La dimensión ambiental

La dimensión ambiental constituye el principal límite a la implementación indiscriminada de estos corredores (DCP, 2022; ARGUELHO et al., 2023). En las rutas amazónicas, las nuevas carreteras no generan impactos únicamente sobre la franja directamente ocupada por la infraestructura (FEARNSIDE, 2015; LAURANCE et al., 2009). Estas alteran la accesibilidad regional y pueden estimular la ocupación desordenada, la especulación inmobiliaria, la explotación ilegal de madera, la minería, las quemas y la expansión agropecuaria sobre áreas anteriormente aisladas (FEARNSIDE, 2015; KLEINSCHROTH; HEALEY, 2017).

Los efectos indirectos pueden superar los impactos de la propia obra (LAURANCE et al., 2009; KLEINSCHROTH; HEALEY, 2017). La fragmentación de hábitats, el atropellamiento de fauna, la alteración del drenaje, la erosión y la sedimentación de los ríos se suman a la presión sobre las unidades de conservación, las tierras indígenas y los territorios de comunidades tradicionales (LAURANCE et al., 2009; KLEINSCHROTH; HEALEY, 2017). Cuando se planifica únicamente de acuerdo con intereses exportadores, la infraestructura amazónica puede aumentar la vulnerabilidad socioambiental (DCP, 2022; ARGUELHO et al., 2023).

Esto no significa que cualquier infraestructura en la Amazonía sea inviable. Las vías navegables adecuadamente planificadas, la recuperación de carreteras existentes y los ferrocarriles implementados en corredores ya antropizados pueden reducir las emisiones y concentrar los flujos de carga (VILLEN et al., 2025). Sin embargo, la viabilidad ambiental depende de la evaluación de los impactos acumulativos de todo el corredor, y no únicamente del licenciamiento aislado de cada puente, puerto o tramo vial (IFC, 2013; DCP, 2022).

En las rutas que atraviesan el Pantanal, el Chaco y los Andes, los riesgos también son relevantes (SCHULZ et al., 2019; CALDAS et al., 2015; TOVAR et al., 2022). El Pantanal depende de la conectividad de su sistema hidrológico (SCHULZ et al., 2019); el Chaco experimenta una rápida transformación de la cobertura vegetal (CALDAS et al., 2015); y los Andes presentan ecosistemas frágiles, grandes variaciones de altitud y riesgos geotécnicos (TOVAR et al., 2022; BARROS; CARNEIRO, 2024). Así, la elección del trazado y del modo de transporte puede determinar si una ruta será ambientalmente gestionable o territorialmente destructiva (ARGUELHO et al., 2023; SEREBRISKY et al., 2018). Es un hecho que las presiones sobre los bosques han aumentado como consecuencia de los planes de expansión de las plantaciones de soja y de otros cultivos de exportación, incluidos los biocombustibles, las actividades mineras, las represas y otras acciones antrópicas (PEREIRA et al., 2020; RONDINELLI; BERRY, 2000), especialmente en áreas remotas y ambientalmente sensibles, como las zonas aledañas a carreteras y ferrocarriles (TISLER et al., 2022).

2.2 Una viabilidad condicionada

Las Rutas de Integración Sudamericana no son totalmente viables ni totalmente inviables (ROBERTS et al., 2020; SEREBRISKY et al., 2018). La viabilidad depende del territorio y de las condiciones de cada tramo. Algunas partes pueden ofrecer buenos resultados económicos, generar impactos ambientales controlables y aportar beneficios sociales; otras pueden requerir inversiones muy elevadas para reducir poco los costos de transporte, además de generar impactos ambientales y sociales significativos (ALBERTI; PEREYRA, 2018; BARROS; CARNEIRO, 2024).

Para el agronegocio, las mayores oportunidades se encuentran en el Cuadrante Rondon y en la Ruta Bioceánica de Capricornio, especialmente para los orígenes cercanos a los corredores y cuando exista un transporte ferroviario o fluvial eficiente. Para otras áreas del país, los puertos del Atlántico seguirán siendo más competitivos (BARROS; CARNEIRO, 2024). La apertura hacia el Pacífico debe funcionar como una alternativa complementaria, y no como una sustitución automática de la estructura existente (BARROS; CARNEIRO, 2024; MPO, 2024).

La relación comercial con China fortalece la justificación económica del proyecto, pero también revela un riesgo estratégico (MAPA, 2026; MPO, 2024). La concentración de las exportaciones en un único mercado puede hacer que las

inversiones dependan de las políticas comerciales, sanitarias y geopolíticas de China (MARQUES; CAMPOS, 2020). Por ello, las rutas también deben ampliar el comercio entre los países sudamericanos y favorecer la exportación de productos procesados, evitando que el continente se convierta únicamente en proveedor de materias primas (MARQUES; CAMPOS, 2020; BARROS et al., 2020).

Una implementación responsable exigirá abandonar la idea de que toda reducción de distancia representa desarrollo (SEREBRISKY et al., 2018; DCP, 2022). El éxito no se mide únicamente por el número de kilómetros construidos o por las toneladas exportadas, sino por la capacidad de reducir costos sin aumentar la deforestación, integrar las fronteras sin desestructurar a las comunidades y aumentar las exportaciones sin profundizar la dependencia económica (SEREBRISKY et al., 2018; DCP, 2022). El proyecto puede ser viable, siempre que cada intervención sea seleccionada mediante análisis multicriterio que combinen costo logístico, demanda efectiva, capacidad portuaria, emisiones, biodiversidad, riesgos climáticos y distribución social de los beneficios (SEREBRISKY et al., 2018; ARGUELHO et al., 2023; IFC, 2013). Sin estas condiciones, las rutas podrán acortar el trayecto de las mercancías hacia China, pero aumentar la distancia entre crecimiento económico, protección ambiental y desarrollo social (ROBERTS et al., 2020; DCP, 2022).

2.3 La necesidad de simular antes de invertir

Para abordar una viabilidad tan dependiente del territorio, es necesario disponer de un sistema capaz de simular la implementación de los proyectos, tanto de manera individual como integrada, considerando sus efectos sobre la dinámica logística regional y sobre el desempeño de las vías alimentadoras asociadas a los nuevos tramos. La evaluación sistemática de la infraestructura exige herramientas que permitan anticipar impactos y examinar diferentes escenarios operativos. En este contexto, la modelización computacional aplicada al transporte de cargas permite identificar previamente cuellos de botella y restricciones operativas antes de la ejecución física de las obras (OLIVEIRA, 2021, p. 45). La capacidad y el desempeño de las vías alimentadoras, a su vez, son factores determinantes para la fluidez de los desplazamientos y para la viabilidad económica del corredor logístico regional en su conjunto (NOVAES, 2019, p. 112).

La simulación de proyectos de infraestructura logística, respaldada por algoritmos de optimización, puede reducir el tiempo y la inversión necesarios, aumentando la eficiencia en el uso de los recursos disponibles (CUNHA, 2022, p. 89). En proyectos de elevada complejidad territorial, como las rutas bioceánicas, la eficiencia operativa también depende de la cooperación entre los países involucrados en las etapas de planificación, ejecución y gestión de las infraestructuras. Estas iniciativas requieren mecanismos de gobernanza compartida, capaces de articular diferentes instituciones, reducir las barreras burocráticas y compatibilizar los intereses nacionales en favor de un proceso integrado de desarrollo regional (ABREU, 2023, p. 77). La consolidación de los corredores bioceánicos presupone, por lo tanto, no solo la implementación de infraestructura física, sino también la armonización de los procedimientos aduaneros, la coordinación de los cronogramas de inversión y el mantenimiento de mecanismos permanentes de cooperación en la gestión de las estructuras fronterizas, elementos esenciales para garantizar la continuidad operativa de los corredores, reducir ineficiencias y fortalecer la integración económica y territorial entre los países (IPEA, 2024, p. 15). Además, la modelización mediante simulación es una herramienta esencial para ampliar la comprensión del comportamiento de las especies y del impacto causado por las vías de transporte, cuantificando sus efectos sobre las poblaciones (DORNAS et al., 2019; BEAUDRY et al., 2008; BORDA-DE-ÁGUA et al., 2014; JAEGER et al., 2005).

2.4 Modelización *ex-ante*: simular la realidad para evaluar nuevos proyectos

En proyectos de infraestructura logística —carreteras, ferrocarriles, puertos, terminales y centros de distribución— las decisiones son costosas y difíciles, o incluso imposibles, de revertir. Por ello, es importante saber, antes de invertir, qué es probable que ocurra. Ese es el papel de la modelización *ex-ante*, expresión latina que significa “antes del hecho”: el análisis realizado antes de que el proyecto exista, para simular sus efectos y apoyar la decisión de llevarlo a cabo o no (DE RUS, 2021). Se distingue de la evaluación *ex-post*, realizada cuando la obra ya está terminada y en operación. Mientras esta mide lo que efectivamente ocurrió, aquella trabaja con previsiones y escenarios. Ambas se complementan, ya que comparar lo previsto con lo realizado ayuda a perfeccionar los modelos y a corregir el optimismo habitual en las estimaciones iniciales (FLYVBJERG, 2009).

El punto central del enfoque es construir un modelo que represente la realidad actual y su evolución a lo largo de un período —normalmente, el horizonte de vida útil de la inversión, que puede alcanzar veinte o treinta años (COMISIÓN EUROPEA, 2014). No basta con observar una “foto” de hoy; es necesario un “película” capaz de reproducir cómo se desplazan las personas y las cargas por la red: orígenes, destinos, volúmenes, rutas elegidas, tiempos y costos de viaje. En transporte, esta representación suele seguir el modelo de cuatro etapas: generación, distribución, división modal y asignación en la red (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011), de modo que el sistema simulado se comporte como el sistema real.

Un paso indispensable es definir el escenario base, también denominado escenario “sin proyecto” o do-nothing, que describe lo que ocurriría si no se construyera nada, considerando el crecimiento natural de la demanda y las obras ya contratadas. Este escenario funciona como referencia de comparación: sin él, no es posible medir cuánto modifica realmente la realidad un nuevo proyecto (CASCETTA, 2009). Una vez definida la realidad simulada y establecido el escenario base, el modelo pasa a funcionar como un laboratorio. Es entonces cuando se incorpora un nuevo proyecto o se modifica uno existente —un nuevo ferrocarril, la duplicación de una carretera o la ampliación de un puerto— y se vuelve a ejecutar la simulación, obteniendo el escenario “con proyecto”. La evaluación surge precisamente de la comparación entre ambos escenarios. La diferencia entre ellos constituye el efecto real de la inversión, denominado contrafactual, ya que solo aquello que cambia debido al proyecto debe atribuirse a este (DE RUS, 2021).

Entre los resultados que normalmente se examinan se encuentran la reducción del tiempo y del costo de transporte, los cambios en los volúmenes y las rutas, la migración entre modos de transporte (carretero, ferroviario y fluvial), las mejoras en eficiencia, confiabilidad y capacidad de la red, además de efectos económicos, sociales y ambientales, como las emisiones y los accidentes. Estos efectos pueden convertirse en valores monetarios y compararse con los costos de construcción y operación; indicadores como el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) permiten resumir si el proyecto resulta conveniente y comparar alternativas competidoras (COMISIÓN EUROPEA, 2014). Como toda previsión implica incertidumbre, es prudente probar variaciones en los supuestos mediante un análisis de sensibilidad, verificando si la conclusión se mantiene bajo escenarios más y menos favorables.

En síntesis, la modelización *ex-ante* permite “experimentar” con proyectos de infraestructura logística en el ordenador antes de comprometer recursos en el mundo real, siguiendo siempre el mismo proceso: simular la realidad durante un período; construir el escenario sin proyecto; incorporar o modificar los proyectos; y comparar los resultados. De este modo, la decisión de invertir deja de ser una conjetura y pasa a basarse en evidencias, reduciendo el riesgo de realizar obras costosas que entreguen menos de lo prometido.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

El uso de modelos de simulación constituye una metodología para la resolución de problemas del mundo real, empleada para describir y analizar el comportamiento de un sistema y para probar cambios que contribuyan a la planificación y al diseño de sistemas que representan eventos reales (PRITSKER, 1998). En este sentido, el objetivo central de este estudio es desarrollar un modelo capaz de simular y evaluar la dinámica de la logística continental frente a nuevos proyectos, midiendo su eficiencia económica y su capacidad para reducir los costos de transporte.

3.2 Objetivos específicos

De manera más detallada, el estudio busca simular y evaluar cada una de las rutas propuestas en las Rutas de Integración Sudamericana, tanto de forma aislada como conjunta. El Escenario Actual representa la infraestructura logística existente y operativa. Cada escenario propuesto incorpora a este contexto un determinado proyecto, considerado ya implementado y en operación. Estos son:

1. Escenario Actual;
2. Ruta de las Guayanas;
3. Ruta Amazónica;
4. Ruta del Cuadrante Rondon;
5. Ruta Bioceánica de Capricornio;
6. Ruta Porto Alegre–Coquimbo;

7. Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico).

Además de estos escenarios, se simularon los proyectos que integran las Rutas de Integración Sudamericana, considerando una reducción del 20 % (veinte por ciento) en los valores de flete de cada proyecto, asociada a obras de mejora geométrica y pavimentación de las carreteras.

4 Alcance del estudio

El objeto de estudio es el transporte de la soja y el maíz, los dos principales granos de la producción agrícola brasileña, con cosechas en períodos alternados, a través de la red logística que conecta las regiones productoras con los puertos de exportación. En la práctica, la logística de granos de Brasil funciona como un sistema único compartido por ambos productos, y no como dos cadenas paralelas. Los mismos puertos, las mismas carreteras estructurantes y buena parte de las mismas regiones productoras atienden a ambos cultivos, y el calendario agrícola determina cuál de ellos utiliza la red en cada momento del año.

El área de análisis es continental y abarca el territorio brasileño y sus conexiones con los países vecinos, así como con los puertos del Atlántico y del Pacífico contemplados por las Rutas de Integración Sudamericana. Para cada producto, el estudio trabaja con la demanda representada en la matriz origen-destino y la asigna a la red de transporte, evaluando rutas, costos, distancias y uso de la capacidad portuaria en cada escenario. Además de los siete escenarios de referencia, el alcance incluye una familia de escenarios con horizonte en 2035, en los que se evalúa la ampliación de la capacidad de embarque de los puertos y escenarios que combinan el conjunto de inversiones, lo que permite comparar el efecto de cada proyecto de forma aislada con el efecto de su implementación conjunta.

5 Fuentes y tratamiento de los datos

La base de datos geográficos constituye el principal conjunto de entrada, procesamiento y salida de información espacial y tabular, proporcionando los insumos necesarios para que el sistema recupere y transforme los datos en información de enrutamiento (BURROUGH, 1989). Una base espacial simple, estructurada, bien definida, conectada y documentada ofrece a los Sistemas de

Información Geográfica (SIG) y a las bases de datos espaciales numerosas aplicaciones (NAZÁRIO et al., 2000).

La base de datos del Plan Nacional de Logística 2050 (PNL 2050), publicado por el Ministerio de Transportes, proporcionó un punto de partida sólido para la modelización y simulación de los escenarios. Además de información como las sedes y áreas municipales, las sedes portuarias y la superficie destinada a la producción agrícola, obtenidas del IBGE, tres conjuntos de datos fueron especialmente útiles: la matriz origen-destino del escenario base, la representación de la infraestructura de transporte y la cartera de proyectos futuros.

La matriz origen-destino (OD) describe cuánto y hacia dónde se desplazan las cargas entre las diferentes regiones. Es el insumo que alimenta el modelo de demanda, ya que traduce la actividad económica en flujos concretos sobre la red. Al adoptar las matrices OD del PNL 2050, el estudio pasa a trabajar con volúmenes ya consolidados, garantizando que la simulación reproduzca patrones de desplazamiento coherentes con la realidad nacional.

La base de infraestructura de transporte, a su vez, representa las carreteras, ferrocarriles, vías navegables, puertos y terminales existentes, con sus capacidades, extensiones y condiciones operativas. Sobre esta red se asignan los flujos de la matriz OD, lo que permite identificar rutas, tiempos, costos y, sobre todo, los cuellos de botella y tramos saturados. Esta representación constituye el escenario base, o escenario “sin proyecto”, frente al cual se comparan las intervenciones.

Por último, la cartera de proyectos futuros reúne las intervenciones previstas, como nuevos corredores ferroviarios y ampliaciones portuarias, para ser incorporadas al modelo, de forma individual o conjunta, conformando los escenarios alternativos. Se destacan los proyectos de los ferrocarriles FICO, FIOL y de la Red Norte de RUMO. Al añadir cada proyecto a la red y ejecutar nuevamente la simulación, es posible medir sus efectos sobre la demanda, la división modal y el desempeño logístico, siempre en comparación con el escenario base. De esta manera, las bases del PNL 2050 aportan consistencia y estandarización al análisis, aproximando la evaluación *ex-ante* a las directrices oficiales de planificación del país.

6 Metodología

6.1 Visión general del enfoque

La metodología sigue la lógica de la evaluación *ex-ante* descrita en la fundamentación conceptual. Primero, se representa la realidad logística actual sobre una red georreferenciada. A continuación, se define el escenario base “sin proyecto” y, finalmente, se incorporan o modifican proyectos para generar escenarios “con proyecto”, cuyos resultados se comparan con el escenario base. Cada producto se modeliza por separado, pero sobre la misma infraestructura, reflejando el hecho de que ambos comparten puertos, carreteras y regiones productoras.

6.2 Modelos, sistemas y herramientas utilizados

El núcleo operativo del estudio es OtimizaInfra, una plataforma de modelización y simulación de rutas que integra, para cada producto, la matriz origen-destino, la infraestructura de transporte existente y proyectada, la demanda de cargas actual o prevista y la capacidad de los puertos. El objetivo es apoyar la toma de decisiones en la planificación estratégica de las vías de transporte. En lugar de analizar cada elemento de forma aislada, la plataforma los reúne en un único modelo y muestra, de manera concreta, por dónde circularía la carga, cuánto costaría y dónde surgirían los cuellos de botella.

OtimizaInfra trabaja a partir de cuatro bases de datos que, en conjunto, representan la oferta y la demanda de transporte. La red de infraestructura describe los tramos carreteros, ferroviarios, fluviales y marítimos, con sus costos, distancias y situación. La matriz origen-destino informa cuánto de cada producto se desplaza desde cada origen hacia cada destino, mes a mes. La base de datos de puertos contiene la capacidad de movimiento por producto, que funciona como un límite físico que debe respetarse. Y las sedes municipales proporcionan los puntos de origen y destino que conectan la demanda con la red. El usuario también selecciona el producto que desea analizar y el archivo de salida.

La parte principal de la plataforma es el cálculo de las mejores rutas entre el origen y el destino de la carga. Para cada flujo, se busca el camino de menor costo sobre la red, obtenido mediante optimización sobre el grafo que representa la infraestructura de transporte, considerando los puertos como puntos de transbordo sujetos a restricciones de capacidad. La demanda se asigna mes a mes, también mediante optimización: cuando un puerto alcanza

su límite, el excedente se redirige automáticamente al puerto viable de menor costo que aún disponga de capacidad, y todo volumen que no pueda ser atendido se registra de forma explícita. De esta manera, el modelo no solo traza rutas, sino que también revela dónde la capacidad instalada es insuficiente.

Con ello, es posible evaluar el impacto de nuevos emprendimientos en la dinámica logística territorial. Los estudios de corredores, de macrologística y de planificación territorial ganan en transparencia, comparabilidad y claridad en la comunicación estratégica. La plataforma proyecta escenarios futuros y evalúa la dinámica del transporte de la producción agrícola. Al incorporar proyectos en fase de estudio, ferrocarriles estructurantes, nuevas carreteras, corredores bioceánicos o ampliaciones de calado y de terminales portuarias, es posible evaluar su impacto sistémico incluso antes del inicio de las obras. La herramienta responde a cuestiones críticas (Tabla 1), como la migración de cargas, la reducción de los cuellos de botella y la viabilidad de nuevos tramos. Es precisamente esta capacidad de transformar datos en escenarios la que la convierte en un instrumento de apoyo a la toma de decisiones, aproximando la selección de inversiones a la evidencia y reduciendo el riesgo de decisiones costosas y difíciles de revertir.

Los resultados se generan en formatos listos para su análisis y presentación: tablas (CSV) con las rutas; el resumen del movimiento por puerto y mes; la auditoría de problemas y los volúmenes no asignados; un archivo geográfico (GeoPackage) con el flujo efectivo por tramo, mes a mes y acumulado anual, listo para abrir en un sistema de mapas como QGIS; un mapa animado en el que las partículas recorren las rutas desde el origen hasta el destino, con colores que distinguen la carga interna de la carga destinada a la exportación; y un informe con gráficos de demanda mensual, uso de la capacidad portuaria y trazado de las rutas. El cuadro que se presenta a continuación resume las principales capacidades de la plataforma.

Tabla 1 — Principales capacidades de la plataforma OtimizaInfra

Simulación de escenarios Compara alternativas de infraestructura, cambios de ruta y redistribución de flujos en diferentes configuraciones logísticas.	Identificación de cuellos de botella Señala tramos críticos, concentración de cargas y límites operativos asociados a la capacidad de atención portuaria.
Productos geoespaciales Genera capas, tablas y registros auditables para su integración con SIG, informes técnicos y presentaciones institucionales.	Apoyo a la toma de decisiones públicas Traduce la modelización logística en información objetiva para la planificación territorial, las políticas de transporte y el análisis de inversiones.

6.3 Etapas metodológicas

El análisis de cada escenario sigue una secuencia bien definida. Primero, se construye la red de infraestructura correspondiente al escenario, seleccionando los tramos existentes o proyectados que lo componen. A continuación, se carga la matriz origen-destino del producto y la capacidad de los puertos. Luego, se calculan las rutas de menor costo entre orígenes y destinos y se asigna la demanda mes a mes, respetando los límites de cada puerto y redistribuyendo el excedente hacia el puerto viable de menor costo que disponga de capacidad. Finalmente, los resultados se consolidan en tablas, capas geográficas y gráficos, que sirven de base para el análisis comparativo entre escenarios y entre los dos productos.

6.4 Parámetros, supuestos y criterios adoptados

La asignación de la carga se rige por el criterio de menor costo de transporte, sujeto a la capacidad de embarque de cada puerto, considerada como un límite físico mensual. En los escenarios de referencia, esta capacidad refleja la estructura actual de las terminales y, en general, es la misma para ambos productos, ya que deriva de la estructura física de la terminal para cada cultivo. Lo que cambia —y cambia considerablemente— es la presión que cada cosecha ejerce sobre esta capacidad compartida. En los escenarios con horizonte en 2035, se adopta el supuesto de inversiones que elevan la capacidad de embarque de todos los puertos a 15 millones de toneladas mensuales para cada producto. También se considera una variante en la que se aplica una reducción del 20 % en los valores de flete, asociada a mejoras geométricas, pavimentación de las carreteras y otras intervenciones. En todos los casos, los proyectos futuros

se incorporan como infraestructura ya implementada y operativa, de modo que el efecto medido corresponde al contraste entre el escenario con proyecto y el escenario base.

6.5 Construcción de los escenarios

Los escenarios se construyeron de forma incremental a partir del Escenario Actual. Cada ruta o ferrocarril de las Rutas de Integración Sudamericana se incorpora individualmente a la red, lo que permite aislar su efecto y, al final, también se evalúan combinaciones que reúnen el conjunto de inversiones. La familia de escenarios con horizonte en 2035 repite esta lógica bajo el supuesto de ampliación de la capacidad portuaria, y los escenarios de “todas las inversiones implementadas”, con y sin el Ferrocarril Transoceánico completo, permiten observar el comportamiento del sistema cuando las intervenciones operan de manera conjunta. Esta construcción incremental es lo que hace que la comparación entre escenarios sea informativa. Como solo cambia un elemento a la vez, la diferencia observada puede atribuirse al proyecto correspondiente.

6.6 Indicadores de evaluación

El análisis de cada escenario se basa en un conjunto de indicadores que resumen el desempeño logístico y permiten comparar la soja y el maíz, así como los propios escenarios entre sí. Entre ellos se encuentran el volumen total transportado de cada producto y la proporción que pasa por los puertos; el número de puertos efectivamente utilizados; la distancia media ponderada por la cantidad transportada; el costo medio de transporte por tonelada; el volumen, la participación y el costo de transbordo por puerto; y la utilización media y máxima de la capacidad de embarque de cada terminal, que evidencia la presión estacional sobre la red. A estos indicadores se suman la identificación de corredores de exportación sin utilización de puertos y un análisis de los impactos socioambientales asociados a cada ruta.

7 Resultados

Para cada escenario se generó un Informe Consolidado, con el objetivo de ofrecer una lectura comparativa entre los dos productos. Las redes de soja y maíz presentan diseños, alcances geográficos y corredores propios. Por ello, cada producto se presenta en su propio mapa, en el que el grosor de las líneas

indica la intensidad del flujo en cada tramo, junto con tablas de rutas y de movimiento por puerto, capas en formato GeoPackage y mapas que pueden integrarse en Sistemas de Información Geográfica.

La logística de granos de Brasil funciona, en la práctica, como un sistema único compartido por la soja y el maíz, y no como dos cadenas paralelas. Los mismos puertos, las mismas carreteras estructurantes y buena parte de las mismas regiones productoras atienden a ambos cultivos, y el calendario agrícola determina cuál de ellos utiliza la red en cada momento del año.

Cada producto puede revelar, en su red, un corredor logístico que atraviesa fronteras internacionales sin estar asociado a ningún puerto formalmente monitoreado. Estos corredores difieren entre sí, lo que indica que la elección de rutas alternativas responde a la geografía específica de cada cultivo, y no a un patrón único de transporte. En este estudio, estos corredores se denominan corredores huérfanos.

Las redes de soja y maíz presentan diseños, alcances geográficos y corredores huérfanos distintos entre sí. Por ello, cada producto se presenta en su propio mapa, con el grosor de las líneas indicando la intensidad del flujo en cada tramo.

Cada Informe Consolidado reúne la siguiente información:

1. Panorama general del transporte;
2. Mapas de las rutas de transporte (soja, maíz y volumen y costo por puerto);
3. Dinámica portuaria y capacidad de embarque;
4. Estacionalidad del transporte (soja y maíz);
5. Corredores huérfanos;
6. Impactos socioambientales (soja y maíz);
7. Consideraciones finales.

Las secciones siguientes presentan los informes correspondientes a cada escenario.

Informe Consolidado – Escenario Actual – Base

1. Panorama general del transporte

La soja movilizó 142 millones de toneladas en el ciclo analizado, de las cuales 103 millones de toneladas (72 %) pasaron por alguno de los 14 puertos mapeados.

La soja recorre, en promedio, 15.734,86 km ponderados por la cantidad transportada, frente a los 12.143,34 km del maíz, y presenta un costo proporcionalmente mayor por tonelada (R\$ 908,93 frente a R\$ 757,79), diferencia que refleja el peso relativo de cada producto en rutas de exportación de larga distancia (Tabla 2).

Tabla 2 – Escenario Base – Panel general comparativo entre soja y maíz.

Indicador	Soja	Maíz
Volumen total transportado	142 Mt	87 Mt
Volumen vía puertos	103 Mt (72%)	58 Mt (67%)
N.º de puertos mapeados	14	N/D
UF de origen líder	Mato Grosso (~38 Mt)	N/D
Distancia media ponderada	15.734,86 km	12.143,34 km
Costo medio ponderado	R\$ 908,93/t	R\$ 757,79/t

2. Mapas de las rutas de transporte

Las redes de soja y maíz presentan diseños, alcances geográficos y corredores de exportación que no utilizan puertos distintos entre sí. Por ello, cada producto se presenta en su propio mapa, con el grosor de las líneas indicando la intensidad del flujo de cada tramo.

2.1 Soja

La figura siguiente (Figura 3) fue construida a partir de la base geoespacial y muestra el diseño de la red de transporte de la soja. Es posible observar una red extremadamente densa en el Centro-Sur del país, lo que refleja la proximidad entre las áreas productoras, las carreteras y los puertos de Santos, Paranaguá y Río Grande. Por su parte, los flujos hacia Belém y São Luís, en el denominado Arco Norte, aparecen como corredores más largos y menos ramificados, que conectan directamente el Centro-Oeste con la costa norte mediante rutas de mayor distancia, pero que han ido adquiriendo relevancia como alternativa a los puertos del Sur y Sudeste.

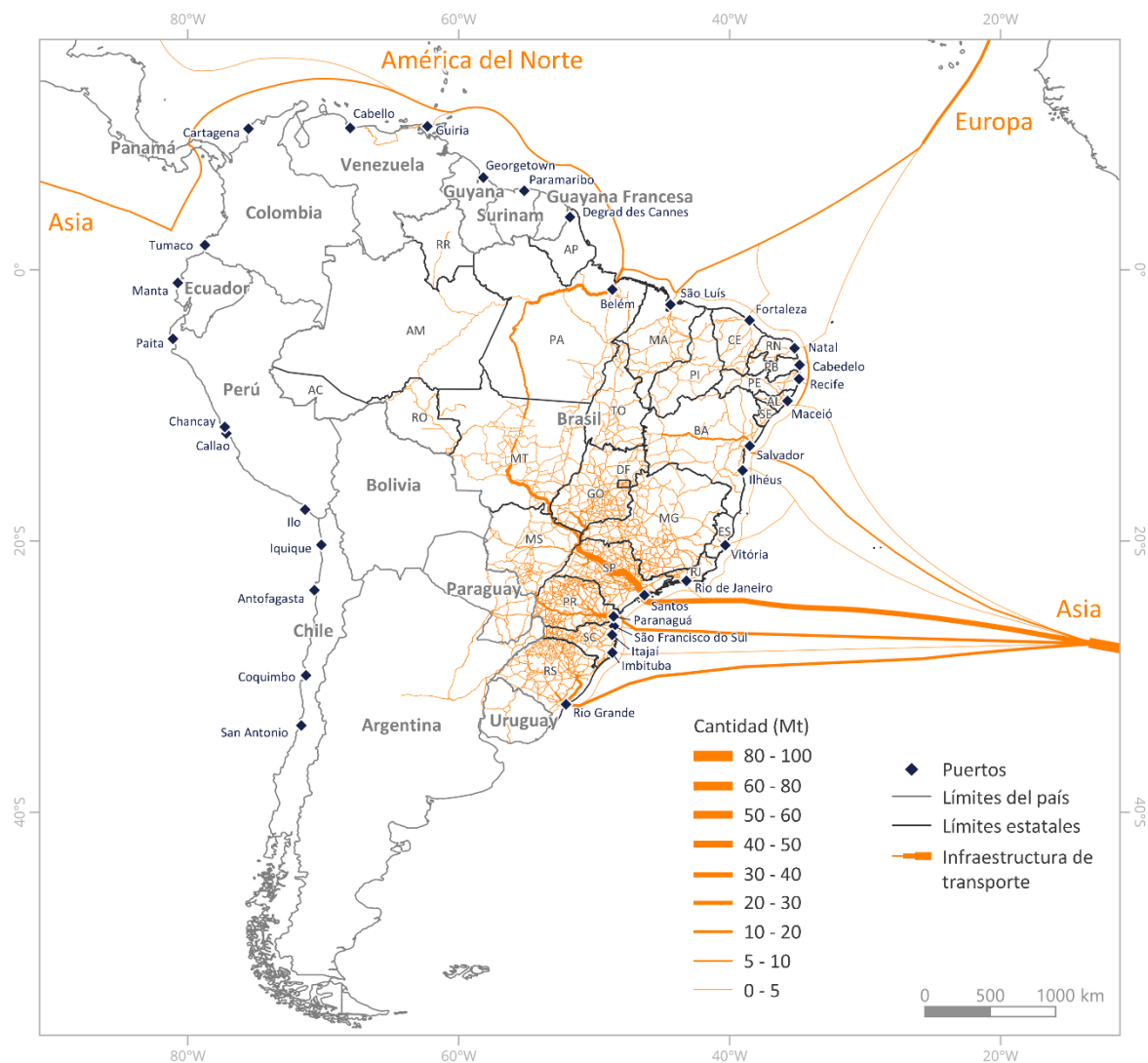


Figura 3 – Escenario base – Rutas de transporte de soja hasta los puertos.

2.2 Maíz

El siguiente mapa (Figura 4) muestra la red de transporte del maíz.

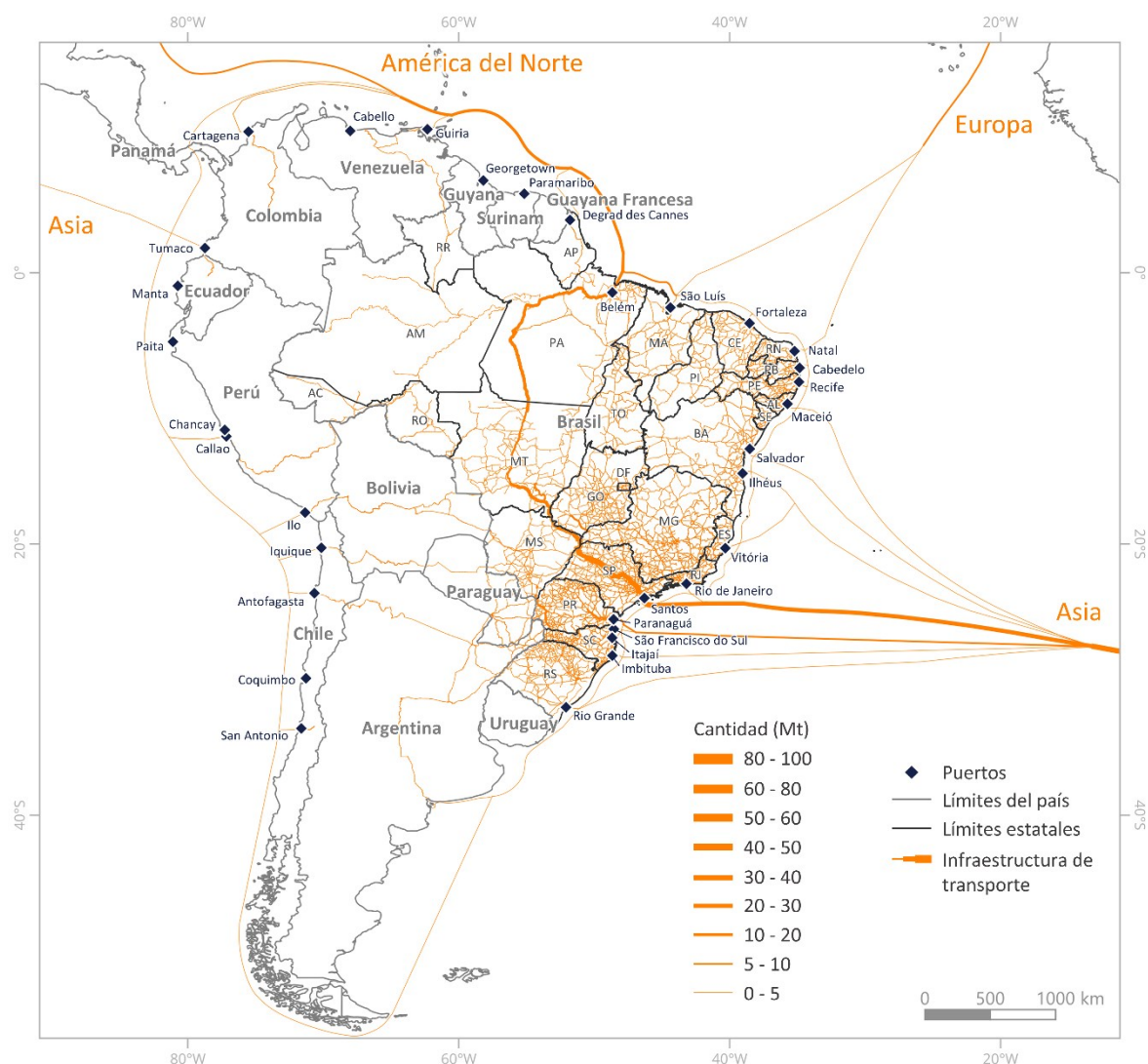


Figura 4 – Escenario base – Rutas de transporte de maíz hasta los puertos.

2.3 Volumen y costo por puerto

La siguiente tabla (Tabla 3) reúne, para los principales puertos de cada producto, el volumen total movilizado durante el año, su participación en el total exportado por la red portuaria y el costo medio de transporte por tonelada, con soja y maíz lado a lado. El símbolo “—” indica que el puerto no aparece de forma aislada en la tabla de origen de ese producto, sino que está incluido en el total de “Demás puertos”.

Tabla 3 – Escenario base – Volumen, participación y costo medio de transporte por puerto, soja y maíz.

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Custo (R\$/t)
Santos	40,9	39,7%	577	30,6	52,5%	631
Belém	16,8	16,3%	860	15,0	25,6%	631

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Rio Grande	16,0	15,6%	695	0,9	1,5%	916
Paranaguá	13,4	13,0%	852	7,0	12,0%	733
Salvador	6,2	6,0%	718	0,4	0,8%	392
São Luís	3,9	3,8%	740	1,7	3,0%	394
Vitória	3,7	3,6%	654	1,9	3,3%	428
Demás puertos	3,0	2,0%	700 a 1.170	0,8	1,4%	—

Santos lidera el transporte de ambos productos, pero con pesos diferentes entre ellos: concentra el 39,7 % de la soja y el 52,5 % del maíz.

Santos concentra por sí solo casi el 40 % de todo el volumen que pasa por los puertos, consolidándose como el principal canal de transporte del país, con el costo medio de transporte más bajo entre las grandes terminales, reflejo de su proximidad a las regiones productoras del Centro-Sur y de la infraestructura vial más consolidada que lo conecta. Belém y Paranaguá, por su parte, aunque movilizan volúmenes elevados, presentan un costo medio por tonelada más alto, lo que es esperable dado que atienden orígenes más distantes y rutas que combinan tramos terrestres y marítimos más largos.

3. Dinámica portuaria y capacidad de embarque

La capacidad de embarque mensual de cada puerto es la misma para ambos productos. Es la estructura física de la terminal la que establece el límite, no el cultivo transportado. Lo que cambia —y cambia considerablemente— es la presión que cada cosecha ejerce sobre esta capacidad compartida (Tabla 4).

Tabla 4 – Escenario base – Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.

Puerto	Capacidad (mil t/mes)	Soja		Maíz	
		Util. media	Util. máxima	Util. media	Util. máxima
Santos	7.137	47,7%	81,3%	35,8%	78,9%
Belém	2.928	47,8%	83,9%	42,6%	93,7%
Paranaguá	2.843	39,4%	66,2%	20,5%	45,8%
Rio Grande	2.456	54,4%	92,8%	2,9%	6,7%
São Luís	2.157	14,9%	25,5%	6,7%	15,0%
Salvador	747	69,4%	100%	4,9%	11,5%
Vitória	720	43,2%	73,2%	22,3%	49,7%
Imbituba	202	48,6%	82,7%	—	—
São Francisco do Sul	946	—	—	1,5%	3,4%

Belém es el caso más evidente de un puerto sometido a una doble presión: alcanza el 83,9 % de utilización de su capacidad en el pico de la soja y el 93,7 % en el pico del maíz, convirtiéndose en la terminal más crítica de la red para ambos cultivos, aunque en períodos diferentes del año. Salvador funciona, en la práctica, como un puerto dedicado a un solo producto: alcanza el 100 % de utilización en el pico de la soja y apenas supera el 12 % en el maíz. Santos y Paranaguá, dos de las mayores terminales en términos de capacidad absoluta, mantienen un margen de capacidad relativamente amplio para ambos productos y funcionan como válvulas de seguridad del sistema.

En el caso de la soja, el panorama muestra una red con una holgura significativa en el promedio anual, pero con comportamientos muy diferentes entre los puertos. Santos, a pesar de ser el puerto con mayor volumen absoluto, opera con un margen considerable respecto de su capacidad, reflejo de una estructura dimensionada para un nivel de movimiento aún mayor que el observado. Rio Grande, por otro lado, llega a operar por encima del 92 % de su capacidad en los meses de mayor demanda, lo que indica un margen operativo mucho más estrecho y una mayor sensibilidad ante cualquier retraso o concentración de los embarques. Salvador, a pesar de su volumen comparativamente pequeño, alcanza el 100 % de su capacidad en algunos meses, lo que indica que su estructura ya opera al límite cuando aumenta la demanda regional. Los puertos de menor tamaño, como Itajaí, Río de Janeiro y Recife, aparecen técnicamente saturados durante la mayor parte del año. Esta condición, sin embargo, se debe a su baja capacidad y a que operan con volúmenes marginales, por lo que funcionan más como rutas complementarias o puntuales que como eslabones centrales de la cadena de exportación.

4. Estacionalidad del transporte

Los gráficos que se presentan a continuación muestran, para cada producto, el volumen total transportado por mes en todos los puertos (a la izquierda) y la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año (a la derecha).

4.1 Soja

El volumen total movilizado por la red portuaria sigue un patrón estacional muy marcado, asociado al calendario de cosecha de la soja. Los gráficos que se presentan a continuación (Figura 5) muestran, a la izquierda, el volumen total

transportado por mes en todos los puertos y, a la derecha, la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año.

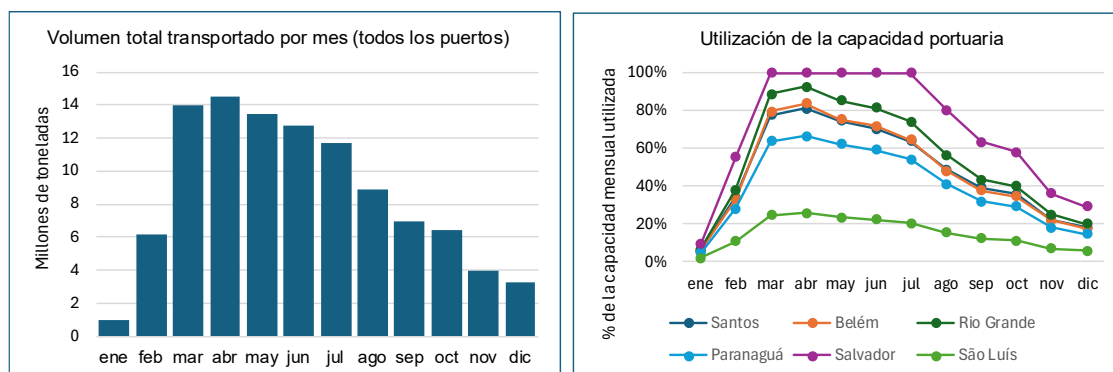


Figura 5 – Escenario base – Volumen mensual total de soja transportado y utilización de la capacidad de los principales puertos.

El volumen total aumenta de aproximadamente 1 millón de toneladas en enero hasta un pico de 14,5 millones de toneladas en abril, período que concentra la cosecha de las principales regiones productoras, y luego disminuye gradualmente hasta diciembre. La tasa de utilización de los puertos sigue este mismo movimiento: entre marzo y julio, precisamente durante el período de mayor intensidad de la cosecha, Salvador opera prácticamente al límite de su capacidad, mientras que Rio Grande, Belém y Santos alcanzan sus mayores niveles de ocupación del año. Este comportamiento evidencia que la presión sobre la infraestructura portuaria no es constante a lo largo del año, sino que se concentra en un período de pocos meses, lo que tiende a generar filas de camiones, mayores tiempos de espera y una mayor competencia por espacio de almacenamiento, precisamente durante el período en que el sistema, en su conjunto, se encuentra más cargado. Santos, por contar con la mayor capacidad absoluta entre los puertos analizados, funciona como una especie de válvula de seguridad del sistema, absorbiendo parte de la presión estacional sin aproximarse a su límite operativo.

4.2 Maíz

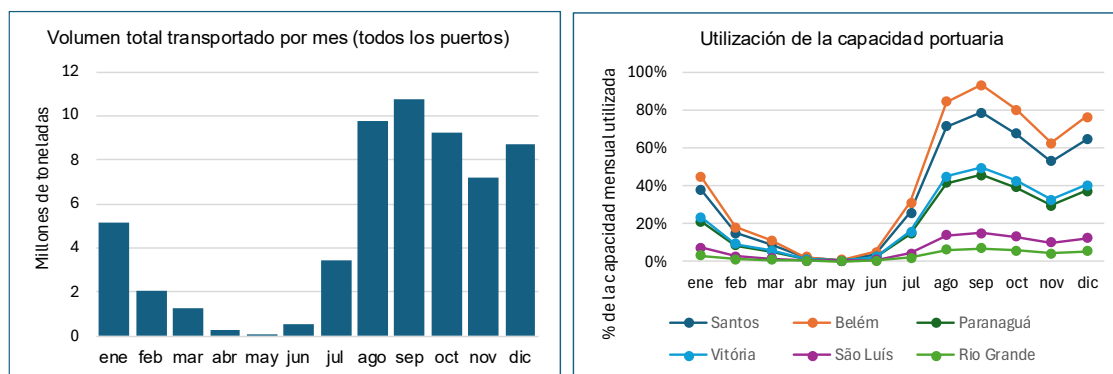


Figura 6 – Escenario base – Volumen mensual total de maíz transportado y utilización de la capacidad de los principales puertos.

Como los picos de demanda rara vez coinciden entre ambos productos, los mismos puertos suelen atender a los dos cultivos a lo largo del año sin que la presión se acumule en un único período, uno de los principales beneficios ocultos de la infraestructura actual desde el punto de vista de la planificación de la red.

5. Corredores huérfanos

Los corredores huérfanos identificados en este análisis merecen especial atención, ya que, en general, representan trayectos internacionales que atraviesan múltiples países. Su eventual expansión futura podría modificar la distancia total recorrida por las cargas y, en consecuencia, la huella ambiental del transporte. Los efectos podrían ser positivos, si dieran lugar a rutas más cortas hasta el mercado final, o negativos, si implicaran la apertura de nuevas carreteras en áreas ambientalmente sensibles, como tramos de la selva amazónica o territorios indígenas eventualmente atravesados por estos trayectos.

6. Impactos socioambientales

Cada producto fue evaluado por separado en cuanto a sus impactos socioambientales en los informes de origen. Las síntesis que se presentan a continuación mantienen este nivel de detalle por cultivo, ya que los tramos, los meses de mayor demanda y los puertos más sensibles difieren entre la soja y el maíz.

6.1 Soja

La forma en que la soja es transportada hasta los puertos tiene implicaciones ambientales relevantes que deben analizarse juntamente con la evaluación

logística. La red vial que conecta las regiones productoras del Centro-Oeste con los puertos del Sur y Sudeste es predominantemente carretera, un modo de transporte que consume más combustible y emite más gases de efecto invernadero por tonelada transportada que las alternativas ferroviarias o fluviales, especialmente en trayectos tan largos como los observados en los datos. En este sentido, el fortalecimiento de rutas como las del Arco Norte, que combinan tramos carreteros más cortos con transporte fluvial hasta Belém y São Luís, representa una alternativa potencialmente más eficiente desde el punto de vista ambiental, al reducir la distancia recorrida por carretera desde las zonas agrícolas del norte de Mato Grosso y Pará.

La concentración estacional del transporte entre marzo y julio también tiene repercusiones ambientales y sociales en las ciudades portuarias, ya que el aumento significativo del tráfico de camiones durante este período eleva las emisiones de contaminantes locales, intensifica el desgaste de la red vial urbana y aumenta la presión sobre las áreas próximas a las terminales, muchas de ellas situadas en regiones estuarinas o costeras ecológicamente sensibles, como Santos, Paranaguá y Belém. La operación de puertos próximos al límite de su capacidad en determinados meses, como se observa en Rio Grande y Salvador, refuerza la importancia de una planificación logística que distribuya mejor los flujos a lo largo del año y entre diferentes corredores, reduciendo los picos de congestión y sus efectos ambientales asociados. En términos generales, el escenario representado por los datos sugiere que las mejoras en la eficiencia ambiental de la cadena de la soja tenderán a derivarse menos de una expansión pura de la capacidad portuaria y más de la diversificación modal y de una mejor distribución temporal y espacial de los flujos de transporte.

7. Consideraciones finales

La lectura conjunta de las tablas y los mapas de soja y maíz permite identificar en qué medida ambos productos comparten la misma infraestructura portuaria y en qué puntos cada uno ejerce una presión diferente sobre la red. Los puertos que presentan una alta utilización para ambos productos, cuando están incluidos en la Tabla 4, merecen prioridad de inversión, ya que concentran el riesgo operativo durante prácticamente todo el año. Por otro lado, los puertos con una utilización elevada para solo uno de los dos productos indican terminales más dedicadas a una única cosecha, con una holgura relativa fuera de su respectivo período de mayor demanda. Los corredores huérfanos, cuando

están presentes, merecen un seguimiento continuo a medida que avanza la infraestructura regional, tanto por su potencial para aliviar la presión sobre las terminales tradicionales como por los impactos socioambientales que su eventual consolidación puede generar.

Informe Consolidado – Ruta Amazónica

1. Panorama general del transporte

La soja movilizó 142 millones de toneladas en el ciclo analizado, de las cuales 103 millones de toneladas (72 %) pasaron por alguno de los 14 puertos mapeados. El maíz movilizó 87,4 millones de toneladas, de las cuales 58,3 millones de toneladas (67 %) se transportaron por alguno de los 18 puertos de su red: 14 brasileños y 4 terminales internacionales (Cartagena (Colombia), Callao (Perú), San Antonio (Chile) y Bahía Blanca (Argentina)), ya incorporados a las rutas de exportación del cereal.

Mato Grosso es el principal origen de ambos productos, con aproximadamente 38 millones de toneladas de soja y 37 millones de toneladas de maíz, lo que convierte al estado en el punto de partida más crítico de la red continental.

La soja recorre, en promedio, 15.734,86 km ponderados por la cantidad transportada, frente a 12.143,35 km del maíz, y presenta un costo proporcionalmente mayor por tonelada (R\$ 908,93 frente a R\$ 757,79), diferencia que refleja el peso relativo de cada producto en las rutas de exportación de larga distancia (Tabla 5).

Tabla 5 – Ruta Amazónica – Panel general comparativo entre soja y maíz.

Indicador	Soja	Maíz
Volumen total transportado	142 Mt	87,4 Mt
Volumen vía puertos	103 Mt (72%)	58,3 Mt (67%)
N.º de puertos mapeados	14	18
UF de origen líder	Mato Grosso (~38 Mt)	Mato Grosso (~37 Mt)
Distancia media ponderada	15.734,86 km	12.143,35 km
Costo medio ponderado	R\$ 908,93/t	R\$ 757,79/t

2. Mapas de las rutas de transporte

2.1 Soja

La siguiente figura (Figura 7) fue construida a partir de la base geoespacial y muestra el diseño de la red de transporte de la soja, con el grosor de las líneas

representando la intensidad del flujo en cada tramo. Es posible observar una red extremadamente densa en el Centro-Sur del país, lo que refleja la proximidad entre las áreas productoras, las carreteras y los puertos de Santos, Paranaguá y Rio Grande. Por su parte, los flujos hacia Belém y São Luís, en el denominado Arco Norte, aparecen como corredores más largos y menos ramificados, que conectan directamente el Centro-Oeste con la costa norte mediante rutas de mayor distancia, pero que han ido adquiriendo relevancia como alternativa a los puertos del Sur y Sudeste.

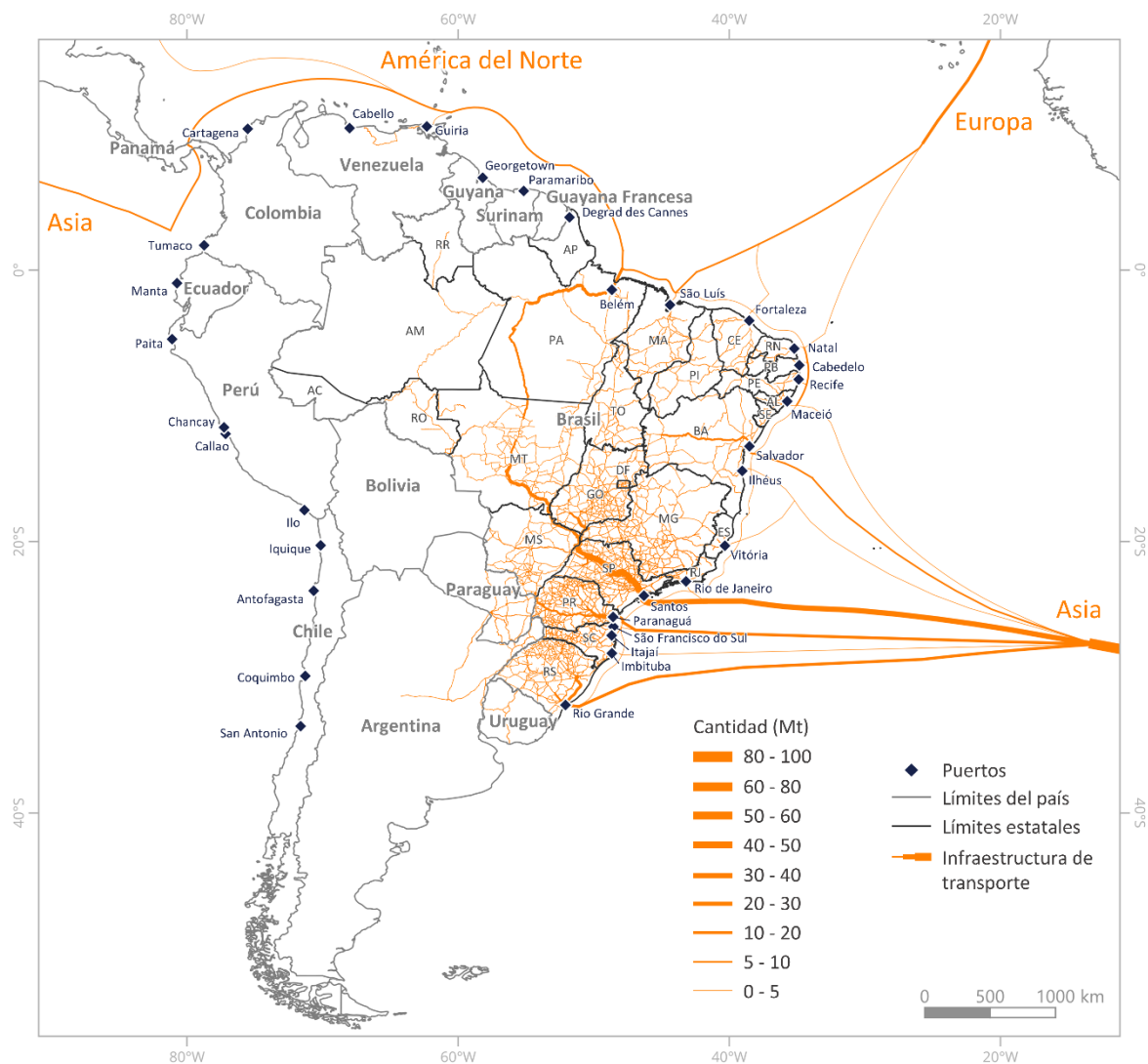


Figura 7 – Ruta Amazónica – Rutas de transporte de soja hasta los puertos.

2.2 Maíz

La siguiente figura (Figura 8) fue construida a partir de la base geoespacial y muestra el diseño de la red de transporte del maíz. Al igual que en el caso de la soja, se observa una red densa en el Centro-Sur que converge hacia Santos y

Paranaguá, así como un corredor más largo en dirección a Belém, en el Arco Norte. También aparecen rutas que se extienden más allá de las fronteras de Brasil, alcanzando puertos del Pacífico (Callao, en Perú, y San Antonio, en Chile), del Caribe colombiano (Cartagena) y del litoral argentino (Bahía Blanca). Aunque movilizan volúmenes pequeños en comparación con los grandes puertos brasileños, estas rutas evidencian la existencia de corredores logísticos internacionales ya en operación, que conectan el Centro-Oeste brasileño con alternativas de transporte en otros países de América del Sur.

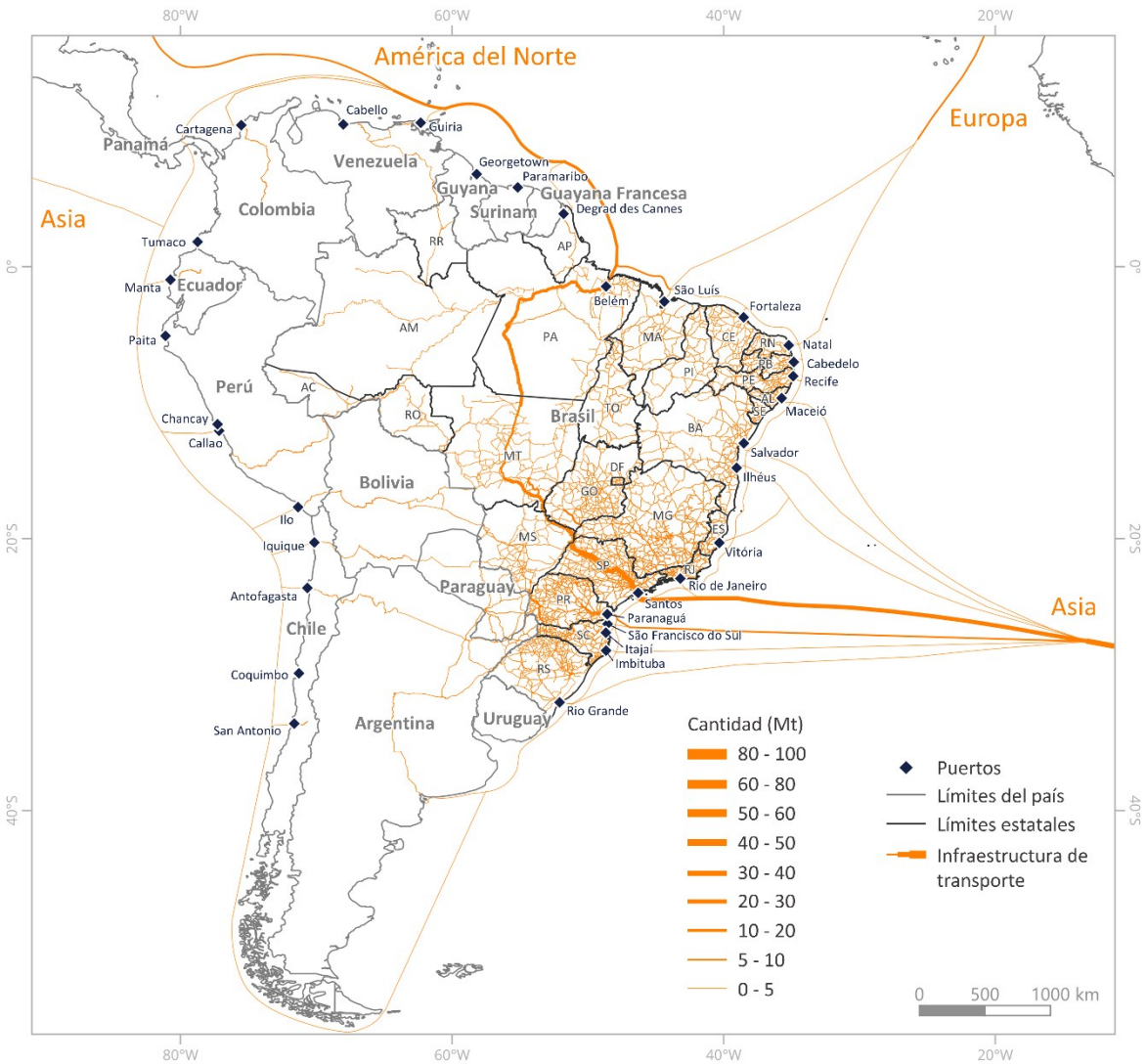


Figura 8 – Ruta Amazónica – Rutas de transporte de maíz hasta los puertos.

2.3 Volumen y costo por puerto

La siguiente tabla (Tabla 6) reúne, para los principales puertos de cada producto, el volumen total movilizado durante el año, su participación en el total exportado por la red portuaria y el costo medio de transporte por tonelada, con soja y maíz

lado a lado. El símbolo “—” indica que el puerto no aparece de forma aislada en la tabla de origen de ese producto, sino que está incluido en el total de “Demás puertos”.

Tabla 6 – Ruta Amazónica – Volumen, participación y costo medio de transporte por puerto, soja y maíz.

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Santos	40,9	39,7%	577	30,6	52,5%	631
Belém	16,8	16,3%	861	15,0	25,6%	631
Rio Grande	16,0	15,6%	695	0,9	1,5%	916
Paranaguá	13,4	13,1%	851	7,0	12,0%	733
Salvador	6,2	6,0%	718	—	—	—
São Luís	3,9	3,8%	735	1,7	3,0%	394
Vitória	3,7	3,6%	655	1,9	3,3%	428
Puertos internacionales	—	—	—	0,21	0,4%	453 a 806
Demás puertos	2,0	2,0%	424 a 1.172	0,9	1,7%	88 a 949

Santos lidera el transporte de ambos productos, pero con un peso diferente entre ellos: concentra el 39,7 % de la soja y el 52,5 % del maíz. Salvador aparece únicamente en la red de la soja, mientras que los puertos internacionales aparecen únicamente en la red del maíz.

Santos concentra, por sí solo, casi el 40 % de todo el volumen que pasa por los puertos, consolidándose como el principal canal de transporte del país, con el costo medio de transporte más bajo entre las grandes terminales, reflejo de su proximidad a las regiones productoras del Centro-Sur y de la infraestructura vial más consolidada que lo conecta. Belém y Paranaguá, por su parte, aunque movilizan volúmenes elevados, presentan un costo medio por tonelada más alto, lo que es esperable dado que atienden orígenes más distantes y rutas que combinan tramos terrestres y marítimos más largos.

Santos y Belém concentran conjuntamente cerca del 78 % de todo el maíz transportado por los puertos, una concentración aún mayor que la observada en la soja. Destaca especialmente el peso proporcional de Belém en el maíz. Mientras que en la soja el puerto representa alrededor del 16 % del volumen exportado, en el maíz esta participación supera el 25 %, lo que sugiere que el Arco Norte desempeña un papel especialmente relevante en el transporte de la segunda cosecha, cultivada mayoritariamente en el norte de Mato Grosso, una región más próxima a la cuenca amazónica que a los puertos del Sur y Sudeste.

3. Dinámica portuaria y capacidad de embarque

La capacidad de embarque mensual de cada puerto es, en general, la misma, independientemente del producto. Es la estructura física de la terminal la que establece el límite, no el cultivo transportado. Lo que cambia —y cambia considerablemente— es la presión que cada cosecha ejerce sobre esta capacidad compartida (Tabla 7).

Tabla 7 – Ruta Amazónica – Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.

Puerto	Capacidad (mil t/mes)	Soja		Maíz	
		Util. media	Util. máxima	Util. media	Util. máxima
Santos	7.137	47,7%	81,2%	35,8%	78,9%
Belém	2.928	47,8%	83,9%	42,6%	93,7%
Paranaguá	2.843	39,4%	66,4%	20,5%	45,8%
Rio Grande	2.456	54,4%	92,8%	2,9%	6,7%
São Luís	2.157	14,9%	25,5%	6,7%	15,0%
Salvador	747	69,4%	100%	4,9%	11,5%
Vitória	720	43,2%	73,3%	22,3%	49,7%
Imbituba	202	48,6%	82,6%	16,1%	36,2%

Belém es el caso más evidente de un puerto sometido a una doble presión, ya que alcanza el 83,9 % de utilización de su capacidad en el pico de la soja y el 93,7 % en el pico del maíz, siendo la terminal más crítica de la red para ambos cultivos, aunque en períodos distintos del año. Salvador funciona, en la práctica, como un puerto dedicado a un solo producto: alcanza el 100 % de utilización en el pico de la soja y apenas supera el 12 % en el maíz. Santos y Paranaguá, dos de las mayores terminales en términos de capacidad absoluta, mantienen un margen relativo en ambos productos y funcionan como válvulas de seguridad del sistema.

En la soja, el panorama muestra una red con un margen considerable en el promedio anual, pero con comportamientos muy diferentes entre los puertos. Santos, aun siendo el mayor en volumen absoluto, opera con un margen cómodo respecto de su capacidad, reflejo de una infraestructura dimensionada para un nivel de movimiento aún mayor que el observado. Rio Grande, por otro lado, llega a operar por encima del 92 % de su capacidad en los meses de mayor demanda, lo que indica un margen operativo mucho más estrecho y una mayor sensibilidad ante cualquier retraso o concentración de embarques. Salvador, pese a su volumen comparativamente pequeño, alcanza el 100 % de utilización

en algunos meses, lo que indica que su infraestructura ya opera al límite cuando se intensifica la demanda regional. Los puertos de menor tamaño, como Itajaí, Río de Janeiro y Recife, aparecen técnicamente saturados durante la mayor parte del año. Esta condición, sin embargo, se debe a su baja capacidad y a que operan con volúmenes marginales, por lo que funcionan más como rutas complementarias o puntuales que como eslabones centrales de la cadena exportadora.

En el maíz, la utilización media de la capacidad es considerablemente menor que la registrada en la soja para prácticamente todos los puertos, reflejo directo de la concentración del transporte en un período más corto del año. Aun así, en el pico de la temporada, Belém llega a operar cerca del 94 % de su capacidad mensual, el nivel más alto entre los grandes puertos analizados, lo que indica que la infraestructura del Arco Norte opera muy cerca de su límite precisamente en el momento de mayor demanda. Santos, pese a su mayor volumen absoluto, alcanza un pico de utilización más moderado (79 %), respaldado por su capacidad instalada considerablemente mayor. Rio Grande y São Luís, que desempeñan un papel destacado en el transporte de la soja, presentan una utilización baja para el maíz, lo que refuerza que la elección del puerto está asociada tanto a la ubicación de las áreas productoras como al momento del año en que cada grano está disponible para la exportación.

4. Estacionalidad del transporte

Los gráficos siguientes muestran, para cada producto, el volumen total transportado por mes a través de todos los puertos (a la izquierda) y la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año (a la derecha).

4.1 Soja

El volumen total movilizado por la red portuaria sigue un patrón estacional muy marcado, asociado al calendario de cosecha de la soja. Los gráficos siguientes (Figura 9) muestran, a la izquierda, el volumen total transportado por mes a través de todos los puertos y, a la derecha, la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año.

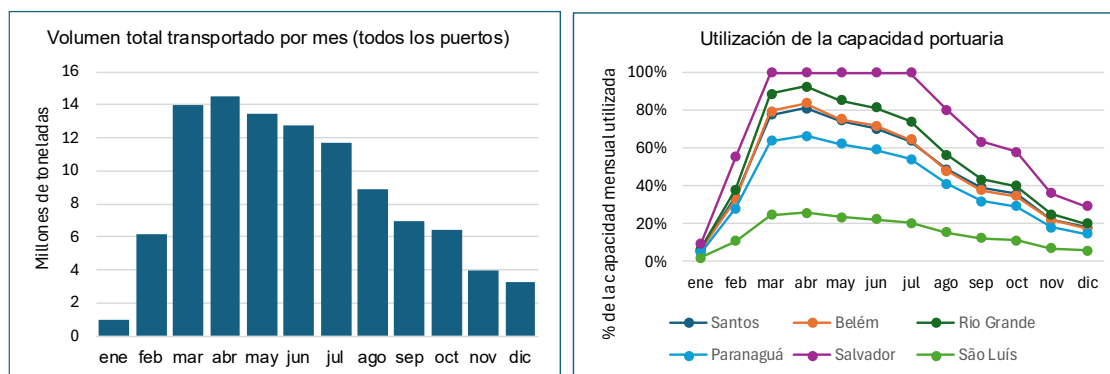


Figura 9 – Ruta Amazónica – Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.

El volumen total aumenta de aproximadamente 1 millón de toneladas en enero hasta alcanzar un pico de 14,5 millones de toneladas en abril, período que concentra la cosecha de las principales regiones productoras, y luego disminuye gradualmente hasta diciembre. La tasa de utilización de los puertos sigue exactamente este movimiento. Entre marzo y julio, precisamente durante el período de mayor demanda de la cosecha, Salvador opera prácticamente al límite de su capacidad, mientras que Rio Grande, Belém y Santos alcanzan sus mayores niveles de ocupación del año. Este comportamiento evidencia que la presión sobre la infraestructura portuaria no es constante a lo largo del año, sino que se concentra en un período de pocos meses, lo que tiende a generar filas de camiones, mayores tiempos de espera y una mayor competencia por espacio de almacenamiento, precisamente durante el período en que el sistema en su conjunto está más cargado. Santos, al contar con la mayor capacidad absoluta entre los puertos analizados, funciona como una especie de válvula de seguridad del sistema, absorbiendo parte de la presión estacional sin acercarse a su límite operativo.

4.2 Maíz

El patrón estacional del maíz es marcadamente diferente del observado en la soja. Los gráficos siguientes (Figura 10) muestran, a la izquierda, el volumen total transportado por mes a través de todos los puertos y, a la derecha, la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año.

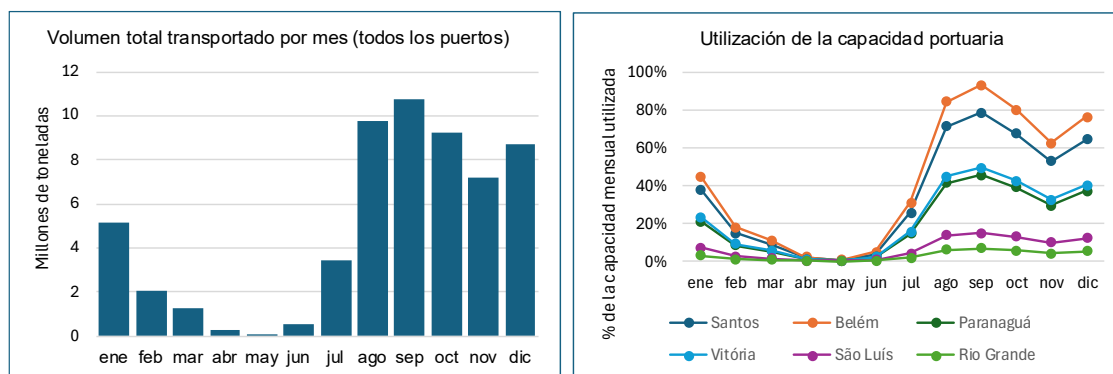


Figura 10 – Ruta Amazónica – Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.

Mientras que el transporte de la soja se concentra entre marzo y julio, el del maíz presenta su período más débil precisamente durante estos meses. Entre abril y junio, el volumen movilizado es casi nulo y se intensifica considerablemente entre agosto y diciembre, con un pico en septiembre. Este comportamiento es un reflejo directo del calendario de la segunda cosecha. Plantada en sucesión a la soja a comienzos del año y cosechada entre junio y agosto, su disponibilidad para la exportación se materializa principalmente durante el segundo semestre. Como consecuencia, la presión sobre la infraestructura portuaria de ambos granos se produce en períodos prácticamente complementarios a lo largo del año, lo que ayuda a explicar por qué los mismos puertos (como Santos y Belém) consiguen atender a ambos cultivos sin que los picos se superpongan por completo, aunque exista cierta superposición parcial entre el final del ciclo de la soja y el inicio del pico del maíz.

Como los picos rara vez coinciden entre ambos productos, los mismos puertos suelen atender a los dos cultivos a lo largo del año sin que la presión se concentre en un único período, uno de los principales beneficios menos evidentes de la infraestructura actual desde el punto de vista de un planificador de redes.

5. Corredores Huérfanos

Cada producto puede revelar, en su red, un corredor logístico que atraviesa fronteras internacionales sin estar asociado a ningún puerto formalmente monitoreado. Estos corredores difieren entre sí, lo que indica que la elección de rutas alternativas responde a la geografía específica de cada cultivo, y no a un patrón único de transporte.

Un hallazgo adicional de este escenario es un corredor que parte del extremo sur de Rio Grande do Sul y se dirige hacia las proximidades de Montevideo, ya en territorio uruguayo, acumulando alrededor de 45 mil toneladas de flujo a lo largo del año.

Un corredor terrestre atraviesa todo el continente: parte de la frontera entre Mato Grosso do Sul y Paraguay, cruza el territorio paraguayo y el norte de Argentina, y llega hasta la costa chilena a la altura de Antofagasta, acumulando alrededor de 450 toneladas de flujo durante el año. El trazado corresponde, en líneas generales, al denominado Corredor Vial Bioceánico, un proyecto de integración que conecta el Centro-Oeste brasileño con los puertos del Pacífico chileno sin pasar por los Andes bolivianos. A diferencia de los cuatro puertos internacionales ya catalogados en la base de datos tabular, este corredor no está asociado a ningún puerto, lo que sugiere que se trata de un flujo aún incipiente, pero coherente con un corredor de infraestructura real y ampliamente debatido en el ámbito de la logística de exportación del agronegocio brasileño.

Ninguno de los dos corredores aparece en la red del otro producto, lo que refuerza que el destino final —Uruguay para la soja y Chile para el maíz— depende del origen geográfico de cada carga. En términos de volumen, el corredor de la soja es considerablemente más significativo que el del maíz (45 mil t frente a 450 t), lo que sugiere diferentes etapas de maduración entre ambas rutas.

6. Impactos Socioambientales

6.1 Soja

La forma en que la soja es transportada hasta los puertos tiene implicaciones ambientales relevantes que merecen ser observadas junto con el análisis logístico. La red vial que conecta las regiones productoras del Centro-Oeste con los puertos del Sur y Sudeste es mayoritariamente vial, un modo de transporte que consume más combustible y emite más gases de efecto invernadero por tonelada transportada que las alternativas ferroviarias o fluviales, especialmente en trayectos tan largos como los observados en los datos. En este sentido, el fortalecimiento de rutas como las del Arco Norte, que combinan tramos viales más cortos con transporte fluvial hasta Belém y São Luís, representa una alternativa potencialmente más eficiente desde el punto de

vista ambiental, al reducir la distancia recorrida por carretera desde las zonas de cultivo del norte de Mato Grosso y Pará. El corredor identificado en dirección a Uruguay refuerza esta misma lógica a otra escala: para los productores del extremo sur de Rio Grande do Sul, transportar la producción a través de un puerto uruguayo cercano puede representar una distancia recorrida menor que el trayecto hasta las terminales brasileñas del Sur, con un potencial aumento de la eficiencia logística y ambiental.

La concentración estacional del transporte entre marzo y julio también tiene repercusiones ambientales y sociales en las ciudades portuarias. El aumento significativo del tráfico de camiones durante este período eleva las emisiones de contaminantes locales, intensifica el deterioro de la red vial urbana y aumenta la presión sobre las áreas cercanas a las terminales, muchas de ellas ubicadas en regiones estuarinas o costeras ecológicamente sensibles, como es el caso de Santos, Paranaguá y Belém. La operación de puertos próximos al límite de su capacidad en determinados meses, como se observa en Rio Grande y Salvador, refuerza la importancia de una planificación logística que distribuya mejor los flujos a lo largo del año y entre diferentes corredores, reduciendo los picos de congestión y sus efectos ambientales asociados. En términos generales, el escenario representado por los datos sugiere que las ganancias de eficiencia ambiental en la cadena de la soja tienden a derivarse menos de la simple expansión de la capacidad portuaria y más de la diversificación modal y de una mejor distribución temporal y espacial de los flujos de transporte.

6.2 Maíz

Al igual que en el caso de la soja, el transporte del maíz hasta los puertos depende en gran medida de las carreteras en tramos muy largos entre el Centro-Oeste y el litoral, lo que se traduce en un mayor consumo de combustible y mayores emisiones de gases de efecto invernadero por tonelada transportada en comparación con las alternativas ferroviarias o fluviales. El papel destacado del puerto de Belém en el transporte del maíz refuerza la relevancia del Arco Norte como una ruta que combina tramos viales más cortos con transporte fluvial por los ríos amazónicos, reduciendo la distancia total recorrida por camión desde las zonas de cultivo del norte de Mato Grosso y Pará, con un potencial beneficio ambiental significativo frente a las rutas tradicionales hacia el Sur y el Sudeste. El corredor identificado en dirección a Antofagasta añade otra dimensión a esta discusión. Al acortar la distancia entre el Centro-Oeste

brasileño y el océano Pacífico, un corredor bioceánico plenamente consolidado podría reducir significativamente la distancia total de transporte hacia los mercados asiáticos, con potenciales beneficios tanto económicos como ambientales en comparación con la ruta tradicional vía Santos.

La concentración del transporte entre agosto y diciembre tiende a generar, durante este período, un aumento significativo del tráfico de camiones en las carreteras de acceso a los puertos y una mayor presión sobre la operación portuaria en ciudades como Belém y Santos, con repercusiones en las emisiones de contaminantes locales y en el deterioro de la infraestructura urbana. La existencia de rutas internacionales hacia puertos del Pacífico y de Argentina, sumada al corredor bioceánico identificado en el trazado geoespacial, señala una tendencia hacia la diversificación de los corredores logísticos que, de consolidarse, puede contribuir a distribuir mejor la presión ambiental y operativa entre diferentes regiones y países, en lugar de concentrarla exclusivamente en los puertos brasileños tradicionales. En términos generales, al igual que lo observado para la soja, las ganancias ambientales más consistentes tienden a provenir de la diversificación modal y de una distribución más equilibrada de los flujos a lo largo del año, y no únicamente de la ampliación de la capacidad instalada de los puertos.

En común, ambos diagnósticos apuntan en la misma dirección estratégica: la dependencia del transporte por carretera en trayectos largos es el principal factor de presión ambiental de la cadena; el Arco Norte se perfila como la alternativa de menor impacto relativo ya disponible; y la concentración estacional del transporte, en períodos diferentes para cada producto, exige una planificación específica del tráfico y medidas de mitigación para cada pico, y no solo inversiones en capacidad portuaria.

7. Consideraciones finales

La lectura conjunta de las tablas y los mapas de soja y maíz permite identificar en qué medida ambos productos comparten la misma infraestructura portuaria y en qué puntos cada uno ejerce una presión diferente sobre la red. Los puertos que presentan una alta utilización para ambos productos, cuando están incluidos en la Tabla 5, merecen prioridad de inversión, ya que concentran el riesgo operativo durante prácticamente todo el año. Por otro lado, los puertos con una utilización elevada para solo uno de los dos productos indican terminales más dedicadas a una única cosecha, con una holgura relativa fuera

de su respectiva ventana de pico. Los corredores huérfanos, cuando están presentes, merecen un seguimiento continuo a medida que avanza la infraestructura regional, tanto por su potencial para aliviar la presión sobre las terminales tradicionales como por los impactos socioambientales que su eventual consolidación puede generar.

Informe Consolidado – Ruta de Capricornio

1. Panorama General del Transporte

La soja movilizó 142 millones de toneladas en el ciclo analizado, de las cuales 103 millones de toneladas (73 %) pasaron por alguno de los 14 puertos mapeados. Por su parte, el maíz movilizó 87,4 millones de toneladas, de las cuales 58,5 millones de toneladas (67 %) siguieron por alguno de los 18 puertos de su red.

Mato Grosso es el origen dominante para ambos productos, con alrededor de 38 millones de toneladas de soja y 37 millones de toneladas de maíz, lo que convierte al estado en el punto de partida más crítico de la red continental.

La soja recorre, en promedio, 15.726,29 km ponderados por la cantidad transportada, frente a 12.137,18 km del maíz, y tiene un costo proporcionalmente mayor por tonelada (R\$ 906,15 frente a R\$ 755,43), diferencia que refleja el peso relativo de cada producto en las rutas de exportación de larga distancia (Tabla 8).

Tabla 8 – Ruta de Capricornio - Panel general comparativo entre soja y maíz.

Indicador	Soja	Maíz
Volumen total transportado	142 Mt	87,4 Mt
Volumen vía puertos	103 Mt (73%)	58,5 Mt (67%)
Nº de puertos mapeados	14	18
UF de origen líder	Mato Grosso (~38 Mt)	Mato Grosso (~37 Mt)
Distancia media ponderada	15.726,29 km	12.137,18 km
Costo medio ponderado	R\$ 906,15/t	R\$ 755,43/t

2. Mapas de las Rutas de Transporte

Las redes de soja y maíz presentan un trazado, un alcance geográfico y corredores huérfanos distintos entre sí. Por ello, cada producto se presenta en su propio mapa, con el grosor de las líneas indicando la intensidad del flujo en cada tramo.

2.1 Soja

La siguiente figura (Figura 11) fue construida a partir de la base de datos geoespacial y muestra el trazado de la red de transporte de la soja, con el grosor de las líneas representando la intensidad del flujo de cada tramo y el tamaño de los puntos rojos representando el volumen total movilizado en cada puerto. Se puede observar una red extremadamente densa en el Centro-Sur del país, lo que refleja la proximidad entre las áreas productoras, las carreteras y los puertos de Santos, Paranaguá y Rio Grande. Por otro lado, los flujos en dirección a Belém y São Luís, en el denominado Arco Norte, aparecen como corredores más largos y menos ramificados, conectando directamente el Centro-Oeste con la costa norte mediante rutas de mayor distancia.

En esta ruta, reaparece el corredor identificado en rondas anteriores, que parte del extremo sur de Rio Grande do Sul y se dirige hacia las proximidades de Montevideo, ya en territorio uruguayo, acumulando alrededor de 45 mil toneladas de flujo a lo largo del año, prácticamente el mismo volumen observado anteriormente. La recurrencia de este trazado, con la misma extensión geográfica y magnitud de flujo, refuerza la hipótesis de que se trata de un corredor de exportación real.

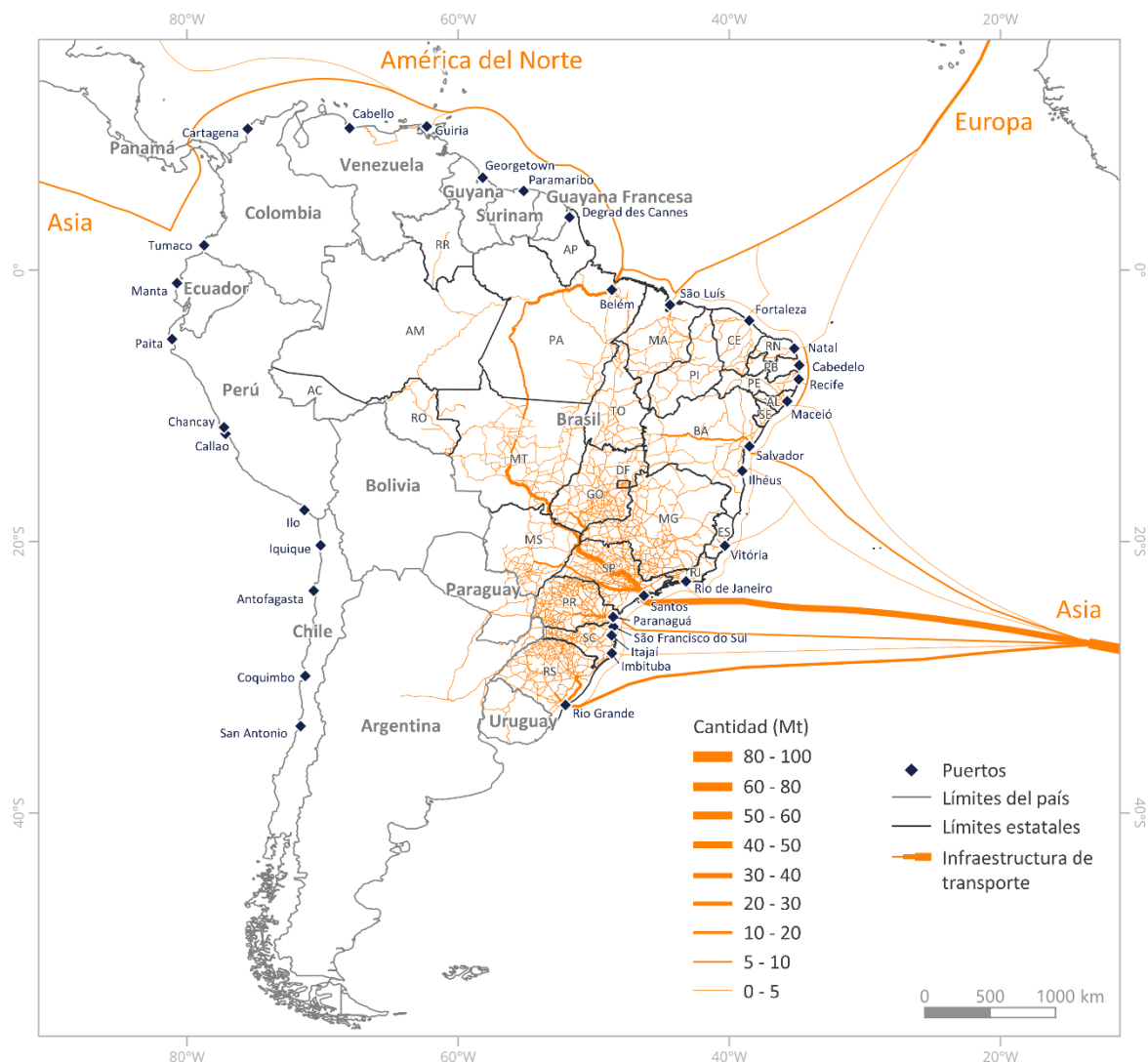


Figura 11 – Ruta de Capricornio - Rutas de transporte de soja hasta los puertos.

2.2 Maíz

En la (Figura 12) se observa una red densa en el Centro-Sur que converge hacia Santos y Paranaguá, así como un corredor más largo en dirección a Belém, en el Arco Norte. También aparecen rutas que se extienden más allá de las fronteras de Brasil, alcanzando puertos del Pacífico (Callao, en Perú, y San Antonio, en Chile), del Caribe colombiano (Cartagena) y del litoral argentino (Bahía Blanca). Aunque movilizan volúmenes pequeños en comparación con los grandes puertos brasileños, estas rutas evidencian la existencia de corredores logísticos internacionales ya en operación, que conectan el Centro-Oeste brasileño con alternativas de transporte en otros países de América del Sur.

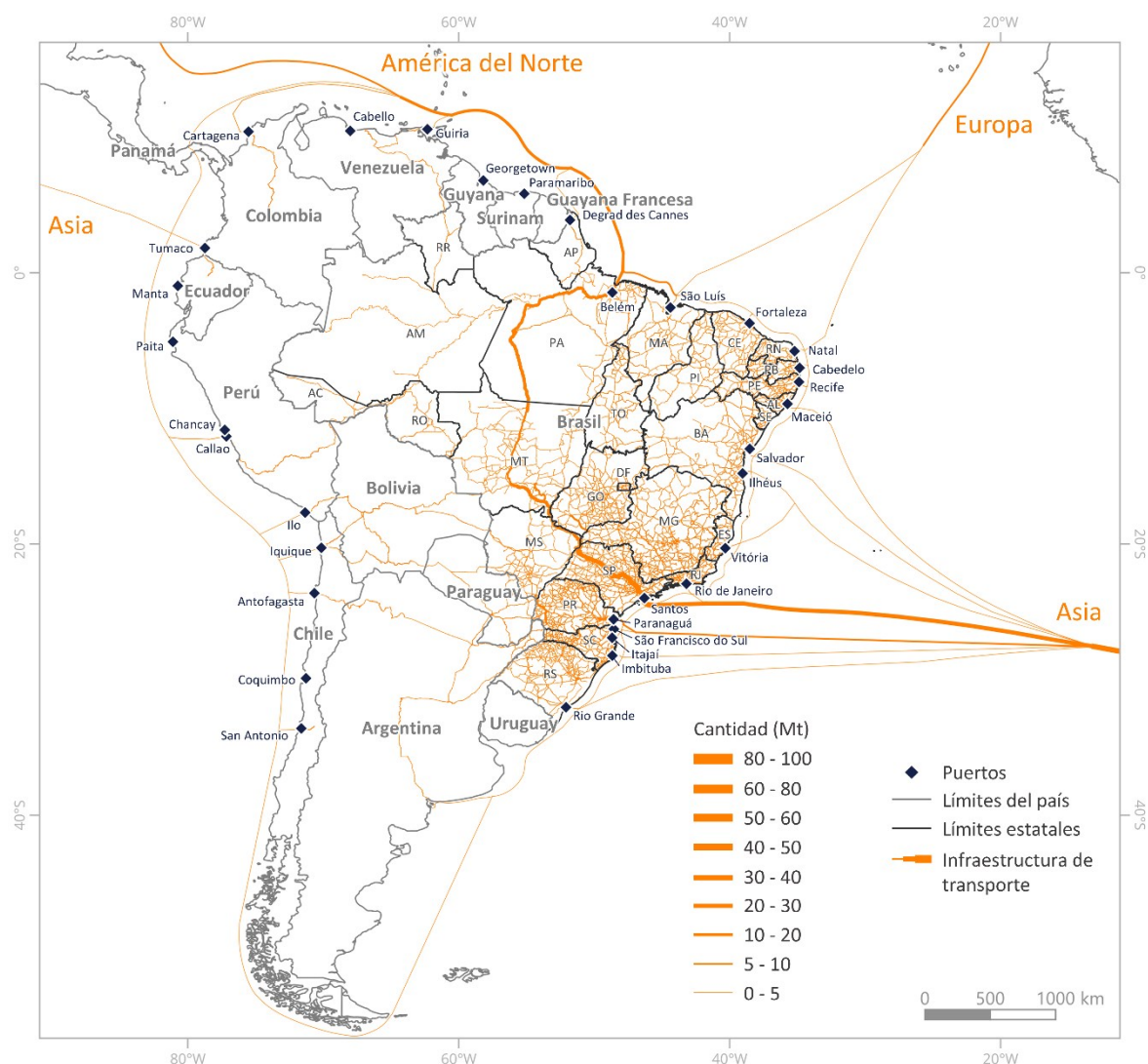


Figura 12 – Ruta de Capricornio - Rutas de transporte de maíz hasta los puertos.

2.3 Volumen y costo por puerto

La siguiente tabla (Tabla 9) reúne, para los principales puertos de cada producto, el volumen total movilizado durante el año, su participación en el total exportado por la red portuaria y el costo medio de transporte por tonelada, con soja y maíz lado a lado. El símbolo “—” indica que el puerto no aparece de forma individual en la tabla de origen de ese producto, sino que está incluido en el total de “Demás puertos”.

Tabla 9 – Ruta de Capricornio - Volumen, participación y costo medio de transporte por puerto, soja y maíz.

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Santos	44,7	43,4%	530	31,2	53,3%	627

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Belém	16,8	16,3%	855	15,0	25,6%	629
Rio Grande	15,8	15,3%	893	0,9	1,5%	919
Paranaguá	9,5	9,2%	810	6,5	11,2%	693
Salvador	6,2	6,0%	701	—	—	—
São Luís	3,9	3,8%	727	1,7	3,0%	393
Vitória	3,7	3,6%	645	1,9	3,3%	425
Puertos internacionales	—	—	—	0,21	0,4%	453 a 801
Demás puertos	1,4	1,4%	424 a 1.149	0,7	1,2%	88 a 931

Santos lidera el transporte de ambos los productos, pero con un peso diferente entre ellos: concentra el 43,4 % de la soja y el 53,3 % del maíz. Salvador aparece únicamente en la red de la soja, mientras que los puertos internacionales aparecen únicamente en la red del maíz.

En esta ronda, Santos concentra el 43 % de todo el volumen que pasa por el puerto, una participación aún mayor que la observada en análisis anteriores, cuando el puerto representaba alrededor del 40 % del total. El contrapunto es Paranaguá, cuya participación se reduce al 9,2 %, prácticamente la mitad de lo que se venía registrando. Esta reasignación de flujo entre los dos puertos del Sudeste y del Sur, manteniendo los demás terminales relativamente estables, sugiere un cambio en la forma en que la red logística está dirigiendo la carga en esta versión de los datos, posiblemente como resultado de diferencias de costo, disponibilidad de capacidad o criterios de asignación de rutas entre las terminales.

Santos y Belém concentran en conjunto alrededor del 79 % de todo el maíz transportado por vía portuaria, una concentración aún mayor que la observada en la soja. Llama la atención el peso proporcional de Belém en el maíz. Mientras que en la soja el puerto representa alrededor del 16 % del volumen exportado, en el maíz esta participación supera el 25 %, lo que sugiere que el Arco Norte desempeña un papel especialmente relevante en el transporte de la segunda cosecha, cultivada mayoritariamente en el norte de Mato Grosso, una región más cercana a la cuenca amazónica que a los puertos del Sur y Sudeste.

3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque

La capacidad mensual de embarque de cada puerto es, en general, la misma, independientemente del producto. Es la infraestructura física de la terminal la

que establece el límite, no el cultivo transportado. Lo que cambia —y cambia considerablemente— es la presión que cada cosecha ejerce sobre esa capacidad compartida (Tabla 10).

Tabla 10 – Ruta de Capricornio - Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.

Puerto	Capacidad (mil t/mes)	Soja		Maíz	
		Util. media	Util. máxima	Util. media	Util. máxima
Santos	7.137	52,1%	88,7%	36,4%	80,3%
Belém	2.928	47,8%	83,9%	42,6%	93,7%
Paranaguá	2.843	27,8%	47,2%	19,2%	43,0%
Rio Grande	2.456	53,5%	90,8%	2,9%	6,7%
São Luís	2.157	15,0%	25,5%	6,7%	15,0%
Salvador	747	69,4%	100%	4,9%	11,5%
Vitória	720	43,2%	73,3%	22,2%	49,4%
Imbituba	202	43,6%	74,0%	17,2%	38,4%

Belém es el caso más evidente de un puerto sometido a una doble presión. Alcanza el 83,9 % de utilización de su capacidad en el pico de la soja y el 93,7 % en el pico del maíz, convirtiéndose en la terminal más crítica de la red para ambos cultivos, aunque en períodos diferentes del año. Salvador funciona, en la práctica, como un puerto dedicado a un solo producto: alcanza el 100 % de utilización en el pico de la soja y apenas supera el 12 % en el maíz. Santos y Paranaguá, dos de las mayores terminales en términos de capacidad absoluta, mantienen una holgura relativa para ambos productos y funcionan como válvulas de seguridad del sistema.

En la soja, la Tabla 9 confirma el patrón señalado en la sección anterior, en la que Santos pasa a operar con una utilización media del 52 % y alcanza el 88,7 % de su capacidad en el mes de mayor demanda, el nivel más alto registrado hasta ahora para este puerto en las rondas analizadas. Paranaguá, en cambio, opera con una holgura mucho mayor, utilizando en promedio menos del 28 % de su capacidad mensual. Rio Grande mantiene el patrón de operación más ajustado, superando el 90 % de utilización de su capacidad en el pico de la cosecha. Salvador continúa alcanzando el 100 % de su capacidad en determinados meses e Imbituba, a pesar de su menor tamaño, pasa a operar con una utilización media superior al 43 %, por encima de la observada en rondas anteriores.

En el maíz, la utilización media de la capacidad es considerablemente menor que la registrada para la soja en prácticamente todos los puertos, un reflejo directo de la concentración del transporte en un período más corto del año. Aun así, en el pico de la temporada, Belém llega a operar cerca del 94 % de su capacidad mensual, el nivel más alto entre los grandes puertos analizados, lo que indica que la infraestructura del Arco Norte opera muy cerca de su límite precisamente en el momento de mayor demanda. Santos, a pesar de movilizar un volumen absoluto mayor, alcanza un pico de utilización más moderado (80 %), respaldado por su capacidad instalada considerablemente mayor. Rio Grande y São Luís, que desempeñan un papel destacado en el transporte de la soja, presentan una baja utilización para el maíz, lo que refuerza que la elección del puerto está asociada tanto a la ubicación de las zonas de cultivo como al momento del año en que cada grano está disponible para la exportación.

4. Estacionalidad del Transporte

Los gráficos a continuación muestran, para cada producto, el volumen total transportado por mes en todos los puertos (a la izquierda) y la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año (a la derecha).

4.1 Soja

El volumen total movilizado por la red portuaria sigue un patrón estacional muy marcado, asociado al calendario de cosecha de la soja. Los gráficos a continuación (Figura 13) muestran, a la izquierda, el volumen total transportado por mes en todos los puertos y, a la derecha, la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año.

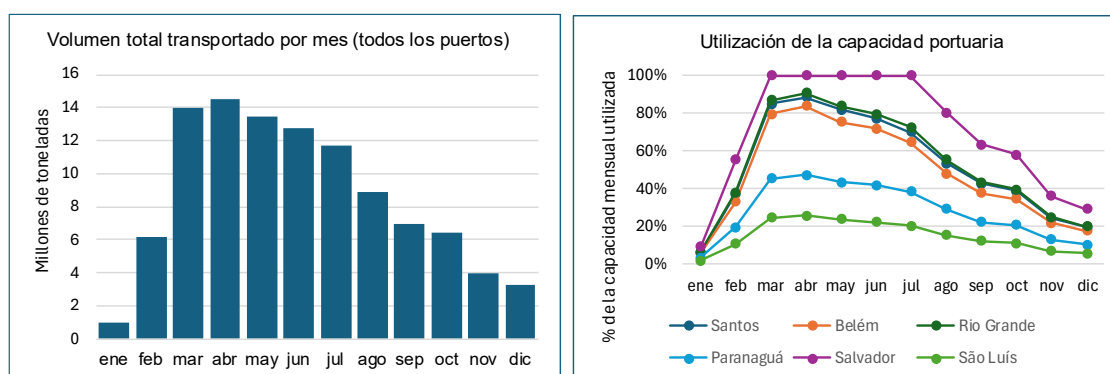


Figura 13 – Ruta de Capricornio - Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.

El volumen total aumenta de alrededor de 1 millón de toneladas en enero hasta un pico de aproximadamente 14,5 millones de toneladas en abril, período que concentra la cosecha de las principales regiones productoras, y luego disminuye gradualmente hasta diciembre. La tasa de utilización de los puertos acompaña este movimiento, pero ahora con Santos asumiendo un papel de mayor protagonismo. Entre marzo y julio, el puerto opera de manera constante por encima del 70 % de su capacidad, acercándose a Rio Grande como una de las terminales más presionadas durante el pico de la cosecha. Este comportamiento indica que, en esta configuración de los datos, Santos dejó de funcionar únicamente como una válvula de seguridad del sistema, como se observaba en rondas anteriores, y pasó a operar con un margen más estrecho durante los meses de mayor movimiento, aunque sin alcanzar niveles críticos de saturación.

4.2 Maíz

El patrón estacional del maíz es marcadamente diferente del observado en la soja. Los gráficos a continuación (Figura 14) muestran, a la izquierda, el volumen total transportado por mes en todos los puertos y, a la derecha, la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año.

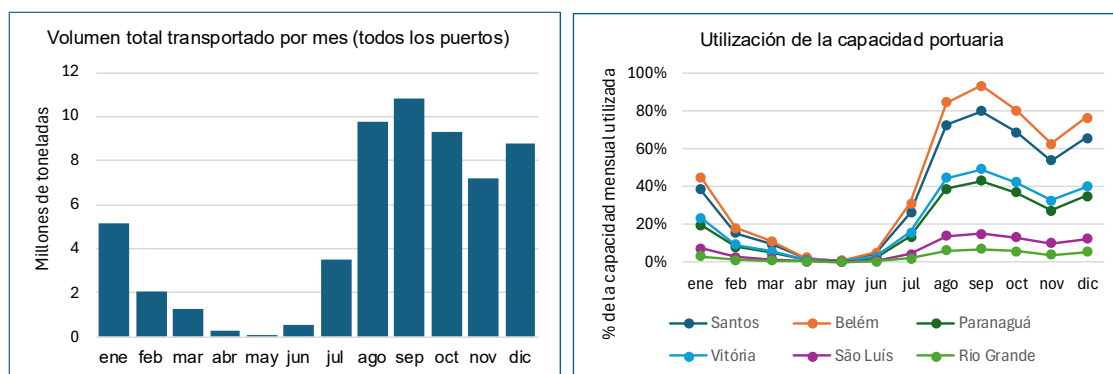


Figura 14 – Ruta de Capricornio - Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.

Mientras que el transporte de la soja se concentra entre marzo y julio, el del maíz tiene su período más débil precisamente durante estos meses. Entre abril y junio, el volumen movilizado es casi nulo y se intensifica fuertemente entre agosto y diciembre, con un pico en septiembre. Este comportamiento es un reflejo directo del calendario de la segunda cosecha. Sembrada en sucesión a la soja a comienzos del año y cosechada entre junio y agosto, su disponibilidad para la

exportación solo se materializa en el segundo semestre. Como consecuencia, la presión sobre la infraestructura portuaria de los dos granos se produce en períodos prácticamente complementarios a lo largo del año, lo que ayuda a explicar por qué los mismos puertos (como Santos y Belém) pueden atender ambos cultivos sin que los picos se superpongan por completo, aunque exista cierta superposición parcial entre el final del ciclo de la soja y el inicio del pico del maíz.

Como los picos rara vez coinciden entre ambos productos, los mismos puertos suelen atender los dos cultivos a lo largo del año sin que la presión se acumule en un único período, uno de los mayores beneficios ocultos de la infraestructura actual desde el punto de vista de un planificador de redes.

5. Corredores Huérfanos

Cada producto puede revelar, en su red, un corredor logístico que atraviesa fronteras internacionales sin estar asociado a ningún puerto formalmente monitoreado. Estos corredores difieren entre sí, lo que indica que la elección de rutas alternativas responde a la geografía específica de cada zona de cultivo, y no a un patrón único de transporte.

La metodología consistió en cruzar el código de cada puerto entre las tres bases de datos para estandarizar los nombres, calcular la tasa de utilización mensual de la capacidad de cada puerto (razón entre el volumen movilizado y la capacidad disponible en el mes) y agregar los volúmenes por puerto, por mes y por unidad federativa de origen, a partir del código de municipio (IBGE) informado en cada ruta. En esta verificación, se volvió a identificar el mismo corredor no catalogado detectado en rondas anteriores, que se extiende desde el sur de Rio Grande do Sul hasta las proximidades de Montevideo, en Uruguay, sin estar asociado a ningún puerto. Cabe señalar, además, que la distancia recorrida asociada a las rutas de exportación refleja el recorrido logístico completo hasta el mercado de destino, incluido el tramo por carretera hasta el puerto y el posterior tramo marítimo internacional.

La metodología siguió el mismo procedimiento aplicado en los análisis anteriores: cruce del código de cada puerto entre las tres bases de datos, cálculo de la tasa mensual de utilización de la capacidad (razón entre el volumen movilizado y la capacidad disponible en el mes) y agregación de los volúmenes por puerto, por mes y por unidad federativa de origen, a partir del

código de municipio (IBGE) de cada ruta. Como de costumbre, la base incluye cuatro puertos catalogados fuera de Brasil: Cartagena (Colombia), Callao (Perú), San Antonio (Chile) y Bahía Blanca (Argentina). En esta ronda, la inspección detallada de la red geoespacial no reveló corredores huérfanos adicionales más allá de los tramos internacionales ya previstos en la base tabular, lo que refuerza la consistencia entre el trazado geográfico y los registros de capacidad utilizados en el resto del informe.

Ninguno de los dos corredores aparece en la red del otro producto, lo que refuerza que el destino final —Uruguay para la soja y Chile para el maíz— depende del origen geográfico de cada carga.

6. Impactos Socioambientales

6.1 Soja

La forma en que la soja es transportada hasta los puertos tiene implicaciones ambientales relevantes que merecen ser observadas junto con el análisis logístico. La red vial que conecta las regiones productoras del Centro-Oeste con los puertos del Sur y Sudeste es mayoritariamente vial, un modo de transporte que consume más combustible y emite más gases de efecto invernadero por tonelada transportada que las alternativas ferroviarias o fluviales. La mayor concentración de flujo en Santos en esta ronda refuerza la importancia de monitorear la infraestructura de acceso al puerto, las carreteras, las terminales y las áreas de almacenamiento en la Baixada Santista, una región estuarina ecológicamente sensible que tiende a recibir una presión ambiental creciente a medida que aumenta su participación en las exportaciones. El corredor identificado en dirección a Uruguay mantiene la interpretación de las rondas anteriores: para los productores del extremo sur de Rio Grande do Sul, transportar la producción a través de un puerto uruguayo cercano puede representar una distancia recorrida menor que el trayecto hasta las terminales brasileñas del Sur, con un potencial aumento de la eficiencia logística y ambiental.

La concentración estacional del transporte entre marzo y julio también tiene repercusiones ambientales y sociales en las ciudades portuarias. El aumento significativo del tráfico de camiones durante este período eleva las emisiones de contaminantes locales e intensifica el deterioro de la red vial urbana, especialmente en Santos, que en esta ronda recibe una proporción aún mayor

del flujo total. La reducción de la participación de Paranaguá, por otro lado, sugiere un posible alivio de la presión ambiental y operativa sobre esta terminal y su región estuarina, la bahía de Paranaguá. En términos generales, el escenario representado por los datos sugiere que las ganancias de eficiencia ambiental en la cadena de la soja tienden a derivarse menos de la simple expansión de la capacidad portuaria y más de la diversificación modal y de una distribución más equilibrada de los flujos entre las terminales disponibles.

6.2 Maíz

Al igual que en el caso de la soja, el transporte del maíz hasta los puertos depende en gran medida de las carreteras en tramos muy largos entre el Centro-Oeste y el litoral, lo que se traduce en un mayor consumo de combustible y mayores emisiones de gases de efecto invernadero por tonelada transportada en comparación con las alternativas ferroviarias o fluviales. El papel destacado del puerto de Belém en el transporte del maíz refuerza la relevancia del Arco Norte como una ruta que combina tramos viales más cortos con transporte fluvial por los ríos amazónicos, reduciendo la distancia total recorrida por camión desde las zonas de cultivo del norte de Mato Grosso y Pará, con un potencial beneficio ambiental significativo frente a las rutas tradicionales hacia el Sur y el Sudeste.

La concentración del transporte entre agosto y diciembre tiende a generar, durante este período, un aumento significativo del tráfico de camiones en las carreteras de acceso a los puertos y una mayor presión sobre la operación portuaria en ciudades como Belém y Santos, con repercusiones en las emisiones de contaminantes locales y en el deterioro de la infraestructura urbana. La existencia de rutas internacionales consolidadas hacia puertos del Pacífico y de Argentina señala una diversificación de los corredores logísticos que, de ampliarse, puede contribuir a distribuir mejor la presión ambiental y operativa entre diferentes regiones, en lugar de concentrarla exclusivamente en los puertos brasileños tradicionales. En términos generales, al igual que lo observado para la soja, las ganancias ambientales más consistentes tienden a provenir de la diversificación modal y de una distribución más equilibrada de los flujos a lo largo del año, y no únicamente de la ampliación de la capacidad instalada de los puertos.

En común, ambos diagnósticos apuntan en la misma dirección estratégica: la dependencia del transporte por carretera en trayectos largos es el principal

factor de presión ambiental de la cadena; el Arco Norte se perfila como la alternativa de menor impacto relativo ya disponible; y la concentración estacional del transporte, en períodos diferentes para cada producto, exige una planificación específica del tráfico y medidas de mitigación para cada pico, y no solo inversiones en capacidad portuaria.

7. Consideraciones Finales

La lectura conjunta de las tablas y los mapas de soja y maíz permite identificar en qué medida ambos productos comparten la misma infraestructura portuaria y en qué puntos cada uno ejerce una presión diferente sobre la red. Los puertos que presentan una alta utilización para ambos productos merecen prioridad de inversión, ya que concentran el riesgo operativo durante prácticamente todo el año. Por otro lado, los puertos con una utilización elevada para solo uno de los dos productos indican terminales más dedicadas a una única cosecha, con una holgura relativa fuera de su respectiva ventana de pico. Los corredores huérfanos, cuando están presentes, merecen un seguimiento continuo a medida que avanza la infraestructura regional, tanto por su potencial para aliviar la presión sobre las terminales tradicionales como por los impactos socioambientales que su eventual consolidación puede generar.

Informe Consolidado – Ruta Porto Alegre – Coquimbo

1. Panorama General del Transporte

La soja movilizó 142 millones de toneladas en el ciclo analizado, de las cuales 103 millones de toneladas (73 %) pasaron por alguno de los 14 puertos mapeados. Por su parte, el maíz movilizó 87,4 millones de toneladas, de las cuales 58,3 millones de toneladas (67 %) siguieron por alguno de los 18 puertos de su red.

Mato Grosso es el origen dominante para ambos productos, con alrededor de 38 millones de toneladas de soja y 37 millones de toneladas de maíz, lo que convierte al estado en el punto de partida más crítico de la red continental.

La soja recorre, en promedio, 15.735,49 km ponderados por la cantidad transportada, frente a 12.142,63 km del maíz, y tiene un costo proporcionalmente mayor por tonelada (R\$ 908,76 frente a R\$ 757,73), diferencia que refleja el peso

relativo de cada producto en las rutas de exportación de larga distancia (Tabla 11).

Tabla 11 – Ruta Porto Alegre-Coquimbo - Panel general comparativo entre soja y maíz.

Indicador	Soja	Maíz
Volumen total transportado	142 Mt	87,4 Mt
Volumen vía puertos	103 Mt (73%)	58,3 Mt (67%)
Nº de puertos mapeados	14	18
UF de origen líder	Mato Grosso (~38 Mt)	Mato Grosso (~37 Mt)
Distancia media ponderada	15.735,49 km	12.142,63 km
Costo medio ponderado	R\$ 908,76/t	R\$ 757,73/t

2. Mapas de las Rutas de Transporte

Las redes de soja y maíz presentan un trazado, un alcance geográfico y corredores huérfanos distintos entre sí, por lo que cada producto se presenta en su propio mapa.

2.1 Soja

En la Figura 15 se puede observar una red extremadamente densa en el Centro-Sur del país, lo que refleja la proximidad entre las áreas productoras, las carreteras y los puertos de Santos, Paranaguá y Rio Grande. Por otro lado, los flujos en dirección a Belém y São Luís, en el denominado Arco Norte, aparecen como corredores más largos y menos ramificados.

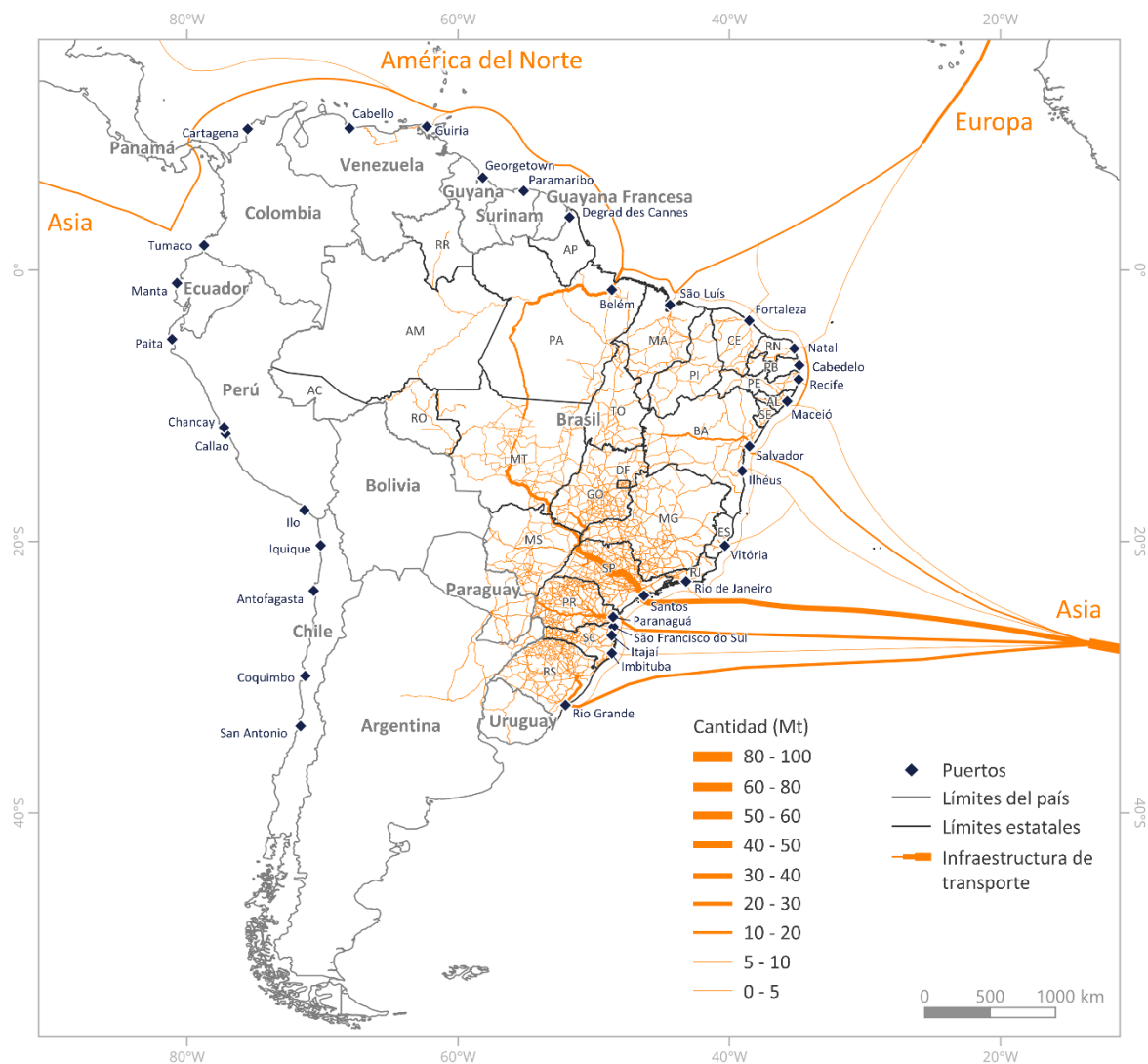


Figura 15 – Ruta Porto Alegre-Coquimbo - Rutas de transporte de soja hasta los puertos.

2.2 Maíz

La siguiente figura (Figura 16) fue construida a partir de la base de datos geoespacial y muestra el trazado de la red de transporte del maíz. Se observa una red densa en el Centro-Sur que converge hacia Santos y Paranaguá, así como un corredor más largo en dirección a Belém, en el Arco Norte. También aparecen rutas que se extienden más allá de las fronteras de Brasil, alcanzando puertos del Pacífico (Callao, en Perú, y San Antonio, en Chile), del Caribe colombiano (Cartagena) y del litoral argentino (Bahía Blanca).

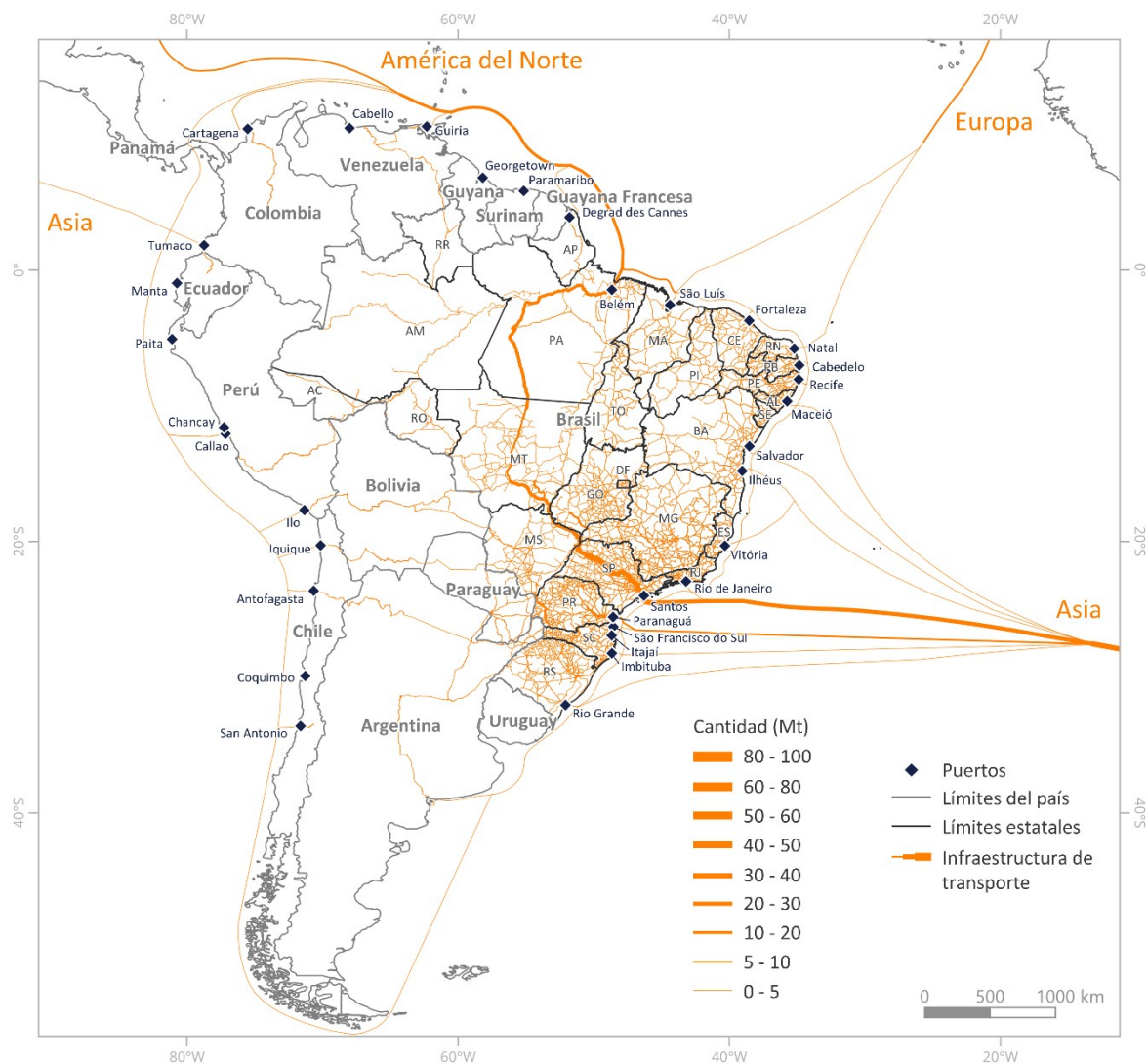


Figura 16 – Ruta Porto Alegre-Coquimbo - Rutas de transporte de maíz hasta los puertos.

2.3 Volumen y costo por puerto

La siguiente tabla (Tabla 12) reúne, para los principales puertos de cada producto, el volumen total movilizado durante el año, su participación en el total exportado por la red portuaria y el costo medio de transporte por tonelada, con soja y maíz lado a lado. El símbolo “—” indica que el puerto no aparece de forma individual en la tabla de origen de ese producto, sino que está incluido en el total de “Demás puertos”.

Tabla 12 – Ruta Porto Alegre-Coquimbo - Volumen, participación y costo medio de transporte por puerto, soja y maíz.

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Santos	41,1	39,9%	496	30,7	52,7%	613

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Belém	16,8	16,3%	861	15,0	25,7%	629
Rio Grande	15,7	15,3%	946	0,9	1,5%	813
Paranaguá	13,5	13,1%	837	7,0	12,0%	711
Salvador	6,2	6,0%	602	—	—	—
São Luís	3,9	3,8%	736	1,7	3,0%	394
Vitória	3,7	3,6%	653	1,9	3,3%	428
Puertos internacionales	—	—	—	0,15	0,3%	483 a 805
Demás puertos	2,1	2,0%	424 a 1.131	0,7	1,2%	88 a 930

Santos lidera el transporte de ambos productos, pero con un peso diferente entre ellos: concentra el 39,9 % de la soja y el 52,7 % del maíz. Salvador aparece únicamente en la red de la soja, mientras que los puertos internacionales aparecen únicamente en la red del maíz.

En esta ronda, la distribución de los volúmenes entre los grandes puertos vuelve al patrón observado en los primeros análisis: Santos concentra alrededor del 40 % del total exportado, y Paranaguá recupera una participación cercana al 13 %, muy por encima del 9 % observado en la ronda anterior. Esta oscilación entre diferentes versiones de la base de datos, en las que Santos concentra una proporción aún mayor o, por el contrario, existe una distribución más equilibrada entre Santos y Paranaguá, sugiere que los datos pueden representar escenarios o parametrizaciones distintas del mismo sistema logístico, y no una tendencia única y lineal hacia la concentración.

Santos y Belém concentran, en conjunto, alrededor del 78 % de todo el maíz transportado por vía portuaria, manteniendo el patrón observado en las rondas anteriores. Bahía Blanca, en Argentina, llama la atención por movilizar en esta ronda apenas unas 30 mil toneladas, muy por debajo de los valores de entre 80 y 105 mil toneladas registrados en análisis anteriores, lo que indica cierta variación en el atractivo de este puerto argentino de una ronda a otra, sin que ello comprometa su posición marginal en el conjunto de la red.

3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque

La capacidad mensual de embarque de cada puerto es, en general, la misma, independientemente del producto. Es la infraestructura física de la terminal la que establece el límite, no el cultivo transportado. Lo que cambia —y cambia

considerablemente— es la presión que cada cosecha ejerce sobre esa capacidad compartida (Tabla 13).

Tabla 13 – Ruta Porto Alegre-Coquimbo - Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.

Puerto	Capacidad (mil t/mes)	Soja		Maíz	
		Util. media	Util. máxima	Util. media	Util. máxima
Santos	7.137	48,0%	81,6%	35,9%	78,9%
Belém	2.928	47,8%	83,9%	42,6%	93,7%
Paranaguá	2.843	39,4%	67,1%	20,5%	45,8%
Rio Grande	2.456	53,4%	90,6%	3,0%	6,6%
São Luís	2.157	14,9%	25,5%	6,7%	15,0%
Salvador	747	69,4%	100%	4,9%	11,5%
Vitória	720	43,2%	73,2%	22,3%	49,7%
Imbituba	202	36,0%	61,0%	11,1%	32,6%

Belém es el caso más evidente de un puerto sometido a una doble presión: alcanza el 83,9 % de su capacidad en el pico de la soja y el 93,7 % en el pico del maíz, convirtiéndose en la terminal más crítica de la red para ambos cultivos, aunque en períodos diferentes del año. Salvador funciona, en la práctica, como un puerto dedicado a un solo producto: alcanza el 100 % de utilización en el pico de la soja y apenas supera el 12 % en el maíz. Santos y Paranaguá, dos de las mayores terminales en términos de capacidad absoluta, mantienen una holgura relativa para ambos productos y funcionan como válvulas de seguridad del sistema.

En la soja, el panorama confirma el regreso a un patrón más equilibrado entre Santos y Paranaguá. Santos opera con una utilización media del 48 %, un nivel intermedio entre los valores observados en las dos rondas anteriores (entre 47,7 % y 52,1 %), mientras que Paranaguá recupera una utilización media del 39,4 %, muy cercana a la registrada en el primer análisis realizado. Rio Grande mantiene el patrón de operación más ajustado entre los grandes puertos, superando el 90 % de su capacidad en el pico de la cosecha, y Salvador continúa alcanzando el 100 % de su capacidad en determinados meses. Estos resultados, considerados conjuntamente con las rondas anteriores, sugieren que la red posee una holgura estructural en Paranaguá que puede movilizarse con relativa flexibilidad, dependiendo de las condiciones de asignación de rutas adoptadas en cada escenario.

En el maíz, la utilización media de la capacidad se mantiene considerablemente por debajo de la registrada para la soja en prácticamente todos los puertos, un reflejo directo de la concentración del transporte en un período más corto del año. En el pico de la temporada, Belém sigue siendo el puerto más presionado, operando cerca del 94 % de su capacidad mensual, el nivel más alto entre las grandes terminales. Santos, a pesar de movilizar un volumen absoluto mayor, alcanza un pico de utilización más moderado (79 %), respaldado por su capacidad instalada considerablemente mayor. Imbituba presenta una utilización media inferior a la de rondas anteriores (11 %, frente a valores cercanos al 16-17 %), lo que refuerza que la distribución detallada de los volúmenes entre los puertos de menor tamaño puede variar de una ronda a otra sin modificar el panorama general de la red.

4. Estacionalidad del Transporte

Los gráficos a continuación muestran, para cada producto, el volumen total transportado por mes en todos los puertos (a la izquierda) y la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año (a la derecha).

4.1 Soja

El volumen total movilizado por la red portuaria sigue un patrón estacional muy marcado, asociado al calendario de cosecha de la soja. Los gráficos a continuación (Figura 17) muestran, a la izquierda, el volumen total transportado por mes en todos los puertos y, a la derecha, la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año.

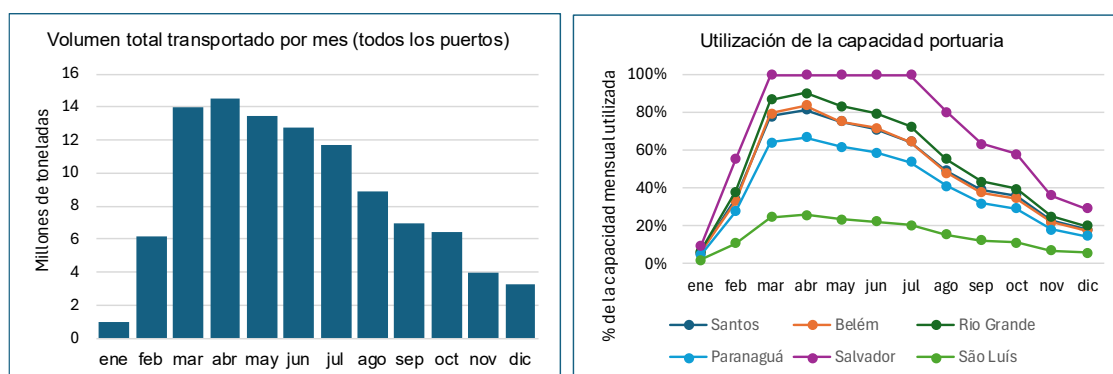


Figura 17 – Ruta Porto Alegre-Coquimbo - Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.

El volumen total aumenta de alrededor de 1 millón de toneladas en enero hasta un pico de aproximadamente 14,5 millones de toneladas en abril, período que concentra la cosecha de las principales regiones productoras, y luego disminuye gradualmente hasta diciembre. La tasa de utilización de los puertos acompaña este movimiento, con Salvador, Rio Grande y Belém entre las terminales más presionadas en el pico de la cosecha. Santos, con su amplia capacidad instalada, vuelve a funcionar como una especie de válvula de seguridad del sistema en esta ronda, absorbiendo una parte relevante de la presión estacional sin acercarse tanto a su límite operativo como ocurrió en la versión anterior de la base de datos.

4.2 Maíz

El patrón estacional del maíz es marcadamente diferente del observado en la soja. Los gráficos a continuación (Figura 18) muestran, a la izquierda, el volumen total transportado por mes en todos los puertos y, a la derecha, la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año.

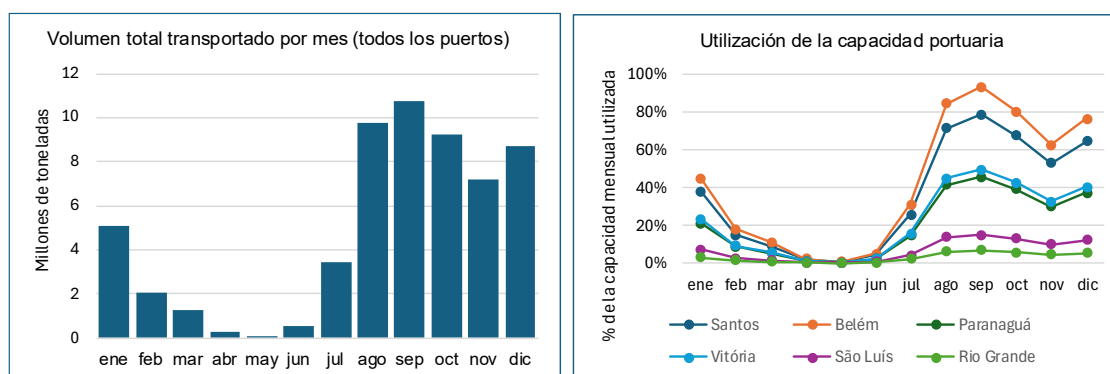


Figura 18 – Ruta Porto Alegre-Coquimbo - Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.

Mientras que el transporte de la soja se concentra entre marzo y julio, el del maíz tiene su período más débil precisamente durante estos meses. Entre abril y junio, el volumen movilizado es casi nulo y se intensifica fuertemente entre agosto y diciembre, con un pico en septiembre. Este comportamiento es un reflejo directo del calendario de la segunda cosecha. Sembrada en sucesión a la soja a comienzos del año y cosechada entre junio y agosto, su disponibilidad para la exportación solo se materializa en el segundo semestre. Como consecuencia, la presión sobre la infraestructura portuaria de los dos granos se produce en períodos prácticamente complementarios a lo largo del año, lo que ayuda a

explicar por qué los mismos puertos (como Santos y Belém) pueden atender ambos cultivos sin que los picos se superpongan por completo.

Como los picos rara vez coinciden entre ambos productos, los mismos puertos suelen atender los dos cultivos a lo largo del año sin que la presión se acumule en un único período, uno de los mayores beneficios ocultos de la infraestructura actual desde el punto de vista de un planificador de redes.

5. Corredores Huérfanos

Cada producto puede revelar, en su red, un corredor logístico que atraviesa fronteras internacionales sin estar asociado a ningún puerto formalmente monitoreado. Estos corredores difieren entre sí, lo que indica que la elección de rutas alternativas responde a la geografía específica de cada zona de cultivo, y no a un patrón único de transporte.

El análisis conjunto de las rutas de transporte, del trazado geográfico de la red y de la capacidad operativa de los puertos permite realizar una lectura integrada de la logística de la soja en el país. En comparación con la ronda inmediatamente anterior, esta versión de los datos muestra un regreso a una distribución más equilibrada entre Santos y Paranaguá, mientras que Rio Grande y Belém mantienen roles estables como grandes terminales complementarias en todas las versiones analizadas hasta ahora. La marcada estacionalidad de la cosecha continúa traduciéndose en picos de ocupación portuaria, y la recurrencia del corredor huérfano en dirección a Uruguay, ahora observada por tercera vez, con un trazado y una magnitud prácticamente idénticos, refuerza la importancia de considerar esta ruta como parte efectiva de la red logística regional, junto con estrategias de diversificación ya conocidas, como el Arco Norte.

La metodología siguió el mismo procedimiento aplicado en los análisis anteriores: cruce del código de cada puerto entre las tres bases de datos, cálculo de la tasa mensual de utilización de la capacidad (razón entre el volumen movilizado y la capacidad disponible en el mes) y agregación de los volúmenes por puerto, por mes y por unidad federativa de origen, a partir del código de municipio (IBGE) de cada ruta. La base incluye los cuatro puertos internacionales ya observados en rondas anteriores: Cartagena (Colombia), Callao (Perú), San Antonio (Chile) y Bahía Blanca (Argentina). En esta verificación, también se volvió a identificar el corredor huérfano terrestre que

atraviesa el Centro-Oeste brasileño, Paraguay y el norte de Argentina hasta la costa chilena, cerca de Antofagasta, con un trazado y un volumen prácticamente idénticos a los identificados en una ronda anterior, un hallazgo consistente con el Corredor Vial Bioceánico.

6. Impactos Socioambientales

Cada producto fue evaluado por separado en cuanto a sus impactos socioambientales en los informes de origen. Las síntesis que se presentan a continuación mantienen este nivel de detalle por cultivo, ya que los tramos, los meses de mayor demanda y los puertos más sensibles difieren entre la soja y el maíz.

6.1 Soja

La forma en que la soja es transportada hasta los puertos tiene implicaciones ambientales relevantes que merecen ser observadas junto con el análisis logístico. La red vial que conecta las regiones productoras del Centro-Oeste con los puertos del Sur y Sudeste es mayoritariamente vial, un modo de transporte que consume más combustible y emite más gases de efecto invernadero por tonelada transportada que las alternativas ferroviarias o fluviales. El regreso de Paranaguá a una participación más equilibrada con respecto a Santos, en esta ronda, sugiere una distribución de la presión ambiental y operativa más equilibrada entre las dos grandes terminales del Sur y Sudeste, lo que tiende a ser positivo desde el punto de vista de la resiliencia del sistema en su conjunto. La reconfirmación del corredor identificado en dirección a Uruguay, ahora por tercera vez con el mismo trazado y volumen, refuerza la interpretación de que este corredor representa una alternativa real de transporte para los productores del extremo sur de Rio Grande do Sul, potencialmente más corta y eficiente que el trayecto hasta las terminales brasileñas del Sur.

La concentración estacional del transporte entre marzo y julio también tiene repercusiones ambientales y sociales en las ciudades portuarias: el aumento significativo del tráfico de camiones durante este período eleva las emisiones de contaminantes locales e intensifica el deterioro de la red vial urbana, especialmente en las terminales que se aproximan a su capacidad máxima, como Rio Grande y Salvador. En términos generales, el escenario representado por los datos sugiere que las ganancias de eficiencia ambiental en la cadena de la soja tienden a derivarse menos de la simple expansión de la capacidad

portuaria y más de la diversificación modal y de una distribución más equilibrada de los flujos entre las terminales disponibles, una distribución que, en esta ronda, parece más cercana a la observada en los primeros análisis realizados.

6.2 Maíz

Al igual que en el caso de la soja, el transporte del maíz hasta los puertos depende en gran medida de las carreteras en tramos muy largos entre el Centro-Oeste y el litoral, lo que se traduce en un mayor consumo de combustible y mayores emisiones de gases de efecto invernadero por tonelada transportada en comparación con las alternativas ferroviarias o fluviales. El papel destacado del puerto de Belém en el transporte del maíz refuerza la relevancia del Arco Norte como una ruta que combina tramos viales más cortos con transporte fluvial por los ríos amazónicos, reduciendo la distancia total recorrida por camión desde las zonas de cultivo del norte de Mato Grosso y Pará. La reconfirmación del corredor bioceánico hasta Antofagasta, con un trazado prácticamente idéntico al de rondas anteriores, refuerza la interpretación de que este corredor representa una alternativa real y potencialmente creciente para reducir la distancia de transporte entre el Centro-Oeste brasileño y los mercados del Pacífico, con beneficios ambientales asociados a la reducción de la distancia total recorrida.

La concentración del transporte entre agosto y diciembre tiende a generar, durante este período, un aumento significativo del tráfico de camiones en las carreteras de acceso a los puertos y una mayor presión sobre la operación portuaria en ciudades como Belém y Santos, con repercusiones en las emisiones de contaminantes locales y en el deterioro de la infraestructura urbana. La existencia de rutas internacionales consolidadas, sumada a la reconfirmación del corredor bioceánico, señala una tendencia hacia la diversificación de los corredores logísticos que, de ampliarse, puede contribuir a distribuir mejor la presión ambiental y operativa entre diferentes regiones y países, en lugar de concentrarla exclusivamente en los puertos brasileños tradicionales.

En común, ambos diagnósticos apuntan en la misma dirección estratégica: la dependencia del transporte por carretera en trayectos largos es el principal factor de presión ambiental de la cadena; el Arco Norte se perfila como la alternativa de menor impacto relativo ya disponible; y la concentración estacional del transporte, en períodos diferentes para cada producto, exige una

planificación específica del tráfico y medidas de mitigación para cada pico, y no solo inversiones en capacidad portuaria.

7. Consideraciones Finales

La lectura conjunta de las tablas y los mapas de soja y maíz permite identificar en qué medida ambos productos comparten la misma infraestructura portuaria y en qué puntos cada uno ejerce una presión diferente sobre la red. Los puertos que presentan una alta utilización para ambos productos merecen prioridad de inversión, ya que concentran el riesgo operativo durante prácticamente todo el año. Por otro lado, los puertos con una utilización elevada para solo uno de los dos productos indican terminales más dedicadas a una única cosecha, con una holgura relativa fuera de su respectiva ventana de pico. Los corredores huérfanos, cuando están presentes, merecen un seguimiento continuo a medida que avanza la infraestructura regional, tanto por su potencial para aliviar la presión sobre las terminales tradicionales como por los impactos socioambientales que su eventual consolidación puede generar.

Informe Consolidado – Ruta de la Isla de las Guayanas

1. Panorama General del Transporte

La soja movilizó 142 millones de toneladas en el ciclo analizado, de las cuales 103 millones de toneladas (73 %) pasaron por alguno de los 14 puertos mapeados. Por su parte, el maíz movilizó 87,4 millones de toneladas, de las cuales 58,3 millones de toneladas (67 %) siguieron por alguno de los 18 puertos de su red.

La soja recorre, en promedio, 15.738,11 km ponderados por la cantidad transportada, frente a 12.144,06 km del maíz, y tiene un costo proporcionalmente mayor por tonelada (R\$ 908,51 frente a R\$ 756,93), diferencia que refleja el peso relativo de cada producto en las rutas de exportación de larga distancia (Tabla 14).

Tabla 14 – Ruta de las Guayanas - Panel general comparativo entre soja y maíz.

Indicador	Soja	Maíz
Volumen total transportado	142 Mt	87,4 Mt
Volumen vía puertos	103 Mt (73%)	58,3 Mt (67%)
Nº de puertos mapeados	14	18
UF de origen líder	N/D	N/D
Distancia media ponderada	15.738,11 km	12.144,06 km
Costo medio ponderado	R\$ 908,51/t	R\$ 756,93/t

2. Mapas de las Rutas de Transporte

Las redes de soja y maíz presentan un trazado, un alcance geográfico y corredores huérfanos distintos entre sí, por lo que cada producto se presenta en su propio mapa, con el grosor de las líneas indicando la intensidad del flujo de cada tramo.

2.1 Soja

La Figura 19 fue construida a partir de la base de datos geoespacial y muestra el trazado de la red de transporte de la soja, con el grosor de las líneas representando la intensidad del flujo de cada tramo. Se puede observar una red extremadamente densa en el Centro-Sur del país, lo que refleja la proximidad entre las áreas productoras, las carreteras y los puertos de Santos, Paranaguá y Rio Grande. Por otro lado, los flujos en dirección a Belém y São Luís, en el denominado Arco Norte, aparecen como corredores más largos y menos ramificados.

En este escenario, reaparece el corredor identificado en rondas anteriores, que parte del extremo sur de Rio Grande do Sul y se dirige hacia las proximidades de Montevideo, ya en territorio uruguayo, acumulando alrededor de 45 mil toneladas de flujo a lo largo del año, con el mismo volumen y trazado observados en todas las versiones anteriores de la base de soja analizadas. Es la cuarta vez que este corredor es identificado de forma idéntica, lo que prácticamente elimina la hipótesis de que se trate de una inconsistencia puntual de los datos. Cabe destacar también que el corredor bioceánico hasta Antofagasta y el corredor hasta la Guayana Francesa, ambos identificados en los análisis de maíz, no aparecen en ninguna de las versiones de la base de soja verificadas hasta ahora. Esta consistencia cruzada entre ambos cultivos sugiere que cada corredor alternativo está asociado a un cultivo específico: Uruguay para la soja del extremo sur de Rio Grande do Sul, y el Pacífico chileno y la Guayana Francesa para el maíz del Centro-Oeste y de Amapá.

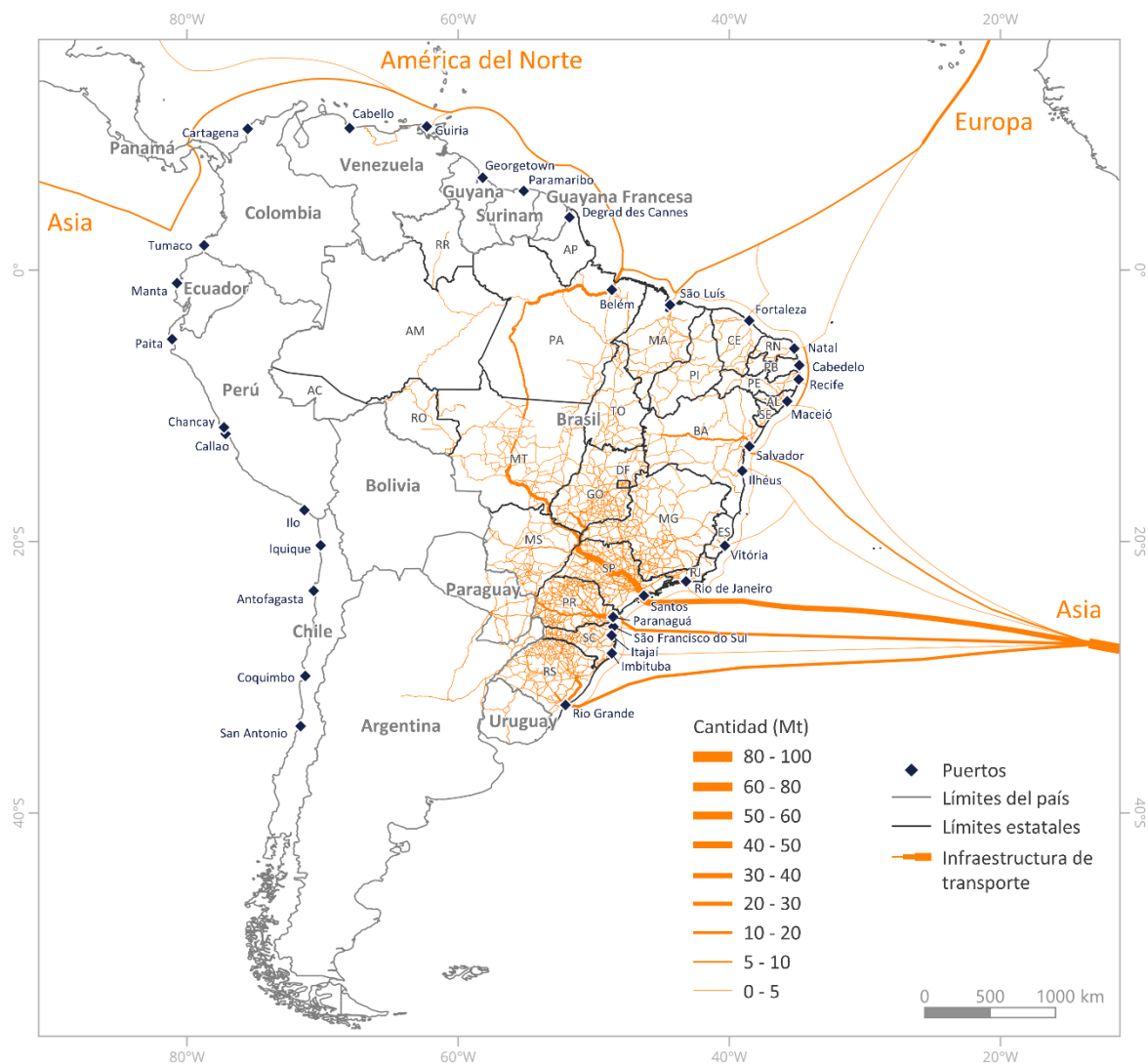


Figura 19 – Ruta de las Guayanas - Rutas de transporte de soja hasta los puertos.

2.2 Maíz

La Figura 20 fue construida a partir de la base de datos geoespacial y muestra el trazado de la red de transporte del maíz. Se observa una red densa en el Centro-Sur que converge hacia Santos y Paranaguá, así como un corredor más largo en dirección a Belém, en el Arco Norte. También aparecen rutas que se extienden más allá de las fronteras de Brasil, alcanzando puertos del Pacífico (Callao, en Perú, y San Antonio, en Chile), del Caribe colombiano (Cartagena) y del litoral argentino (Bahía Blanca).

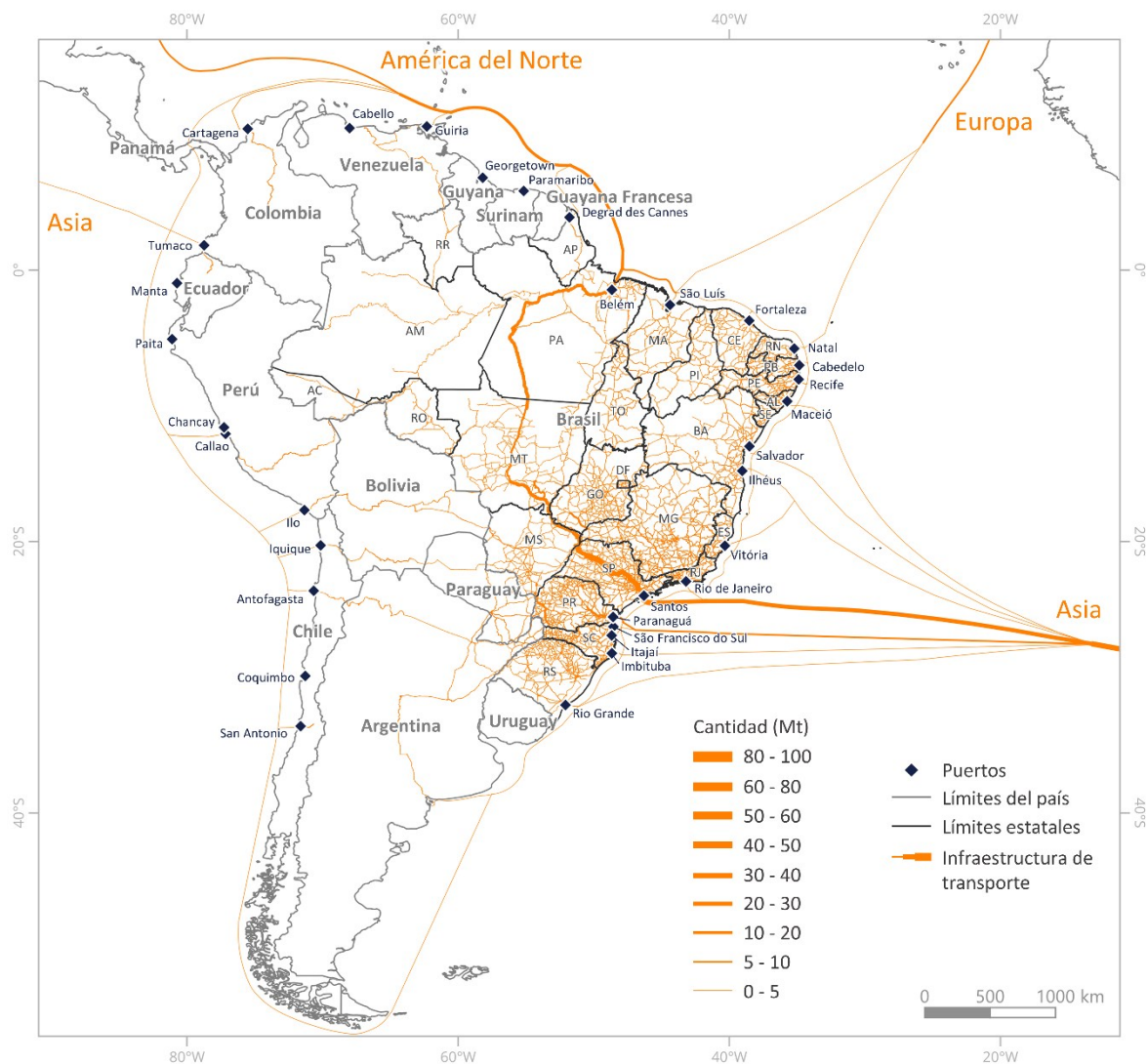


Figura 20 – Ruta de las Guayanas - Rutas de transporte de maíz hasta los puertos.

2.3 Volumen y costo por puerto

La siguiente tabla (Tabla 15) reúne, para los principales puertos de cada producto, el volumen total movilizado durante el año, su participación en el total exportado por la red portuaria y el costo medio de transporte por tonelada, con soja y maíz lado a lado. El símbolo “—” indica que el puerto no aparece de forma individual en la tabla de origen de ese producto, sino que está incluido en el total de “Demás puertos”.

Tabla 15 – Ruta de las Guayanas - Volumen, participación y costo medio de transporte por puerto, soja y maíz.

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Santos	40,7	39,5%	577	30,6	52,5%	631

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Belém	17,0	16,5%	861	15,0	25,7%	629
Rio Grande	16,0	15,6%	696	0,9	1,5%	916
Paranaguá	13,5	13,1%	850	7,0	12,0%	733
Salvador	6,2	6,0%	706	—	—	—
São Luís	3,9	3,8%	734	1,7	3,0%	393
Vitória	3,7	3,6%	655	1,9	3,3%	428
Puertos internacionales	—	—	—	0,21	0,4%	453 a 805
Demás puertos	2,0	2,0%	424 a 1.172	0,7	1,2%	88 a 949

Santos lidera el transporte de ambos productos, pero con un peso diferente entre ellos: concentra el 39,5 % de la soja y el 52,5 % del maíz. Salvador aparece únicamente en la red de la soja, mientras que los puertos internacionales aparecen únicamente en la red del maíz.

La distribución de los volúmenes entre los puertos vuelve, en esta ronda, al patrón observado en los primeros análisis realizados: Santos con una participación de alrededor del 39,5 % y Paranaguá en torno al 13 %, una relación mucho más equilibrada que la registrada en la ronda en la que Santos llegó a concentrar más del 50 % del flujo. Esto refuerza la interpretación de que las diferentes versiones de la base representan escenarios o parametrizaciones distintas del mismo sistema logístico, sin una tendencia única hacia una concentración creciente en un solo puerto.

Santos y Belém concentran, en conjunto, alrededor del 78 % de todo el maíz transportado por vía portuaria, manteniendo el patrón observado en las rondas anteriores. La distribución entre los demás puertos también se mantiene estable, lo que refuerza que la estructura básica de la red portuaria del maíz es consistente entre las diferentes versiones de la base analizadas hasta ahora.

3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque

La capacidad mensual de embarque de cada puerto es, en general, la misma independientemente del producto. Es la infraestructura física de la terminal la que establece el límite, no el cultivo transportado. Lo que cambia —y cambia considerablemente— es la presión que cada cosecha ejerce sobre esa capacidad compartida (Tabla 16).

Tabla 16 – Ruta de las Guayanas - Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.

Puerto	Capacidad (mil t/mes)	Soja		Maíz	
		Util. media	Util. máxima	Util. media	Util. máxima
Santos	7.137	47,5%	80,8%	35,8%	78,8%
Belém	2.928	48,4%	84,9%	42,6%	93,9%
Paranaguá	2.843	39,4%	66,5%	20,5%	45,8%
Rio Grande	2.456	54,3%	92,8%	2,9%	6,7%
São Luís	2.157	14,9%	25,5%	6,7%	15,0%
Salvador	747	69,4%	100%	4,9%	11,5%
Vitória	720	43,2%	73,2%	22,3%	49,7%
Imbituba	202	48,7%	82,9%	16,1%	36,2%

Belém es el caso más evidente de un puerto sometido a una doble presión: alcanza el 84,9 % de su capacidad en el pico de la soja y el 93,9 % en el pico del maíz, convirtiéndose en la terminal más crítica de la red para ambos cultivos, aunque en períodos diferentes del año. Salvador funciona, en la práctica, como un puerto dedicado a un solo producto: alcanza el 100 % de utilización en el pico de la soja y apenas supera el 12 % en el maíz. Santos y Paranaguá, dos de las mayores terminales en términos de capacidad absoluta, mantienen una holgura relativa para ambos productos y funcionan como válvulas de seguridad del sistema.

En la soja, el panorama confirma el regreso a una red con una holgura más equilibrada entre los grandes puertos. Santos opera con una utilización media del 47,5 %, muy cercana a los valores de los primeros análisis realizados. Rio Grande mantiene el patrón de operación más ajustado entre los grandes puertos, superando el 92 % de su capacidad en el pico de la cosecha, y Salvador continúa alcanzando el 100 % de su capacidad en determinados meses, al igual que los pequeños puertos de Itajaí, Rio de Janeiro y Recife, cuya capacidad reducida hace que estén técnicamente saturados incluso con volúmenes marginales.

En el maíz, la utilización media de la capacidad se mantiene considerablemente por debajo de la registrada para la soja en prácticamente todos los puertos, un reflejo directo de la concentración del transporte en un período más corto del año. En el pico de la temporada, Belém sigue siendo el puerto más presionado, operando cerca del 94 % de su capacidad mensual, el nivel más alto entre las grandes terminales. Santos, a pesar de movilizar un volumen absoluto mayor,

alcanza un pico de utilización más moderado (79 %), respaldado por su capacidad instalada considerablemente mayor.

4. Estacionalidad del Transporte

Los gráficos a continuación muestran, para cada producto, el volumen total transportado por mes en todos los puertos (a la izquierda) y la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año (a la derecha).

4.1 Soja

El volumen total movilizado por la red portuaria sigue un patrón estacional muy marcado, asociado al calendario de cosecha de la soja. Los gráficos a continuación (Figura 21) muestran, a la izquierda, el volumen total transportado por mes en todos los puertos y, a la derecha, la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año.

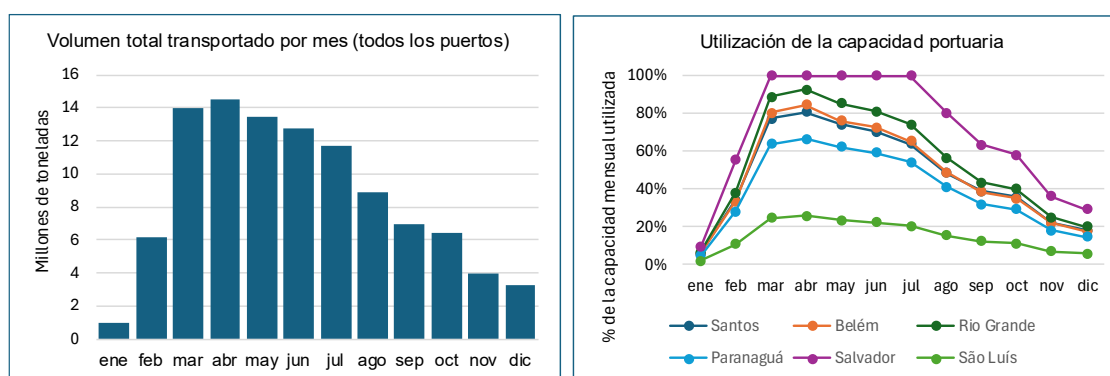


Figura 21 – Ruta de las Guayanas - Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.

El volumen total aumenta de alrededor de 1 millón de toneladas en enero hasta un pico de aproximadamente 14,5 millones de toneladas en abril, período que concentra la cosecha de las principales regiones productoras, y luego disminuye gradualmente hasta diciembre. La tasa de utilización de los puertos acompaña este movimiento, con Salvador, Rio Grande y Belém entre las terminales más presionadas en el pico de la cosecha, mientras que Santos, con su amplia capacidad instalada, vuelve a funcionar como una válvula de seguridad del sistema, absorbiendo una parte relevante de la presión estacional sin acercarse a su límite operativo.

4.2 Maíz

El patrón estacional del maíz es marcadamente diferente del observado en la soja. Los gráficos a continuación (Figura 22) muestran, a la izquierda, el volumen total transportado por mes en todos los puertos y, a la derecha, la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año.

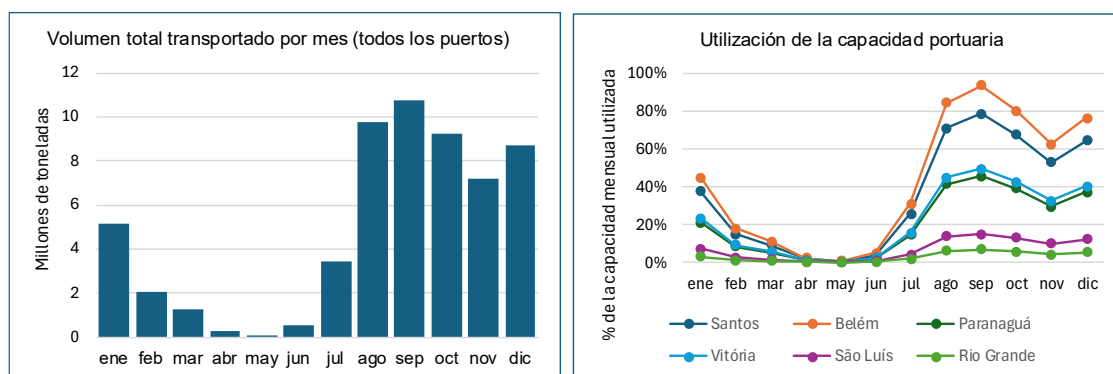


Figura 22 – Ruta de las Guayanas - Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.

Mientras que el transporte de la soja se concentra entre marzo y julio, el del maíz tiene su período más débil precisamente durante estos meses. Entre abril y junio, el volumen movilizado es casi nulo y se intensifica fuertemente entre agosto y diciembre, con un pico en septiembre. Este comportamiento es un reflejo directo del calendario de la segunda cosecha. Sembrada en sucesión a la soja a comienzos del año y cosechada entre junio y agosto, su disponibilidad para la exportación solo se materializa en el segundo semestre.

Como los picos rara vez coinciden entre ambos productos, los mismos puertos suelen atender ambos cultivos a lo largo del año sin que la presión se acumule en un único período, uno de los mayores beneficios ocultos de la infraestructura actual desde el punto de vista de un planificador de redes.

5. Corredores Huérfanos

Cada producto puede revelar, en su red, un corredor logístico que atraviesa fronteras internacionales sin estar asociado a ningún puerto formalmente monitoreado. Estos corredores difieren entre sí, lo que indica que la elección de rutas alternativas responde a la geografía específica de cada zona de cultivo y no a un patrón único de transporte.

El análisis conjunto de las rutas de transporte, del trazado geográfico de la red y de la capacidad operativa de los puertos permite realizar una lectura integrada

de la logística de la soja en el país. Esta ronda confirma el regreso a la distribución más equilibrada entre Santos y Paranaguá observada en los primeros análisis, y la cuarta reconfirmación consecutiva del corredor huérfano en dirección a Uruguay refuerza considerablemente la hipótesis de que se trata de una ruta real y estable dentro de la red logística regional. La ausencia, en los datos de soja, de los corredores exclusivos del maíz —Antofagasta y Guayana Francesa— refuerza la interpretación de que diferentes cultivos agrícolas tienden a utilizar corredores alternativos distintos, de acuerdo con la ubicación de las regiones productoras y la proximidad relativa a cada frontera internacional.

Destacado en azul, reaparece el corredor terrestre, ya identificado en una ronda anterior, que atraviesa el Centro-Oeste brasileño, Paraguay y el norte de Argentina hasta la costa chilena próxima a Antofagasta, con el mismo volumen de aproximadamente 450 toneladas, lo que refuerza la interpretación de que corresponde a una infraestructura real, coherente con el Corredor Vial Bioceánico. Aparece un segundo corredor no catalogado, identificado por primera vez: un tramo que parte de Amapá, en el extremo norte de Brasil, y se dirige por tierra hasta las proximidades de la frontera con la Guayana Francesa, con un flujo acumulado del orden de algunos cientos de toneladas al año. Este trazado es compatible con un flujo dirigido al puerto de Degrad des Cannes, en la Guayana Francesa. La combinación de estos dos hallazgos sugiere que la red geoespacial contiene, de forma recurrente, corredores internacionales en una etapa inicial de desarrollo que aún no han sido plenamente incorporados al sistema de seguimiento de capacidad.

Ninguno de los dos corredores aparece en la red del otro producto, lo que refuerza que el destino final —Uruguay para la soja, Chile para el maíz— depende del origen geográfico de cada carga.

6. Impactos Socioambientales

Cada producto fue evaluado por separado en cuanto a sus impactos socioambientales en los informes de origen. Las síntesis que se presentan a continuación mantienen este nivel de detalle por cultivo, ya que los tramos, los meses de mayor demanda y los puertos más sensibles difieren entre la soja y el maíz.

6.1 Soja

La forma en que la soja es transportada hasta los puertos tiene implicaciones ambientales relevantes que merecen ser observadas junto con el análisis logístico. La red vial que conecta las regiones productoras del Centro-Oeste con los puertos del Sur y Sudeste es mayoritariamente vial, un modo de transporte que consume más combustible y emite más gases de efecto invernadero por tonelada transportada que las alternativas ferroviarias o fluviales. La cuarta reconfirmación consecutiva del corredor en dirección a Uruguay refuerza la interpretación de que esta ruta representa una alternativa real y estable de transporte para los productores del extremo sur de Rio Grande do Sul, potencialmente más corta y eficiente que el trayecto hasta las terminales brasileñas del Sur, con el correspondiente beneficio de menores emisiones de gases de efecto invernadero por tonelada transportada.

La concentración estacional del transporte entre marzo y julio también tiene repercusiones ambientales y sociales en las ciudades portuarias: el aumento significativo del tráfico de camiones durante este período eleva las emisiones de contaminantes locales e intensifica el deterioro de la red vial urbana, especialmente en Santos, Paranaguá y Belém, regiones estuarinas ecológicamente sensibles. En términos generales, el escenario representado por los datos sugiere que las ganancias de eficiencia ambiental en la cadena de la soja tienden a derivarse menos de la simple expansión de la capacidad portuaria y más de la diversificación modal y de una distribución más equilibrada de los flujos entre las terminales disponibles, incluidas rutas alternativas como la identificada en dirección a Uruguay.

6.2 Maíz

Al igual que en el caso de la soja, el transporte del maíz hasta los puertos depende en gran medida de las carreteras en tramos muy largos entre el Centro-Oeste y el litoral, lo que se traduce en un mayor consumo de combustible y mayores emisiones de gases de efecto invernadero por tonelada transportada en comparación con las alternativas ferroviarias o fluviales. El papel destacado del puerto de Belém en el transporte del maíz refuerza la relevancia del Arco Norte como una ruta que combina tramos viales más cortos con transporte fluvial por los ríos amazónicos. La reconfirmación del corredor bioceánico hasta Antofagasta refuerza el potencial de reducción de la distancia hasta los mercados del Pacífico. Por su parte, el corredor identificado en dirección a la Guayana Francesa añade una nueva dimensión a esta discusión. Al atravesar

una región de bosque amazónico preservado y territorios indígenas en el extremo norte de Amapá, cualquier futura expansión de este corredor requerirá especial atención a los impactos sobre la cobertura forestal y las poblaciones locales, dado el historial de presión de deforestación asociado con la apertura de nuevas rutas viales en la Amazonía.

La concentración del transporte entre agosto y diciembre tiende a generar, durante este período, un aumento significativo del tráfico de camiones en las carreteras de acceso a los puertos y una mayor presión sobre la operación portuaria en ciudades como Belém y Santos. La existencia de múltiples corredores internacionales, algunos ya consolidados, como Cartagena, Callao, San Antonio y Bahía Blanca, y otros aún en una etapa inicial, como los identificados hacia Antofagasta y la Guayana Francesa, señala una tendencia hacia la diversificación de rutas que, si se lleva a cabo con el debido cuidado ambiental, puede contribuir a distribuir mejor la presión logística entre diferentes regiones y países.

En común, ambos diagnósticos apuntan en la misma dirección estratégica: la dependencia del transporte por carretera en trayectos largos es el principal factor de presión ambiental de la cadena; el Arco Norte se perfila como la alternativa de menor impacto relativo ya disponible; y la concentración estacional del transporte, en períodos diferentes para cada producto, exige una planificación específica del tráfico y medidas de mitigación para cada pico, y no solo inversiones en capacidad portuaria.

7. Consideraciones Finales

La lectura conjunta de las tablas y los mapas de soja y maíz permite identificar en qué medida ambos productos comparten la misma infraestructura portuaria y en qué puntos cada uno ejerce una presión diferente sobre la red. Los puertos que presentan una alta utilización para ambos productos merecen prioridad de inversión, ya que concentran el riesgo operativo durante prácticamente todo el año. Por otro lado, los puertos con una utilización elevada para solo uno de los dos productos indican terminales más dedicadas a una única cosecha, con una holgura relativa fuera de su respectiva ventana de pico. Los corredores huérfanos, cuando están presentes, merecen un seguimiento continuo a medida que avanza la infraestructura regional, tanto por su potencial para aliviar la presión sobre las terminales tradicionales como por los impactos socioambientales que su eventual consolidación puede generar.

Informe Consolidado – Ruta Cuadrante Rondon

1. Panorama General del Transporte

La soja movilizó 142 millones de toneladas durante el ciclo analizado, de las cuales 103 millones de toneladas (73 %) pasaron por alguno de los 14 puertos mapeados. Por su parte, el maíz movilizó 87,4 millones de toneladas, de las cuales 58,4 millones de toneladas (67 %) siguieron por alguno de los 18 puertos de su red.

La soja recorre, en promedio, 15.739,33 km ponderados por la cantidad transportada, frente a 12.140,78 km del maíz, y tiene un costo proporcionalmente mayor por tonelada (R\$ 905,04 frente a R\$ 750,04), diferencia que refleja el peso relativo de cada producto en rutas de exportación de larga distancia (Tabla 17).

Tabla 17 – Ruta Cuadrante Rondon - Panel general comparativo entre soja y maíz.

Indicador	Soja	Maíz
Volumen total transportado	142 Mt	87,4 Mt
Volumen vía puertos	103 Mt (73%)	58,4 Mt (67%)
Nº de puertos mapeados	14	18
UF de origen líder	N/D	N/D
Distancia media ponderada	15.739,33 km	12.140,78 km
Costo medio ponderado	R\$ 905,04/t	R\$ 750,04/t

2. Mapas das las Rutas de Transporte

2.1 Soja

La Figura 23 fue construida a partir de la base de datos geoespacial y muestra el trazado de la red de transporte de la soja, con el grosor de las líneas representando la intensidad del flujo de cada tramo. Se puede observar una red extremadamente densa en el Centro-Sur del país, lo que refleja la proximidad entre las áreas productoras, las carreteras y los puertos de Santos, Paranaguá y Rio Grande.

Destacado en azul en la figura, reaparece el corredor identificado en rondas anteriores, que parte del extremo sur de Rio Grande do Sul y se dirige hacia las proximidades de Montevideo, ya en territorio uruguayo, acumulando alrededor de 45 mil toneladas de flujo a lo largo del año, el mismo volumen y el mismo trazado observados en todas las rondas anteriores de la base de soja. Es la quinta vez consecutiva que este corredor es identificado de forma idéntica, lo

que hace prácticamente cierta la hipótesis de que se trata de una infraestructura real y estable en la red logística regional.

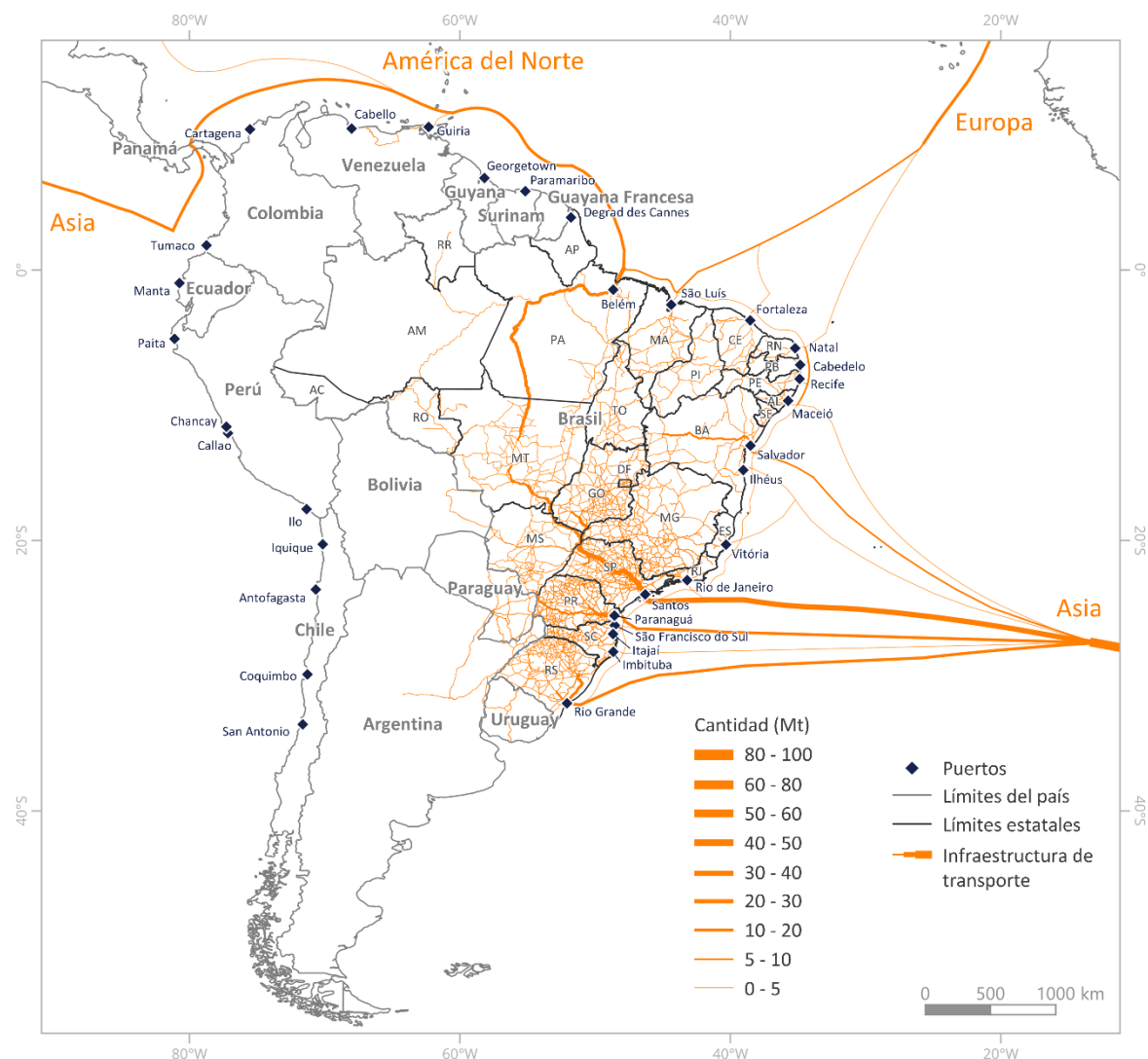


Figura 23 – Ruta Cuadrante Rondon - Rutas de transporte de soja hasta los puertos.

2.2 Maíz

La Figura 24 fue construida a partir de la base de datos geoespacial y muestra el trazado de la red de transporte del maíz. Se observa una red densa en el Centro-Sur que converge hacia Santos y Paranaguá, y un corredor más largo en dirección a Belém, en el Arco Norte, además de rutas ya conocidas hacia puertos internacionales como Cartagena, Callao, San Antonio y Bahía Blanca.

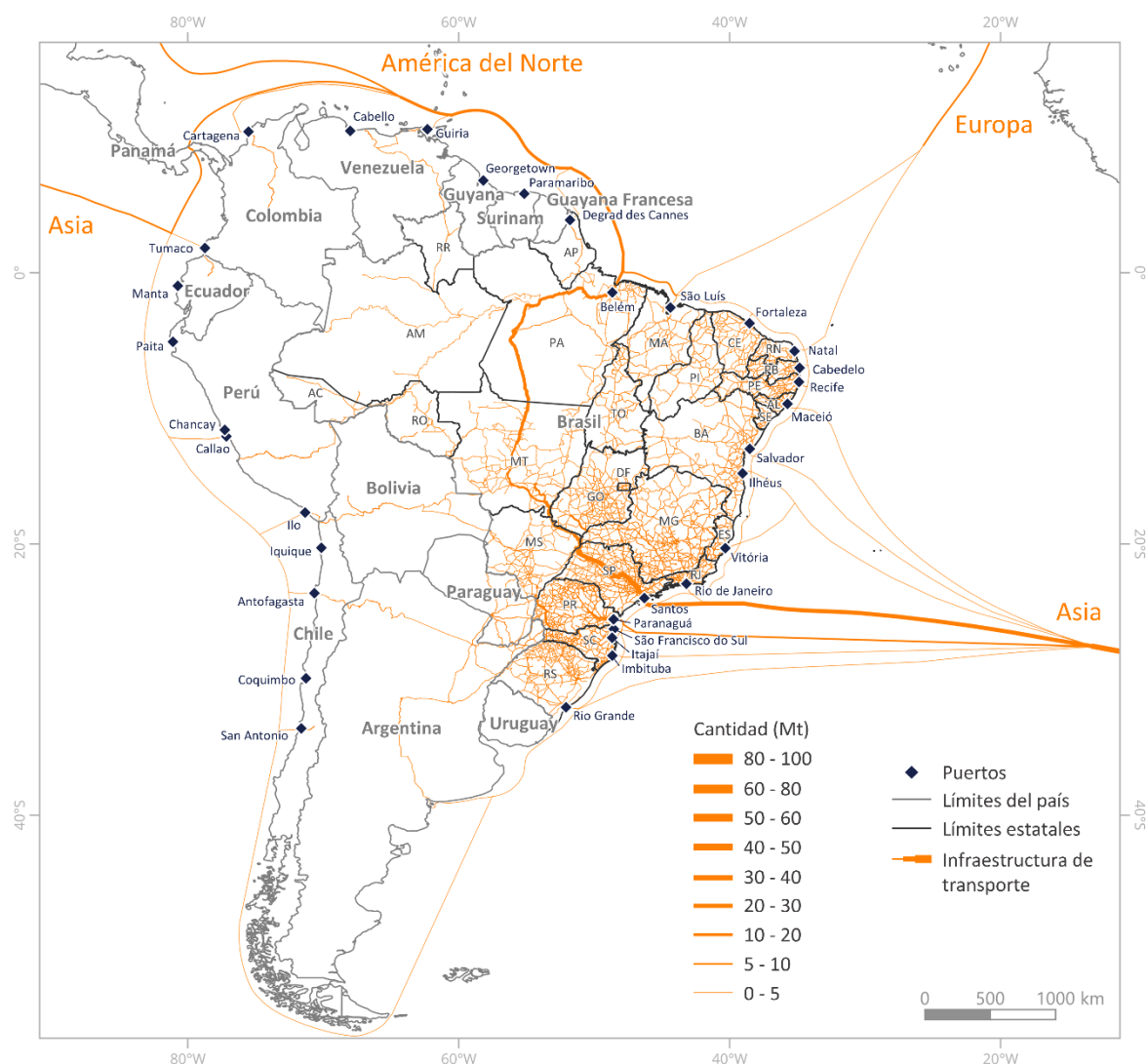


Figura 24 – Ruta Cuadrante Rondon - Rutas de transporte de maíz hasta los puertos.

2.3 Volumen y costo por puerto

La siguiente tabla (Tabla 18) reúne, para los principales puertos de cada producto, el volumen total movilizado durante el año, la participación en el total exportado por la red portuaria y el costo promedio de transporte por tonelada, con soja y maíz lado a lado. El símbolo “—” indica que el puerto no aparece de forma aislada en la tabla de origen de ese producto, sino que está incluido en el total de “Demás puertos”

Tabla 18 – Ruta Cuadrante Rondon - Volumen, participación y costo promedio de transporte por puerto, soja y maíz.

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Santos	36,1	35,1%	570	27,3	46,7%	638
Belém	21,4	20,8%	869	18,2	31,2%	621

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Rio Grande	16,0	15,6%	697	0,9	1,5%	872
Paranaguá	13,4	13,1%	850	7,0	12,0%	731
Salvador	6,2	6,0%	703	—	—	—
São Luís	4,0	3,9%	738	1,7	2,8%	392
Vitória	3,7	3,6%	654	1,9	3,3%	430
Cartagena	—	—	—	0,21	0,4%	798
Demás puertos	2,0	2,0%	424 a 1.184	0,9	1,9%	88 a 949

Santos lidera el transporte de ambos los productos, aunque con un peso diferente entre ellos: concentra el 35,1 % de la soja y el 46,7 % del maíz. Salvador aparece únicamente en la red de la soja, mientras que Cartagena aparece únicamente en la red del maíz.

Al igual que lo observado en el análisis de maíz equivalente a esta ronda, Belém alcanza el 20,8 % de participación en el transporte de soja (21,4 Mt), el valor más alto registrado hasta ahora en los análisis realizados, superando el 16–16,5 % típico de las rondas anteriores. Santos, en cambio, desciende al 35,1 %, la menor participación observada hasta ahora para este puerto en la serie de análisis de soja. Esta coincidencia entre los patrones de soja y maíz en esta misma ronda, ambos con un desplazamiento de los flujos hacia Belém, sugiere firmemente que la base de datos representa, en esta ocasión, un escenario específico de mayor utilización del Arco Norte para ambos productos simultáneamente, y no una variación aleatoria entre versiones.

En esta ronda, la distribución de los volúmenes entre Santos y Belém cambia de manera significativa. Belém alcanza el 31,2 % de participación (18,2 Mt), el mayor valor observado hasta ahora en los análisis de maíz, mientras que Santos desciende al 46,7 %. Cartagena también llama la atención, con un volumen aproximadamente dos veces superior al observado en rondas anteriores (207,6 mil toneladas, frente a valores cercanos a 105 mil toneladas). Este desplazamiento de los flujos hacia el Arco Norte y Cartagena sugiere un escenario en el que la red logística dirige proporcionalmente más maíz hacia los corredores del Norte, posiblemente como resultado de diferentes supuestos de costo o de disponibilidad de capacidad en esta versión de los datos.

3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque

La capacidad de embarque mensual de cada puerto es, en general, la misma independientemente del producto. Es la infraestructura física del terminal la que

establece el límite, no el cultivo transportado. Lo que cambia —y cambia considerablemente— es la presión que cada cosecha ejerce sobre esa capacidad compartida (Tabla 19).

Tabla 19 – Ruta Cuadrante Rondon - Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.

Puerto	Capacidad (mil t/mes)	Soja		Maíz	
		Util. media	Util. máxima	Util. media	Util. máxima
Santos	7.137	42,2%	73,1%	31,9%	76,1%
Belém	2.928	61,0%	100%	51,8%	100%
Paranaguá	2.843	39,4%	66,4%	20,5%	45,8%
Rio Grande	2.456	54,3%	92,7%	3,0%	6,7%
São Luís	2.157	15,5%	30,6%	6,4%	15,6%
Salvador	747	69,4%	100%	5,2%	12,0%
Vitória	720	43,2%	73,3%	22,3%	49,7%
Imbituba	202	48,7%	82,7%	17,7%	36,2%

Belém es el caso más evidente de un puerto sometido a presión doble: alcanza el 100 % de su capacidad en el pico de la soja y el 100 % en el pico del maíz, siendo el terminal más crítico de la red para ambos cultivos, aunque en períodos distintos del año. Salvador funciona, en la práctica, como un puerto dedicado a un solo producto: alcanza el 100 % de utilización en el pico de la soja y apenas supera el 12 % en el maíz. Santos y Paranaguá, dos de los mayores terminales en términos de capacidad absoluta, mantienen un margen relativo de capacidad en ambos productos y funcionan como válvulas de seguridad del sistema.

En la soja, el destaque de esta ronda es Belém, que alcanza el 100 % de la capacidad instalada en su mes de pico, el primer caso de saturación plena registrado para este puerto en los análisis de soja realizados hasta ahora, con una utilización media del 61 % a lo largo del año, muy por encima del 47-48 % típico de las rondas anteriores. Este resultado es directamente consistente con lo observado en el análisis de maíz de esta misma ronda, en el que Belém también alcanza el 100 % de la capacidad en el pico de la segunda cosecha. Santos, por su parte, pasa a operar con un margen más holgado de lo habitual, con un pico de apenas 73,1 % de la capacidad, el valor más bajo registrado hasta ahora para este puerto en la serie de análisis. Rio Grande mantiene el patrón de operación más ajustada entre los puertos del Sur, superando el 92 % de la capacidad en el pico de la cosecha.

En el maíz, el destaque de esta ronda es Belém, que alcanza el 100 % de la capacidad instalada en su mes de pico, el primer caso de saturación plena registrado para un gran puerto en los análisis de maíz realizados hasta ahora, superando el 93-94 % observado en rondas anteriores. Con una utilización media del 51,8 % a lo largo del año, Belém pasa a operar con un margen considerablemente más ajustado que Santos, cuya utilización media cae al 31,9 % en esta versión de los datos. Esta inversión de papeles, con el Arco Norte más presionado que el corredor tradicional del Sudeste, es una configuración inédita entre las rondas de maíz analizadas y merece atención como posible señal de un escenario de mayor dependencia de la infraestructura portuaria del Norte.

4. Estacionalidad del Transporte

Los gráficos siguientes muestran, para cada producto, el volumen total transportado por mes en todos los puertos (a la izquierda) y la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en los principales terminales a lo largo del año (a la derecha).

4.1 Soja

El volumen total movilizado por la red portuaria sigue un patrón estacional muy marcado, asociado al calendario de la cosecha de soja. Los gráficos siguientes (Figura 25) muestran, a la izquierda, el volumen total transportado por mes en todos los puertos y, a la derecha, la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en los principales terminales a lo largo del año.

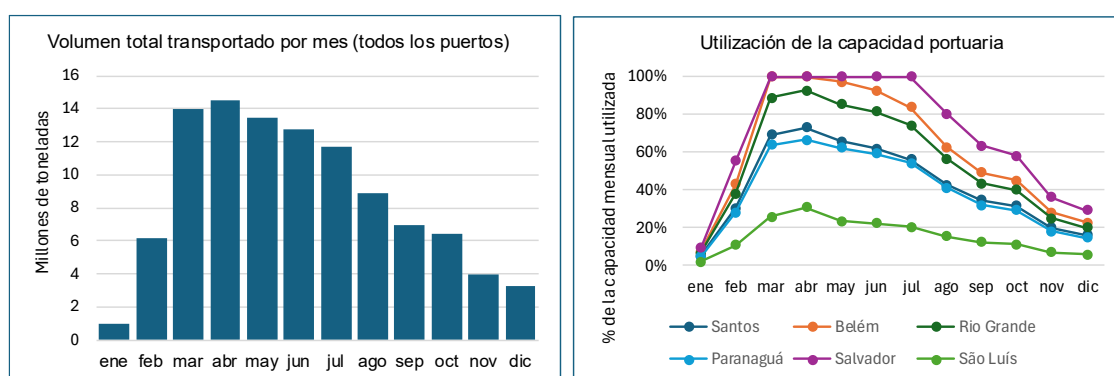


Figura 25 – Ruta Cuadrante Rondon - Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.

El volumen total salta de alrededor de 1 millón de toneladas en enero a un pico de aproximadamente 14,5 millones de toneladas en abril, y luego disminuye gradualmente hasta diciembre. En esta ronda, sin embargo, la presión sobre

Belém en el pico de la cosecha es sensiblemente mayor que la observada en versiones anteriores, con el puerto acercándose o alcanzando su capacidad máxima precisamente durante el período de mayor movimiento, una inversión del patrón habitual, en el que Santos suele concentrar la mayor presión relativa entre los grandes puertos.

4.2 Maíz

El patrón estacional del maíz es marcadamente diferente del observado en la soja. Los gráficos de la Figura 26 muestran, a la izquierda, el volumen total transportado por mes en todos los puertos y, a la derecha, la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en los principales terminales a lo largo del año.

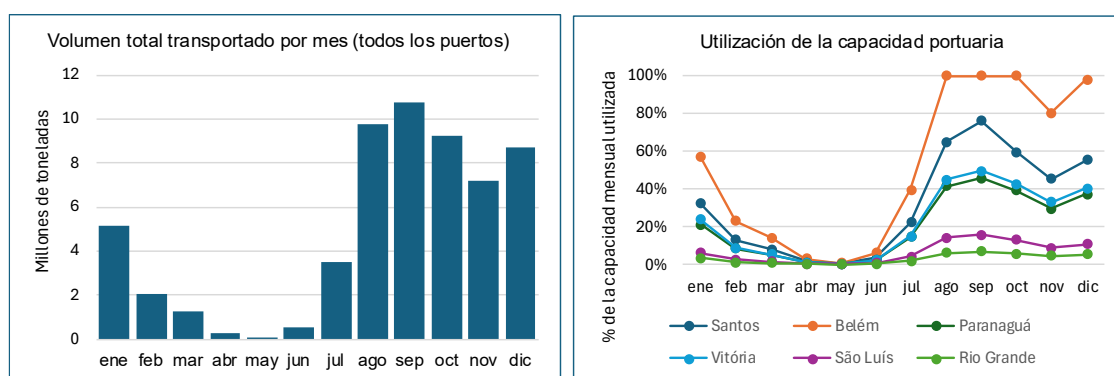


Figura 26 – Ruta Cuadrante Rondon - Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.

El transporte del maíz se concentra entre agosto y diciembre, con un pico en septiembre, lo que refleja el calendario de la segunda cosecha, cultivada en sucesión a la soja y cosechada entre junio y agosto. En esta ronda, sin embargo, la presión sobre Belém en el pico de la cosecha es sensiblemente mayor que la observada en versiones anteriores, con el puerto alcanzando su capacidad máxima precisamente durante el período de mayor movimiento, una señal de que, si este escenario de mayor concentración en el Arco Norte se confirma, la infraestructura de Belém pasaría a operar sin margen de seguridad en los meses críticos.

Como los picos rara vez coinciden entre ambos productos, los mismos puertos suelen atender ambos cultivos a lo largo del año sin que la presión se acumule en un único período, uno de los mayores beneficios ocultos de la infraestructura actual desde el punto de vista de un planificador de redes.

5. Corredores Huérfanos

La mayor concentración de flujo en Belém en esta ronda, tanto para soja como para maíz, refuerza una señal de atención ambiental ya señalada en el análisis de maíz equivalente. La operación de un puerto amazónico próximo al límite de su capacidad tiende a intensificar el tráfico de camiones y embarcaciones en la región, con potencial presión sobre la infraestructura urbana de Belém y sobre los ecosistemas estuarinos del entorno. La reconfirmación, por quinta vez consecutiva, del corredor huérfano en dirección a Uruguay mantiene la interpretación ya registrada en rondas anteriores. Para los productores del extremo sur de Rio Grande do Sul, esta ruta puede representar una distancia recorrida menor que el trayecto hasta los terminales brasileños del Sur, con potencial ganancia de eficiencia logística y ambiental.

El corredor bioceánico hasta Antofagasta, en Chile, que atraviesa el Centro-Oeste brasileño, Paraguay y el norte de Argentina, fue reconfirmado con el mismo volumen de aproximadamente 450 toneladas ya observado en una ronda anterior. El corredor hasta la Guayana Francesa, que parte de Amapá, también fue reconfirmado con el mismo trazado. Un tercer corredor, identificado por primera vez en esta ronda, corresponde a un tramo que atraviesa el interior de Bolivia, pasando por una región cercana a Cochabamba, y llega hasta las proximidades del puerto de Ilo, en la costa sur del Perú, acumulando casi 12 mil toneladas de flujo a lo largo del año. Este trazado es compatible con el Corredor Vial Interoceánico Sur, un proyecto de integración que conecta el oeste de Brasil (incluida Rondônia, sugerida por el nombre del archivo) con la costa peruana del Pacífico a través del territorio boliviano. Es el corredor huérfano de mayor volumen identificado hasta ahora en los análisis realizados, superando ampliamente tanto a Antofagasta como a la Guayana Francesa.

6. Impactos Socioambientales

Cada producto fue evaluado por separado en cuanto a sus impactos socioambientales en los informes de origen. Las síntesis siguientes preservan este nivel de detalle por cultivo, ya que los tramos, los meses de pico y los puertos más sensibles difieren entre soja y maíz.

6.1 Soja

La mayor concentración de flujo en Belém en esta ronda, tanto para soja como para maíz, refuerza una señal de atención ambiental ya señalada en el análisis de maíz equivalente. La operación de un puerto amazónico próximo al límite de

su capacidad tiende a intensificar el tráfico de camiones y embarcaciones en la región, con potencial presión sobre la infraestructura urbana de Belém y sobre los ecosistemas estuarinos del entorno. La reconfirmación, por quinta vez consecutiva, del corredor no catalogado en dirección a Uruguay mantiene la interpretación ya registrada en rondas anteriores: para los productores del extremo sur de Rio Grande do Sul, esta ruta puede representar una distancia recorrida menor que el trayecto hasta los terminales brasileños del Sur, con potencial ganancia de eficiencia logística y ambiental.

La concentración estacional del transporte entre marzo y julio continúa generando, durante este período, un aumento significativo del tráfico de camiones en las carreteras de acceso a los puertos. En esta ronda, este efecto se suma a una presión adicional sobre Belém, que se convierte en el puerto operacionalmente más crítico de la red tanto para soja como para maíz, un patrón que, si persiste, recomendaría una atención reforzada al desarrollo de infraestructura y a la mitigación ambiental en la región del Arco Norte.

6.2 Maíz

La mayor concentración de flujo en Belém en esta ronda refuerza la relevancia del Arco Norte como corredor logístico, pero también enciende una señal de atención ambiental. La operación de un puerto amazónico próximo al límite de su capacidad tiende a intensificar el tráfico de camiones y embarcaciones en la región, con potencial presión sobre la infraestructura urbana de Belém y sobre los ecosistemas estuarinos del entorno. El corredor identificado a través de Bolivia hasta el puerto de Ilo añade una nueva ruta potencial de transporte hacia los mercados del Pacífico, pero su trazado atraviesa territorio boliviano y áreas de transición entre el Cerrado y la Amazonía, regiones que requieren especial atención en cuanto a los impactos de una eventual expansión de la infraestructura vial sobre la cobertura vegetal y las comunidades locales, tanto en el lado brasileño como en el boliviano.

La reconfirmación de los corredores hasta Antofagasta y hasta la Guayana Francesa, sumada a la identificación del nuevo corredor vía Bolivia, refuerza un patrón recurrente en los análisis realizados. La red geoespacial documenta de forma consistente múltiples rutas internacionales en distintas etapas de madurez, diferentes de los cuatro puertos internacionales ya consolidados en la base tabular. Desde el punto de vista ambiental, la diversificación de corredores puede ser positiva si se lleva a cabo de manera planificada, distribuyendo la

presión logística entre diferentes regiones, pero también puede ampliar la frontera de impacto si la expansión de estas rutas no está acompañada de salvaguardas ambientales adecuadas, especialmente en las zonas amazónicas y andinas de los corredores identificados.

En común, ambos diagnósticos apuntan en la misma dirección estratégica. La dependencia del transporte por carretera en trayectos largos es el principal factor de presión ambiental de la cadena; el Arco Norte se perfila como la alternativa de menor impacto relativo ya disponible; y la concentración estacional del transporte, en ventanas diferentes para cada producto, exige una planificación específica del tráfico y medidas de mitigación en cada pico, y no únicamente inversiones en capacidad portuaria.

7. Consideraciones Finales

La lectura conjunta de las tablas y los mapas de soja y maíz permite identificar en qué medida ambos productos comparten la misma infraestructura portuaria y en qué puntos cada uno ejerce una presión diferente sobre la red. Los puertos que presentan una alta utilización para ambos productos merecen prioridad de inversión, ya que concentran el riesgo operacional durante prácticamente todo el año. Por otro lado, los puertos con una utilización elevada para uno solo de los dos productos indican terminales más dedicados a una única cosecha, con una holgura relativa fuera de su respectiva ventana de pico. Los corredores huérfanos, cuando están presentes, merecen un seguimiento continuo a medida que avanza la infraestructura regional, tanto por su potencial para aliviar la presión sobre los terminales tradicionales como por los impactos socioambientales que su eventual consolidación puede generar.

Informe Consolidado – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico)

1. Panorama General del Flujo

La soja movilizó 142 millones de toneladas durante el ciclo analizado, de las cuales 103 millones de toneladas (73%) pasaron por alguno de los 16 puertos mapeados. Por su parte, el maíz movilizó 87,4 millones de toneladas, de las cuales 58,3 millones de toneladas (67%) siguieron por alguno de los 19 puertos de su red.

La soja recorre, en promedio, 12.093,63 km ponderados por la cantidad transportada, frente a 12.140,78 km del maíz, y presenta un costo

proporcionalmente mayor por tonelada (R\$ 756,91 frente a R\$ 750,04), diferencia que refleja el peso relativo de cada producto en rutas de exportación de larga distancia (Tabla 20).

Tabla 20 – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Panel general comparativo entre soja y maíz.

Indicador	Soja	Maíz
Volumen total transportado	142 Mt	87,4 Mt
Volumen vía puertos	103 Mt (73%)	58,3 Mt (67%)
Nº de puertos mapeados	16	19
UF de origen líder	N/D	N/D
Distancia media ponderada	12.093,63 km	12.140,78 km
Costo medio ponderado	R\$ 756,91/t	R\$ 750,04/t

2. Mapas de las Rutas de Transporte

Las redes de transporte de soja y maíz presentan diseños, alcances geográficos y corredores huérfanos distintos entre sí. Por ello, cada producto se presenta en su propio mapa, con el grosor de las líneas indicando la intensidad del flujo en cada tramo.

2.1 Soja

La Figura 27 muestra la red de transporte de la soja, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo de cada tramo.

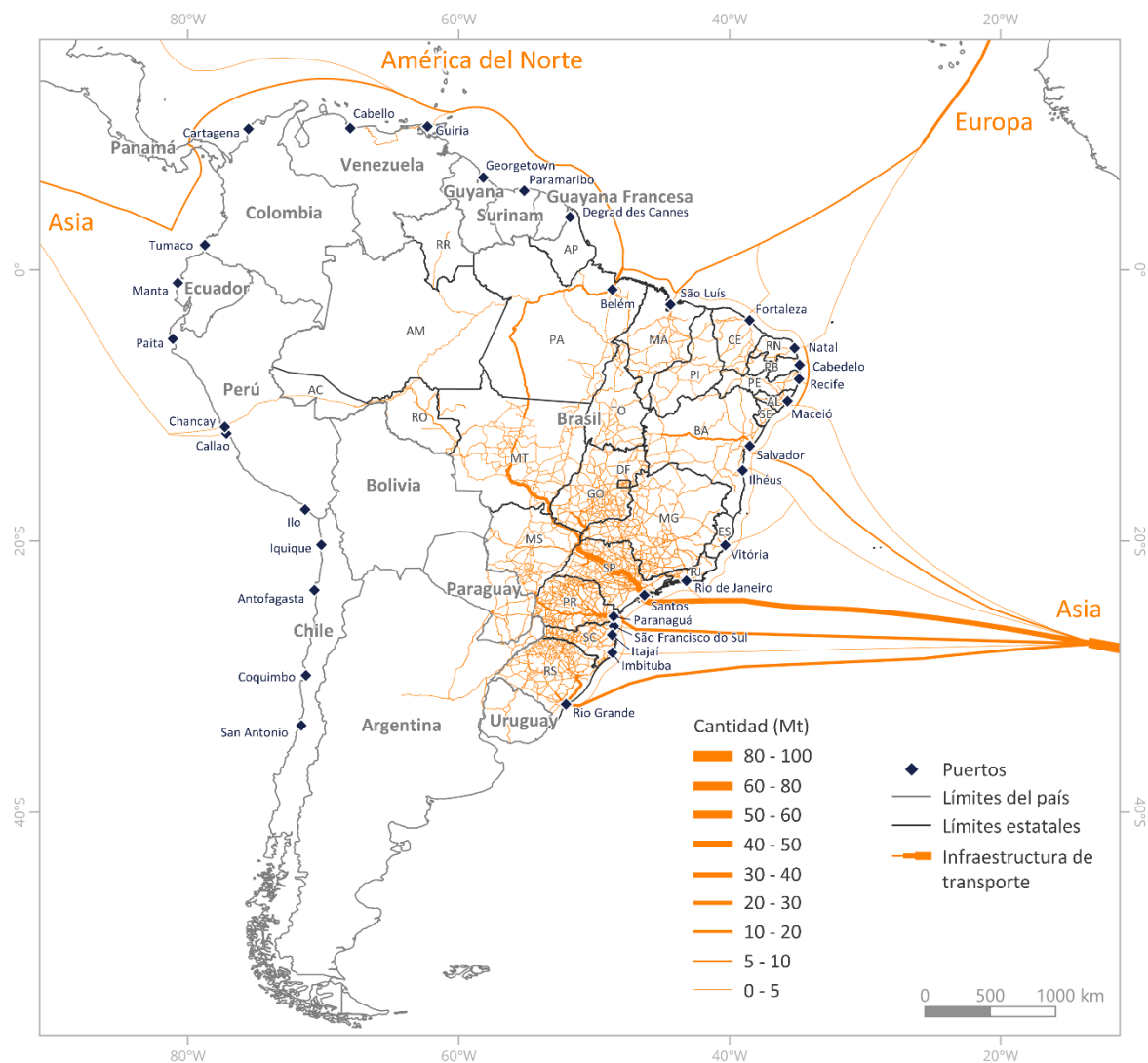


Figura 27 – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Rutas de transporte de soja hasta los puertos.

2.2 Maíz

La Figura 28 muestra la red de transporte del maíz, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo de cada tramo.

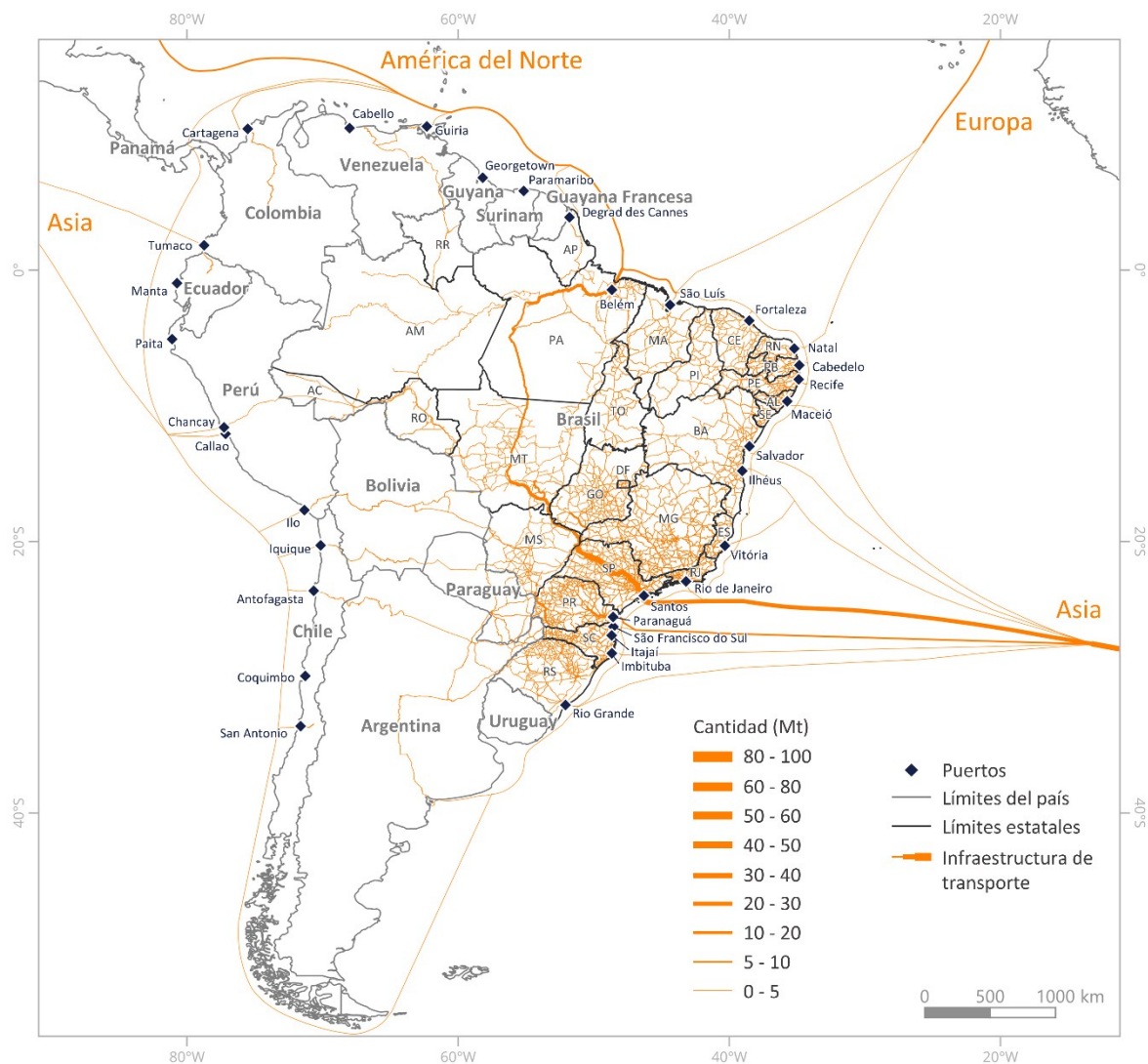


Figura 28 – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Rutas de transporte de maíz hasta los puertos.

2.3 Volumen y costo por puerto

La siguiente tabla (Tabla 21) reúne, para los principales puertos de cada producto, el volumen total movilizado durante el año, la participación en el total exportado por la red portuaria y el costo medio de transporte por tonelada, con soja y maíz lado a lado. El símbolo “—” indica que el puerto no aparece de forma individual en la tabla de origen de ese producto, sino que está incluido en el total de “Demás puertos”.

Tabla 21 – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Volumen, participación y costo medio de transporte por puerto, soja y maíz.

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Santos	39,9	38,7%	670	30,4	52,2%	649
Rio Grande	16,1	15,6%	602	0,9	1,5%	849

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Belém	16,1	15,6%	827	13,7	23,5%	603
Paranaguá	13,5	13,1%	818	7,0	12,0%	729
Salvador	6,2	6,0%	698	—	—	—
São Luís	3,9	3,8%	728	1,7	3,0%	394
Vitória	3,7	3,6%	652	1,9	3,3%	430
Callao (PE)	1,2	1,2%	1.382	0,97	1,7%	1.279
Chancay (PE)	0,28	0,3%	1.366	0,26	0,4%	1.388
Demás puertos	2,1	2,0%	424 a 1.172	1,3	2,3%	88 a 804

Santos lidera el transporte de ambos los productos, pero con un peso diferente entre ellos: concentra el 38,7% de la soja y el 52,2% del maíz. Salvador aparece únicamente en la red de la soja.

Al igual que en el análisis del maíz correspondiente a esta ronda, los puertos peruanos presentan volúmenes todavía pequeños frente a los grandes terminales brasileños, pero ya representan una participación medible del flujo. En conjunto, Callao y Chancay suman alrededor de 1,5 millones de toneladas de soja, con un costo medio de transporte muy superior al promedio, de más de R\$ 1.300 por tonelada, como reflejo de la distancia recorrida hasta la costa del Pacífico. Entre los puertos tradicionales, la distribución se mantiene cercana a la observada en las primeras rondas de soja, con Santos concentrando alrededor del 39% del total y Rio Grande y Belém compartiendo la segunda posición.

El dato más destacado de esta tabla es el salto en el volumen de Callao, que pasa de valores marginales de alrededor de 12 mil toneladas en las rondas anteriores a casi 1 millón de toneladas, un crecimiento de casi 80 veces. Chancay, aunque todavía opera con un volumen modesto (260 mil toneladas), ya aparece como un puerto relevante en su primera aparición en la base de datos. Ambos puertos peruanos presentan un costo medio de transporte muy superior al promedio, de más de R\$ 1.200 por tonelada, lo que es esperable, dado que atienden orígenes muy distantes y atraviesan prácticamente todo el territorio sudamericano hasta llegar a la costa del Pacífico.

3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque

La capacidad mensual de embarque de cada puerto es, en general, la misma, independientemente del producto. Es la estructura física del terminal la que establece el límite, no el cultivo transportado. Lo que cambia —y cambia

considerablemente— es la presión que cada cosecha ejerce sobre esa capacidad compartida (Tabla 22).

Tabla 22 – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.

Puerto	Capacidad (mil t/mes)	Soja		Maíz	
		Util. media	Util. máxima	Util. media	Util. máxima
Santos	7.137	46,6%	80,5%	35,5%	78,8%
Belém	2.928	45,7%	80,9%	39,0%	88,8%
Paranaguá	2.843	39,6%	66,1%	20,5%	45,8%
Rio Grande	2.456	54,6%	92,8%	—	—
Chancay (PE)	23	100%	100%	93,9%	100%
Callao (PE)	124	83,9%	100%	65,3%	100%
Salvador	747	69,4%	100%	—	—
Vitória	720	43,2%	73,2%	22,3%	49,7%
Cartagena (CO)	34	—	—	58,7%	100%
São Luís	2.157	—	—	6,7%	15,0%

Chancay (PE) es el caso más evidente de un puerto bajo presión doble: alcanza el 100% de utilización de su capacidad en el pico de la soja y el 100% en el pico del maíz, siendo el terminal más crítico de la red para ambos cultivos, aunque en períodos distintos del año. Santos y Belém, dos de los mayores terminales en términos de capacidad absoluta, mantienen un margen relativo en ambos productos y funcionan como válvulas de seguridad del sistema.

En la soja, el resultado más destacado de esta tabla es Chancay, que opera al 100% de su capacidad durante los doce meses del año, una saturación plena y continua, sin ningún margen estacional, a diferencia del patrón observado en todos los demás puertos analizados hasta ahora. Callao acompaña esta presión, con una utilización media del 83,9%, alcanzando también el límite de capacidad en varios meses. Este comportamiento es aún más extremo que el observado en el análisis del maíz de la misma ronda, en el que Chancay operaba al 93,9% en promedio. Aquí, la soja aparentemente ocupa de manera integral la capacidad del puerto, lo que sugiere que, en esta versión de los datos, el corredor del Pacífico peruano ya se encuentra en su límite absoluto de operación para ambos cultivos.

En el maíz, el panorama revela una situación inusual. Los pequeños puertos peruanos operan bajo una presión extrema, muy superior a la observada en cualquier terminal brasileño. Chancay alcanza una utilización media del 93,9%

durante todo el año, prácticamente siempre al límite de su capacidad de apenas 23 mil toneladas mensuales. Callao, con una capacidad ligeramente mayor, opera en promedio al 65,3% de su capacidad, pero alcanza el 100% en varios meses del año. Este patrón sugiere que, en esta versión de los datos, el corredor del Pacífico peruano ya opera al límite de su infraestructura actual, incluso con volúmenes absolutos todavía pequeños frente a los grandes puertos brasileños, lo que indica que cualquier expansión futura del flujo por esta ruta requeriría inversiones adicionales en capacidad portuaria.

4. Estacionalidad del Flujo

Los gráficos siguientes muestran, para cada producto, el volumen total transportado por mes en todos los puertos (a la izquierda) y la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en los principales terminales a lo largo del año (a la derecha).

4.1 Soja

El volumen total movilizado por la red portuaria sigue el patrón estacional ya conocido, asociado al calendario de la cosecha de soja. Los gráficos siguientes (Figura 29) muestran, a la izquierda, el volumen total transportado por mes en todos los puertos y, a la derecha, la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en Santos, Rio Grande, Belém y los dos puertos peruanos.

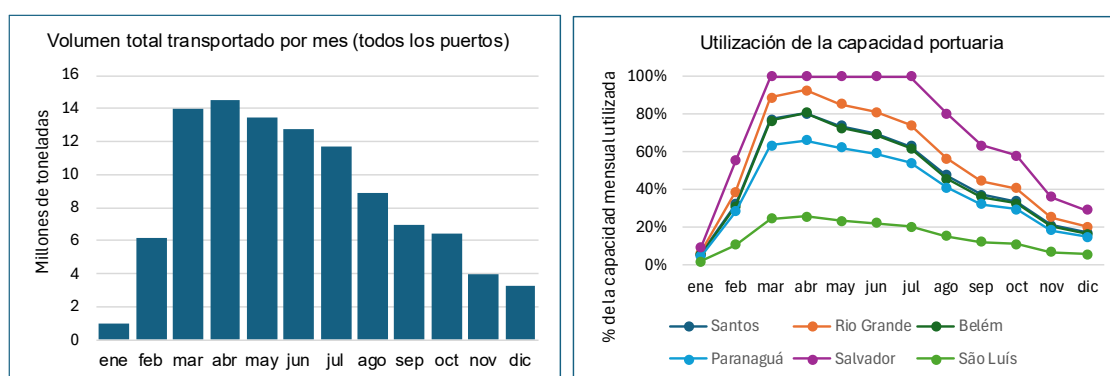


Figura 29 – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.

El gráfico de la derecha muestra a Chancay como una línea constante en la parte superior del gráfico, prácticamente pegada al 100% durante todo el año, un comportamiento que no acompaña la estacionalidad de la cosecha, lo que sugiere que el puerto ya opera al límite de su capacidad independientemente del volumen disponible para exportación en cada mes. Callao sigue un patrón

similar, aunque con un ligero margen de capacidad en algunos meses. Esto contrasta fuertemente con los grandes puertos brasileños, cuya utilización acompaña de cerca el ciclo estacional de la cosecha, con picos entre marzo y julio y valles pronunciados durante el resto del año.

4.2 Maíz

El patrón estacional del maíz es marcadamente diferente del observado en la soja. Los gráficos siguientes (Figura 30) muestran, a la izquierda, el volumen total transportado por mes en todos los puertos y, a la derecha, la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en Santos, Belém, Paranaguá y los dos puertos peruanos.

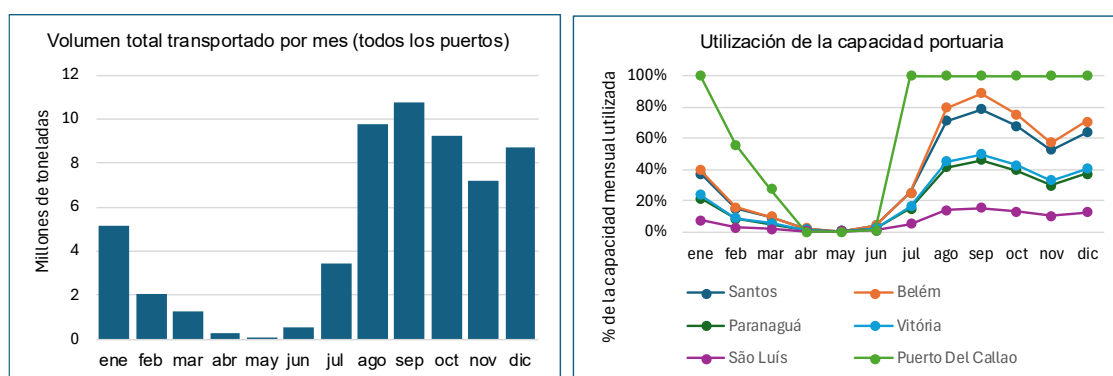


Figura 30 – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.

El gráfico de la derecha pone de manifiesto el comportamiento atípico de los puertos peruanos. Chancay opera al 100% de su capacidad, o muy cerca de ella, durante prácticamente todos los meses del año, con una única caída relevante en mayo, el mismo período de menor utilización observado en los demás puertos durante el valle estacional del maíz. Callao presenta una dinámica similar, aunque con una curva ligeramente más suave, alcanzando el 100% de su capacidad en enero, febrero y durante el período de mayor actividad, entre julio y diciembre. Esto contrasta con Santos y Belém, que, a pesar de movilizar volúmenes mucho mayores en términos absolutos, operan con un margen relativo de capacidad a lo largo del año.

Como los picos rara vez coinciden entre los dos productos, los mismos puertos suelen atender ambos cultivos a lo largo del año sin que la presión se acumule en un único período —una de las mayores ventajas ocultas de la infraestructura actual, desde el punto de vista de un planificador de redes.

5. Corredores Huérfanos

Cada producto puede revelar, en su red, un corredor logístico que atraviesa fronteras internacionales sin estar asociado a ningún puerto formalmente monitoreado. Estos corredores difieren entre sí, lo que indica que la elección de rutas alternativas responde a la geografía específica de cada cultivo, y no a un único patrón de transporte.

Esta ronda confirma, para la soja, el mismo cambio estructural observado en el análisis del maíz correspondiente: la incorporación de Chancay y Callao a la red logística monitoreada, con ambos puertos peruanos operando bajo una presión de capacidad muy superior a la observada en los terminales brasileños. Chancay, en particular, permanece saturado durante los doce meses del año. La quinta reconfirmación consecutiva del corredor no catalogado hacia Uruguay refuerza la estabilidad de esta ruta como una característica específica de la red logística de la soja, distinta de los corredores exclusivos del maíz identificados en rondas anteriores. En conjunto, estos hallazgos sugieren una red logística internacional más diversificada y dinámica que la capturada por los puertos tradicionalmente monitoreados, con el corredor del Pacífico peruano emergiendo como un punto de atención prioritario para futuras inversiones en capacidad.

Esta ronda presenta el cambio más estructural observado hasta ahora en los análisis de maíz. La incorporación de Chancay, el nuevo megapuerto peruano con inversión china, a la red logística monitoreada, acompañada de un salto significativo en el volumen del vecino puerto de Callao. Ambos puertos operan bajo una presión de capacidad muy superior a la observada en los terminales brasileños, lo que indica que el corredor del Pacífico peruano, aunque todavía representa una pequeña fracción del flujo total, ya opera al límite de su infraestructura actual. La reconfirmación, con intensidad variable, de los corredores hacia Antofagasta, hacia la Guayana Francesa y a través de Bolivia hasta Ilo refuerza la existencia de una red logística internacional más amplia y dinámica que la capturada por los puertos tradicionalmente monitoreados, con implicaciones crecientes para la planificación de infraestructura y el análisis de los impactos ambientales asociados a estas rutas emergentes.

Ninguno de los dos corredores aparece en la red del otro producto, lo que refuerza que el destino final —Uruguay para la soja, Perú para el maíz— depende del origen geográfico de cada carga.

6. Impactos Socioambientales

Cada producto fue evaluado por separado en cuanto a sus impactos socioambientales en los informes de origen. Las síntesis siguientes preservan este nivel de detalle por cultivo, ya que los tramos, los meses de mayor actividad y los puertos más sensibles difieren entre la soja y el maíz.

6.1 Soja

La saturación plena y constante de Chancay a lo largo de todo el año, tanto para la soja como para el maíz, constituye una señal relevante para la planificación logística. Incluso con volúmenes absolutos todavía pequeños frente a los grandes puertos brasileños, el puerto ya no dispone de margen operativo para absorber aumentos de demanda sin inversiones adicionales en capacidad. Desde el punto de vista ambiental, el acceso a Chancay y Callao desde las regiones productoras del Centro-Oeste depende de rutas terrestres de larguísima distancia, lo que eleva significativamente la huella de carbono por tonelada transportada en comparación con los puertos tradicionales del Sur y Sudeste, a menos que estas cargas sigan corredores parcialmente fluviales o ferroviarios que todavía no estén plenamente mapeados en esta base de datos.

En términos generales, la diversificación de corredores, tanto los ya consolidados como los emergentes, como el del Pacífico peruano, puede contribuir a distribuir la presión logística y ambiental entre diferentes regiones, siempre que esté acompañada de inversiones en infraestructura adecuada en los puntos que ya operan al límite, como Chancay.

6.2 Maíz

La incorporación de Chancay a la red logística del agronegocio brasileño merece especial atención desde el punto de vista ambiental y geopolítico. Como hub directo de comercio con Asia, el puerto reduce la necesidad de escalas intermedias y, en teoría, puede disminuir la distancia total recorrida por las cargas destinadas a los mercados asiáticos, con un potencial aumento de la eficiencia energética por tonelada transportada. Por otro lado, el hecho de que el puerto ya opere cerca de la saturación, incluso con volúmenes todavía pequeños provenientes de Brasil, sugiere que una eventual expansión de este flujo requeriría nuevas inversiones en infraestructura portuaria en Perú, con los correspondientes impactos sobre la costa peruana. Del lado brasileño, el acceso a Chancay y Callao desde el Centro-Oeste depende de rutas terrestres de

larguísima distancia que atraviesan el territorio boliviano, lo que refuerza la relevancia ambiental del corredor vial identificado en esta y en rondas anteriores a través de Bolivia.

La reconfirmación de los corredores hacia Antofagasta y hacia la Guayana Francesa, con intensidades variables entre rondas, refuerza la interpretación ya registrada en análisis anteriores. La red geoespacial documenta de manera recurrente múltiples rutas internacionales en diferentes etapas de madurez. La incorporación de Chancay como puerto plenamente catalogado ilustra cómo la infraestructura logística sudamericana está en transformación, con potencial para redistribuir los flujos y, en consecuencia, los patrones de presión ambiental a lo largo de la cadena de transporte del maíz brasileño.

En común, ambos diagnósticos apuntan en la misma dirección estratégica. La dependencia de las carreteras en trayectos largos es el principal factor de presión ambiental de la cadena; el Arco Norte surge como la alternativa de menor impacto relativo actualmente disponible; y la concentración estacional del flujo, en períodos diferentes para cada producto, exige una planificación específica del tráfico y medidas de mitigación en cada pico, y no únicamente inversiones en capacidad portuaria.

7. Consideraciones Finales

La lectura conjunta de las tablas y los mapas de soja y maíz permite identificar en qué medida ambos productos comparten la misma infraestructura portuaria y en qué puntos cada uno ejerce una presión diferente sobre la red. Los puertos que presentan una alta utilización para ambos productos merecen prioridad de inversión por concentrar el riesgo operativo durante prácticamente todo el año. Por otro lado, los puertos con una utilización elevada para solo uno de los dos productos indican terminales más dedicados a una única cosecha, con un margen relativo fuera de su respectiva ventana de mayor actividad. Los corredores huérfanos, cuando están presentes, merecen un seguimiento continuo a medida que avanza la infraestructura regional, tanto por su potencial para aliviar la presión sobre los terminales tradicionales como por los impactos socioambientales que su eventual consolidación puede generar.

Escenario 2035 – Puertos

Este escenario supone inversiones que elevan la capacidad de embarque de todos los puertos a 15 millones de toneladas mensuales para cada producto con respecto al Escenario Actual – Base.

Informe Consolidado – Escenario 2035 – Base

1. Panorama General del Flujo

La soja movilizó 142 millones de toneladas durante el ciclo analizado, de las cuales 103 millones de toneladas (73%) pasaron por alguno de los 19 puertos mapeados. Por su parte, el maíz movilizó 87 millones de toneladas, de las cuales 58 millones de toneladas (67%) siguieron por alguno de los 27 puertos de su red.

La soja recorre, en promedio, 15.723,87 km ponderados por la cantidad transportada, frente a 12.109,43 km del maíz, y tiene un costo proporcionalmente mayor por tonelada (R\$ 908,60 frente a R\$ 757,32), diferencia que refleja el peso relativo de cada producto en las rutas de exportación de larga distancia (Tabla 23).

Tabla 23 – Escenario 2035 – Base - Panel general comparativo entre soja y maíz.

Indicador	Soja	Maíz
Volumen total transportado	142 Mt	87 Mt
Volumen vía puertos	103 Mt (73%)	58 Mt (67%)
Nº de puertos mapeados	19	27
UF de origen líder	N/D	N/D
Distancia media ponderada	15.723,87 km	12.109,43 km
Costo medio ponderado	R\$ 908,60/t	R\$ 757,32/t

2. Mapas de las Rutas de Transporte

Las redes de transporte de soja y maíz presentan un diseño, alcance geográfico y corredores huérfanos diferentes entre sí. Por ello, cada producto se presenta en su propio mapa, con el grosor de las líneas indicando la intensidad del flujo en cada tramo.

2.1 Soja

La Figura 31 muestra la red de transporte de la soja, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo en cada tramo.

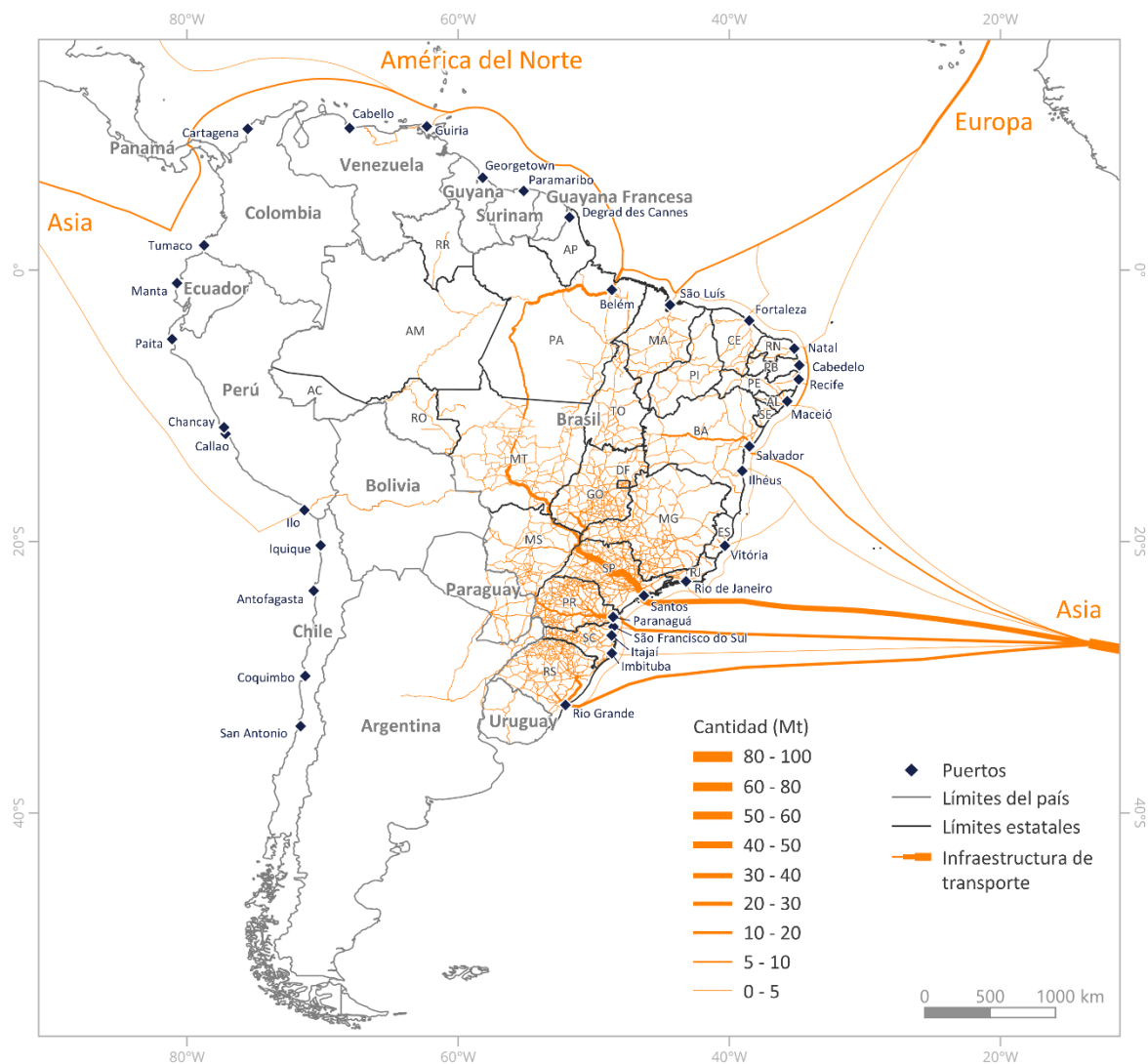


Figura 31 – Escenario 2035 – Base - Rutas de transporte de soja hasta los puertos.

2.2 Maíz

La Figura 32 muestra la red de transporte del maíz, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo en cada tramo.

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Rio Grande	16,0	15,6%	605	0,9	1,5%	851
Paranaguá	12,7	12,4%	890	6,5	11,2%	818
Salvador	7,0	6,8%	656	—	—	—
São Luís	3,8	3,7%	779	1,4	2,4%	523
Vitória	3,7	3,6%	694	1,7	3,0%	464
Cartagena (CO)	—	—	—	1,0	1,8%	806
Demás puertos	3,3	3,2%	—	3,2	5,5%	—

Santos lidera el transporte de ambos los productos, aunque con un peso diferente entre ellos: concentra el 39,1% de la soja y el 51,3% del maíz. Salvador aparece únicamente en la red de la soja, mientras que Cartagena (CO) aparece únicamente en la red del maíz.

3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque

La capacidad de embarque mensual de cada puerto es, en general, la misma, independientemente del producto. Es la estructura física del terminal la que establece el límite, no el cultivo transportado. Lo que cambia —y cambia considerablemente— es la presión que cada cosecha ejerce sobre esa capacidad compartida (Tabla 25).

Tabla 25 – Escenario 2035 – Base - Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.

Puerto	Capacidad (mil t/mes)	Soja		Maíz	
		Util. media	Util. máxima	Util. media	Util. máxima
Belém	15.000	9,0%	15,2%	7,5%	16,6%
Cabedelo	15.000	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
Fortaleza	15.000	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
Güiria (VE)	15.000	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Ilhéus	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Imbituba	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Itajaí	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Maceió	15.000	0,0%	0,0%	—	—
Antofagasta (CH)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Bahía Blanca (AR)	15.000	—	—	0,0%	0,1%
Cartagena (CO)	15.000	—	—	0,6%	1,4%
Degrad des Cannes (GF)	15.000	—	—	0,0%	0,0%

Belém y Cabedelo, dos de los mayores terminales en términos de capacidad absoluta, mantienen una holgura relativa para ambos productos y funcionan como válvulas de seguridad del sistema.

4. Estacionalidad del Flujo

Los gráficos siguientes (Figura 33 y Figura 34) muestran, para cada producto, el volumen total transportado por mes en todos los puertos (a la izquierda) y la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en los principales terminales a lo largo del año (a la derecha).

4.1 Soja

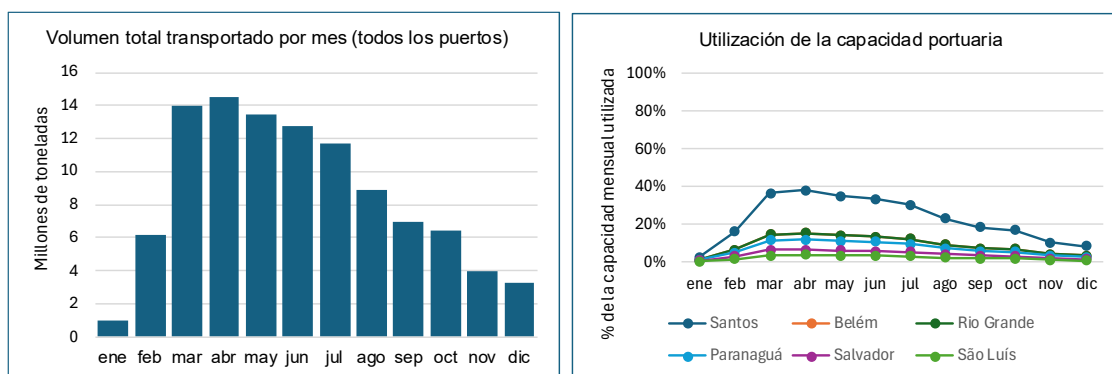


Figura 33 – Escenario 2035 – Base - Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.

4.2 Maíz

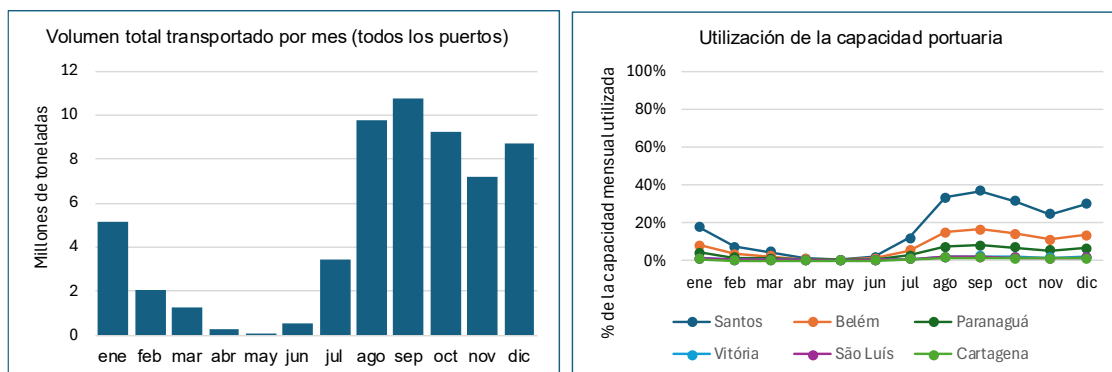


Figura 34 – Escenario 2035 – Base - Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.

Como los picos rara vez coinciden entre ambos productos, los mismos puertos suelen atender a ambos cultivos a lo largo del año sin que la presión se acumule en un único período, uno de los mayores beneficios ocultos de la infraestructura actual desde el punto de vista de un planificador de redes.

5. Corredores Huérfanos

Cada producto puede revelar, en su red, un corredor logístico que atraviesa fronteras internacionales sin estar asociado a ningún puerto formalmente

monitoreado. Estos corredores difieren entre sí, lo que indica que la elección de rutas alternativas responde a la geografía específica de cada cultivo y no a un único patrón de flujo.

El análisis conjunto de las rutas de transporte, del diseño geográfico de la red y de la capacidad operativa de los puertos permite una lectura integrada de la logística de la soja en el país. Los datos muestran una cadena concentrada en pocos grandes puertos, con Santos desempeñando un papel central, y una marcada estacionalidad que se traduce en picos de ocupación portuaria a lo largo del año. La presencia de corredores huérfanos identificados en la base geoespacial refuerza la relevancia de un monitoreo continuo de las rutas alternativas, tanto por su potencial logístico como por los impactos socioambientales asociados a su eventual expansión. Este conjunto de observaciones puede servir de base para futuras discusiones sobre inversión en infraestructura multimodal y sobre la planificación estacional de la operación portuaria.

6. Consideraciones Finales

La lectura conjunta de las tablas y los mapas de soja y maíz permite identificar en qué medida ambos productos comparten la misma infraestructura portuaria y en qué puntos cada uno ejerce una presión diferente sobre la red. Los puertos que presentan una alta utilización para ambos productos merecen prioridad de inversión, ya que concentran el riesgo operativo durante prácticamente todo el año. Por otro lado, los puertos con una utilización elevada para uno solo de los dos productos indican terminales más dedicados a una única cosecha, con una holgura relativa fuera de su respectiva ventana de pico. Los corredores huérfanos, cuando están presentes, merecen un seguimiento continuo a medida que avanza la infraestructura regional, tanto por su potencial para aliviar la presión sobre los terminales tradicionales como por los impactos socioambientales que su eventual consolidación puede generar.

Informe Consolidado – 2035 – Puertos – Ruta Amazónica

1. Panorama general del transporte

La soja movilizó 142 millones de toneladas durante el ciclo analizado, de las cuales 103 millones de toneladas (73 %) pasaron por alguno de los 19 puertos cartografiados. Por su parte, el maíz movilizó 87 millones de toneladas, de las

cuales 58 millones de toneladas (67 %) siguieron por alguno de los 27 puertos de su red.

La soja recorre, en promedio, 15.723,87 km, ponderados por la cantidad transportada, frente a 12.109,44 km del maíz, y presenta un costo proporcionalmente mayor por tonelada (R\$ 908,60 frente a R\$ 757,32), diferencia que refleja el peso relativo de cada producto en las rutas de exportación de larga distancia (Tabla 26).

Tabla 26 – 2035 – Puertos – Ruta Amazónica - Panel general comparativo entre soja y maíz.

Indicador	Soja	Maíz
Volumen total transportado	142 Mt	87 Mt
Volumen vía puertos	103 Mt (73%)	58 Mt (67%)
Nº de puertos mapeados	19	27
UF de origen líder	N/D	N/D
Distancia media ponderada	15.723,87 km	12.109,44 km
Costo medio ponderado	R\$ 908,60/t	R\$ 757,32/t

2. Mapas de las rutas de transporte

Las redes de transporte de soja y maíz presentan un trazado, un alcance geográfico y corredores huérfanos distintos entre sí. Por ello, cada producto se presenta en su propio mapa, con el grosor de las líneas indicando la intensidad del flujo en cada tramo.

2.1 Soja

El siguiente mapa (Figura 35) muestra la red de transporte de la soja, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo en cada tramo.

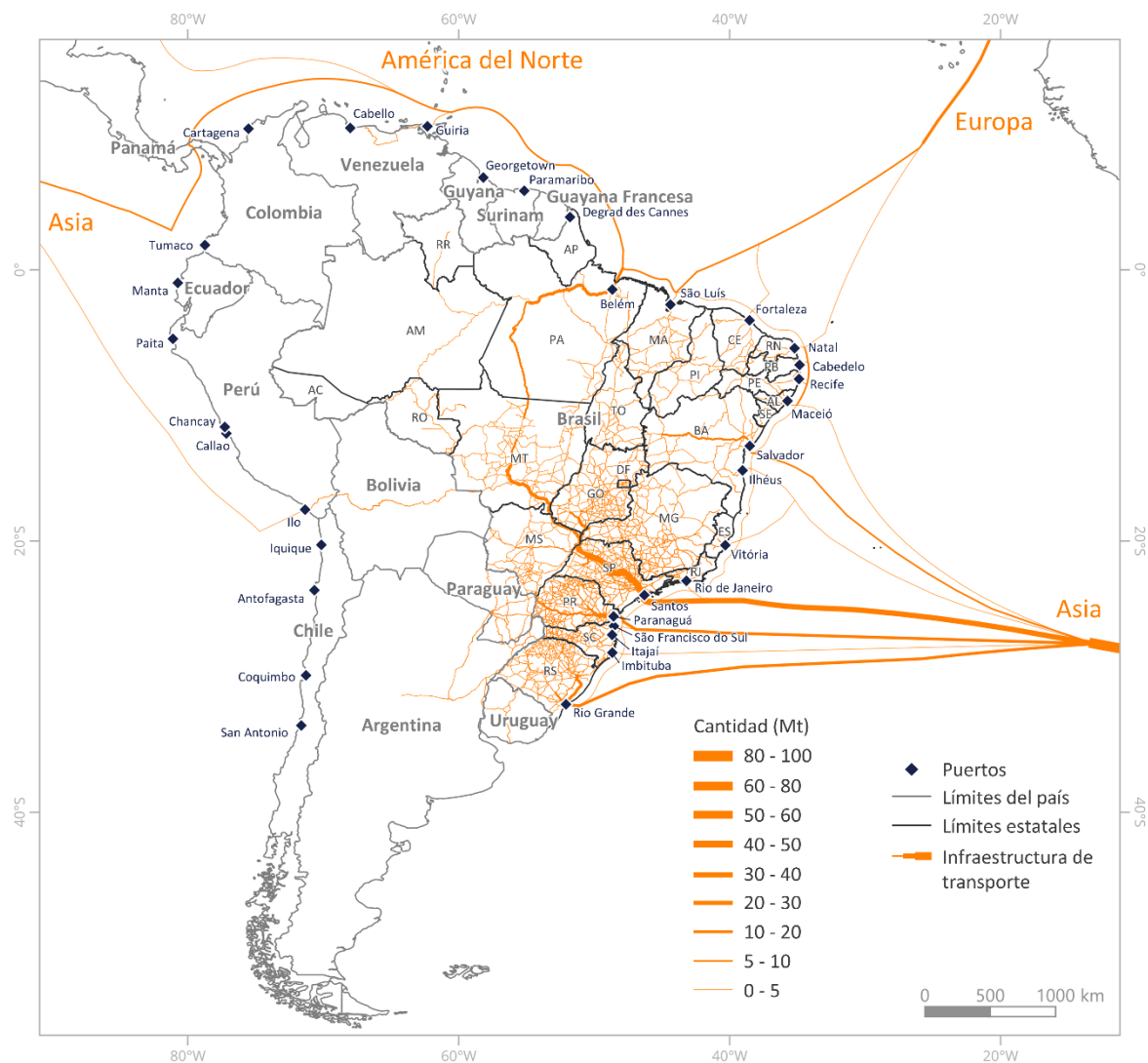


Figura 35 – 2035 – Puertos – Ruta Amazónica - Rutas de transporte de soja hasta los puertos.

2.2 Maíz

El siguiente mapa (Figura 36) muestra la red de transporte del maíz, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo en cada tramo.

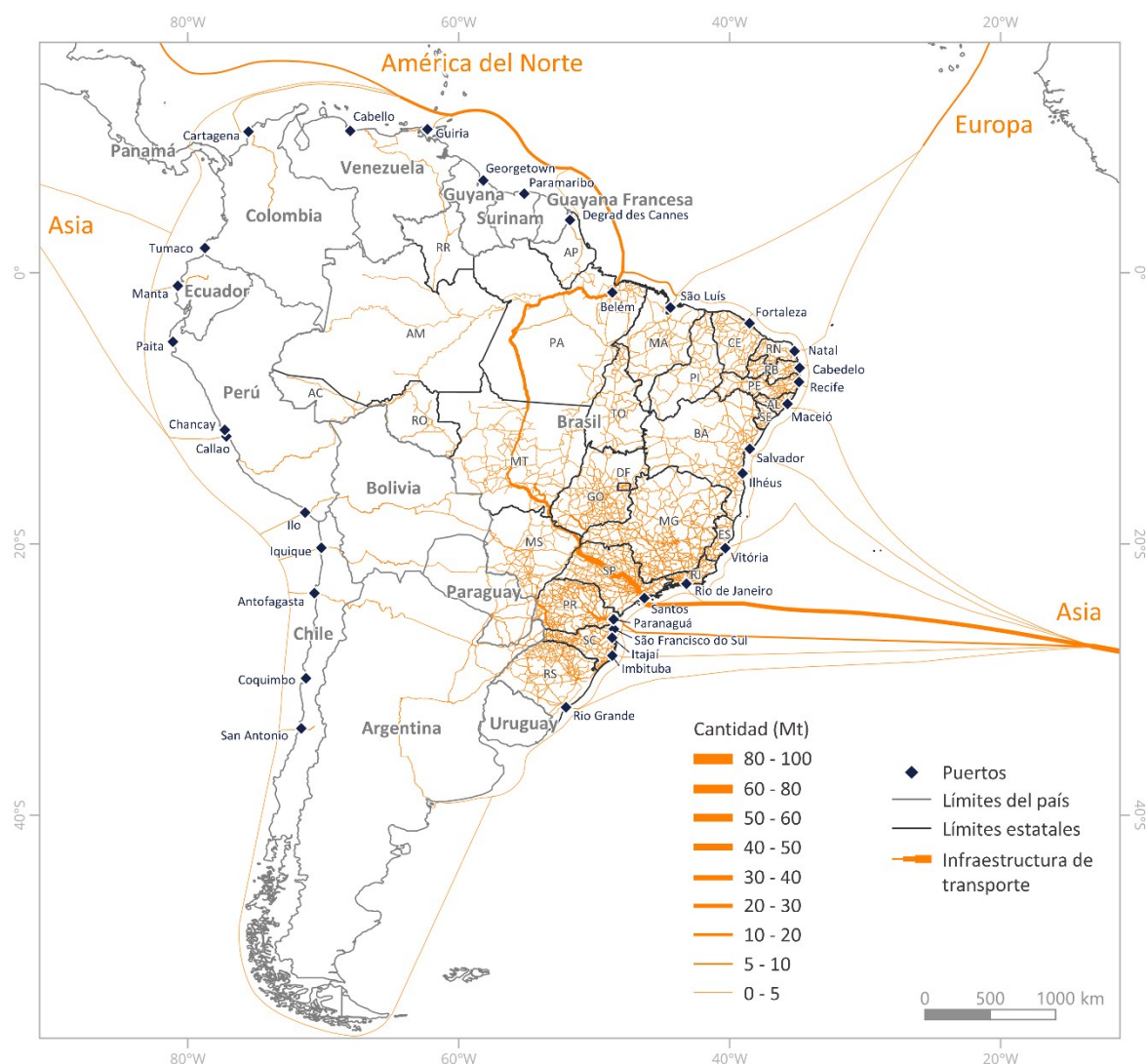


Figura 36 – 2035 – Puertos – Ruta Amazónica - Rutas de transporte de maíz hasta los puertos.

2.3 Volumen y costo por puerto

La siguiente tabla (Tabla 27) reúne, para los principales puertos de cada producto, el volumen total movilizado durante el año, la participación en el total exportado por la red portuaria y el costo promedio de transporte por tonelada, con soja y maíz lado a lado. El símbolo “—” indica que el puerto no aparece de forma aislada en la tabla de origen de ese producto, sino que está incluido en el total de “Demás puertos”.

Tabla 27 – 2035 – Puertos – Ruta Amazónica - Volumen, participación y costo promedio de transporte por puerto, soja y maíz.

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Santos	40,3	39,1%	683	29,9	51,3%	730
Belém	16,1	15,7%	860	13,6	23,3%	706

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Rio Grande	16,0	15,6%	605	0,9	1,5%	851
Paranaguá	12,7	12,4%	890	6,5	11,2%	818
Salvador	7,0	6,8%	656	—	—	—
São Luís	3,8	3,7%	779	1,4	2,4%	523
Vitória	3,7	3,6%	694	1,7	3,0%	465
Cartagena (CO)	—	—	—	1,0	1,8%	806
Demás puertos	3,3	3,2%	—	3,2	5,5%	—

Santos lidera el transporte de ambos los productos, aunque con un peso diferente entre ellos: concentra el 39,1 % de la soja y el 51,3 % del maíz. Salvador aparece únicamente en la red de la soja, mientras que Cartagena (CO) aparece únicamente en la red del maíz.

3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque

La capacidad de embarque mensual de cada puerto es, en general, la misma, independientemente del producto. Es la estructura física de la terminal la que establece el límite, no el cultivo transportado. Lo que cambia —y cambia considerablemente— es la presión que cada cosecha ejerce sobre esa capacidad compartida (Tabla 28).

Tabla 28 – 2035 – Puertos – Ruta Amazónica - Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.

Puerto	Capacidad (mil t/mes)	Soja		Maíz	
		Util. media	Util. máxima	Util. media	Util. máxima
Belém	15.000	9,0%	15,2%	7,5%	16,6%
Cabedelo	15.000	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
Fortaleza	15.000	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
Güiria (VE)	15.000	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Ilhéus	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Imbituba	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Itajaí	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Maceió	15.000	0,0%	0,0%	—	—
Antofagasta (CH)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Bahía Blanca (AR)	15.000	—	—	0,0%	0,1%
Cartagena (CO)	15.000	—	—	0,6%	1,4%
Degrad des Cannes (GF)	15.000	—	—	0,0%	0,0%

Belém y Cabedelo, dos de las terminales con mayor capacidad absoluta, mantienen una holgura relativa en ambos productos y funcionan como válvulas de seguridad del sistema.

4. Estacionalidad del Transporte

Los gráficos a continuación (Figura 37 y Figura 38) muestran, para cada producto, el volumen total transportado por mes en todos los puertos (a la izquierda) y la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año (a la derecha).

4.1 Soja

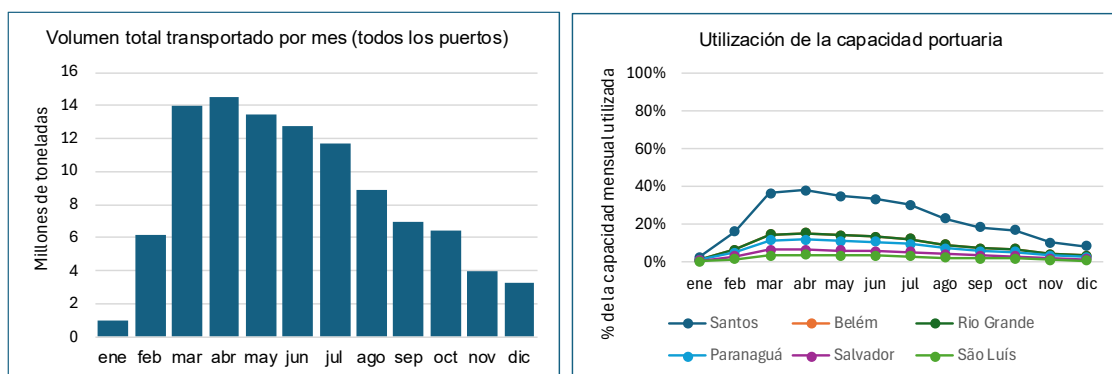


Figura 37 – 2035 – Puertos – Ruta Amazónica - Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.

4.2 Maíz

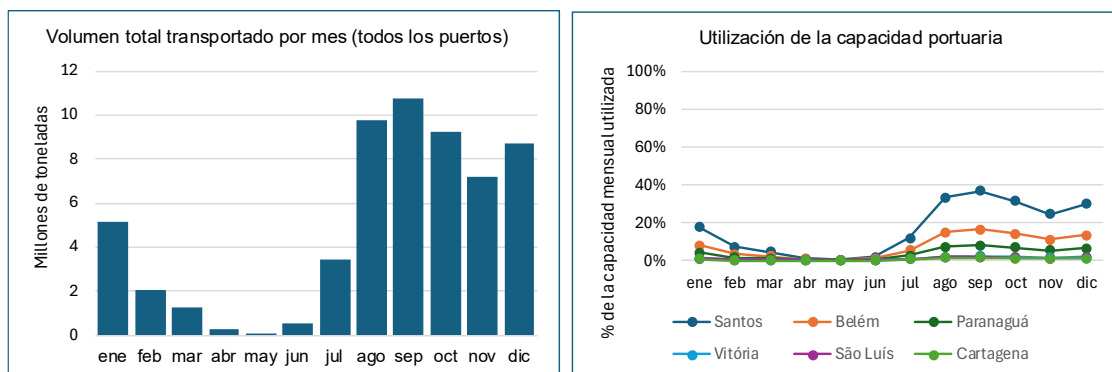


Figura 38 – 2035 – Puertos – Ruta Amazónica - Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.

Como los picos rara vez coinciden entre ambos productos, los mismos puertos suelen atender a los dos cultivos a lo largo del año sin que la presión se acumule en un único período —una de las mayores ventajas ocultas de la infraestructura actual, desde el punto de vista de un planificador de redes.

5. Corredores Huérfanos

Cada producto puede revelar, en su red, un corredor logístico que atraviesa fronteras internacionales sin estar asociado a ningún puerto formalmente

monitoreado. Estos corredores difieren entre sí, lo que indica que la elección de rutas alternativas responde a la geografía específica de cada cultivo y no a un patrón único de transporte.

El análisis conjunto de las rutas de transporte, del trazado geográfico de la red y de la capacidad operativa de los puertos permite una lectura integrada de la logística de la soja en el país. Los datos muestran una cadena concentrada en pocos grandes puertos, con Santos desempeñando un papel central, y una marcada estacionalidad que se traduce en picos de ocupación portuaria a lo largo del año. La presencia de corredores huérfanos identificados en la base geoespacial refuerza la importancia de un monitoreo continuo de las rutas alternativas, tanto por su potencial logístico como por los impactos socioambientales asociados con su eventual expansión. Este conjunto de observaciones puede servir de base para futuras discusiones sobre inversión en infraestructura multimodal y sobre la planificación estacional de la operación portuaria.

6. Consideraciones Finales

La lectura conjunta de las tablas y los mapas de soja y maíz permite identificar en qué medida ambos productos comparten la misma infraestructura portuaria y en qué puntos cada uno ejerce una presión diferente sobre la red. Los puertos que presentan una alta utilización para ambos productos merecen prioridad de inversión, ya que concentran el riesgo operativo durante prácticamente todo el año. Por otro lado, los puertos con una utilización elevada para solo uno de los dos productos indican terminales más dedicadas a una única cosecha, con una holgura relativa fuera de su respectiva ventana de máxima demanda. Los corredores huérfanos, cuando están presentes, merecen un seguimiento continuo a medida que avanza la infraestructura regional, tanto por su potencial para aliviar la presión sobre los terminales tradicionales como por los impactos socioambientales que su eventual consolidación pueda generar.

Informe Consolidado – 2035 – Puertos – Ruta de Capricornio

1. Panorama General del Transporte

La soja movilizó 142 millones de toneladas durante el ciclo analizado, de las cuales 103 millones de toneladas (73 %) pasaron por alguno de los 20 puertos cartografiados. Por su parte, el maíz movilizó 87 millones de toneladas, de las

cuales 58 millones de toneladas (67 %) siguieron por alguno de los 27 puertos de su red.

La soja recorre, en promedio, 15.713,91 km, ponderados por la cantidad transportada, frente a 12.100,14 km del maíz, y presenta un costo proporcionalmente mayor por tonelada (R\$ 905,85 frente a R\$ 754,97), diferencia que refleja el peso relativo de cada producto en las rutas de exportación de larga distancia (Tabla 29).

Tabla 29 – 2035 – Puertos – Ruta de Capricornio - Panel general comparativo entre soja y maíz.

Indicador	Soja	Maíz
Volumen total transportado	142 Mt	87 Mt
Volumen vía puertos	103 Mt (73%)	58 Mt (67%)
Nº de puertos mapeados	20	27
UF de origen líder	N/D	N/D
Distancia media ponderada	15.713,91 km	12.100,14 km
Costo medio ponderado	R\$ 905,85/t	R\$ 754,97/t

2. Mapas de las Rutas de Transporte

Las redes de transporte de soja y maíz presentan un trazado, un alcance geográfico y corredores huérfanos distintos entre sí. Por ello, cada producto se presenta en su propio mapa, con el grosor de las líneas indicando la intensidad del flujo en cada tramo.

2.1 Soja

El siguiente mapa (Figura 39) muestra la red de transporte de la soja, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo en cada tramo.

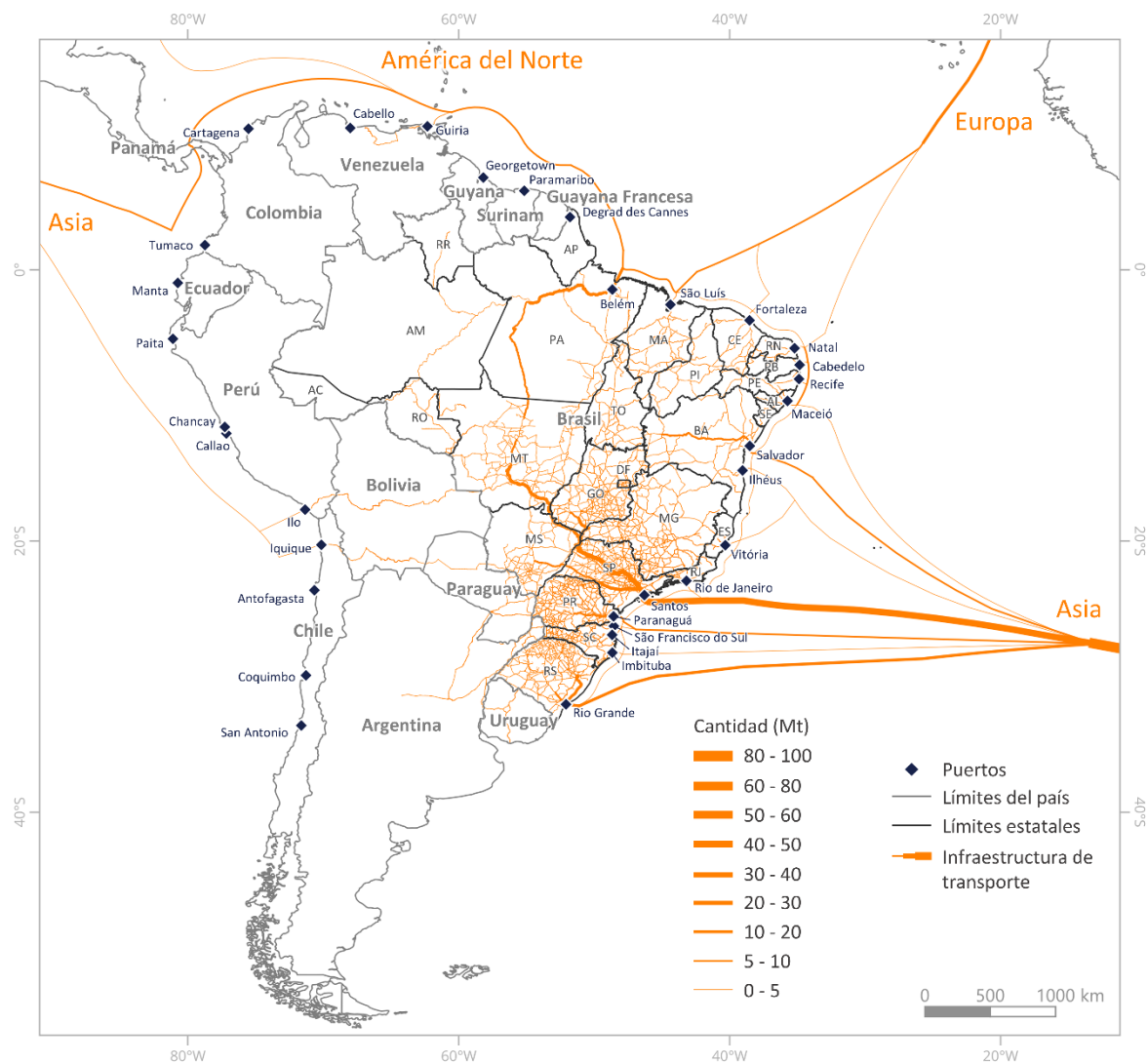


Figura 39 – 2035 – Puertos – Ruta de Capricornio - Rutas de transporte de soja hasta los puertos.

2.2 Maíz

El siguiente mapa (Figura 40) muestra la red de transporte del maíz, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo en cada tramo.

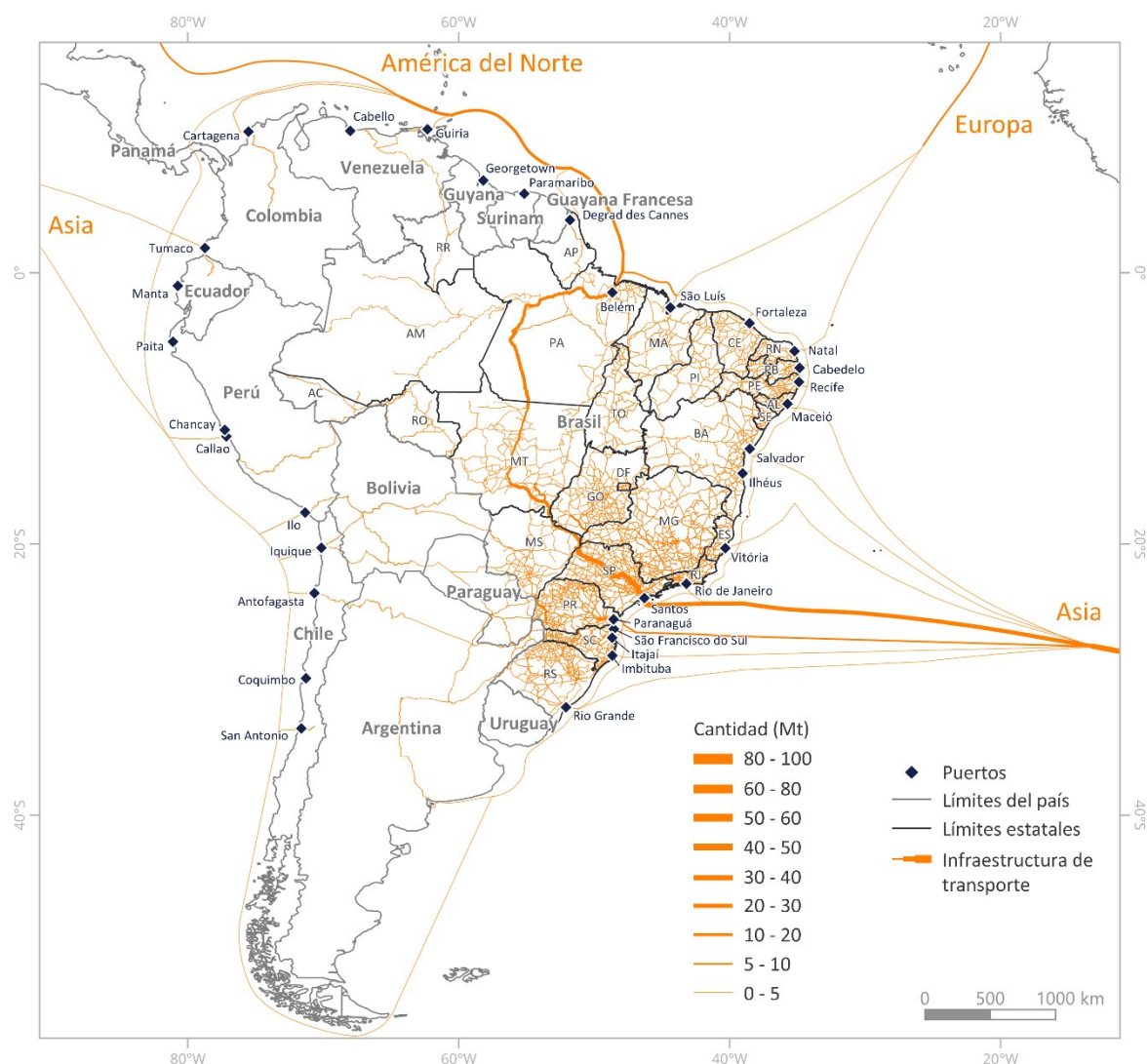


Figura 40 – 2035 – Puertos – Ruta de Capricornio - Rutas de transporte de maíz hasta los puertos.

2.3 Volumen y costo por puerto

La siguiente tabla (Tabla 30) reúne, para los principales puertos de cada producto, el volumen total movilizado durante el año, la participación en el total exportado por la red portuaria y el costo promedio de transporte por tonelada, con soja y maíz lado a lado. El símbolo “—” indica que el puerto no aparece de forma aislada en la tabla de origen de ese producto, sino que está incluido en el total de “Demás puertos”.

Tabla 30 – 2035 – Puertos – Ruta de Capricornio - Volumen, participación y costo promedio de transporte por puerto, soja y maíz.

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Santos	44,2	43,0%	554	30,5	52,1%	723
Belém	16,1	15,7%	853	13,6	23,2%	705

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Rio Grande	15,8	15,3%	822	0,9	1,5%	841
Paranaguá	8,8	8,5%	875	6,0	10,3%	788
Salvador	7,0	6,8%	636	—	—	—
São Luís	3,8	3,7%	770	1,4	2,4%	522
Vitória	3,7	3,6%	701	1,7	3,0%	464
Cartagena (CO)	—	—	—	1,0	1,8%	801
Demás puertos	3,5	3,4%	—	3,4	5,7%	—

Santos lidera el flujo de ambos productos, pero con un peso diferente entre ellos: concentra el 43,0% de la soja y el 52,1% del maíz. Salvador aparece únicamente en la red de la soja, mientras que Cartagena (CO) aparece únicamente en la red del maíz.

3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque

La capacidad mensual de embarque de cada puerto es, en general, la misma, independientemente del producto. Es la estructura física de la terminal la que establece el límite, no el cultivo transportado. Lo que cambia —y cambia considerablemente— es la presión que cada cosecha ejerce sobre esa capacidad compartida (Tabla 31).

Tabla 31 - 2035 – Puertos – Ruta de Capricornio - Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.

Puerto	Capacidad (mil t/mes)	Soja		Maíz	
		Util. media	Util. máxima	Util. media	Util. máxima
Belém	15.000	9,0%	15,2%	7,5%	16,6%
Cabedelo	15.000	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
Fortaleza	15.000	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
Güiria (VE)	15.000	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Ilhéus	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Imbituba	15.000	0,5%	0,9%	—	—
Iquique (CH)	15.000	0,0%	0,0%	—	—
Itajaí	15.000	0,5%	0,8%	—	—
Antofagasta (CH)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Bahía Blanca (AR)	15.000	—	—	0,0%	0,1%
Cartagena (CO)	15.000	—	—	0,6%	1,4%
Degrad des Cannes (GF)	15.000	—	—	0,0%	0,0%

Belém y Cabedelo, dos de las terminales con mayor capacidad absoluta, mantienen una holgura relativa en ambos productos y funcionan como válvulas de seguridad del sistema.

4. Estacionalidad del Flujo

Los gráficos siguientes (Figura 41 y Figura 42) muestran, para cada producto, el volumen total transportado por mes en todos los puertos (a la izquierda) y la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año (a la derecha).

4.1 Soja

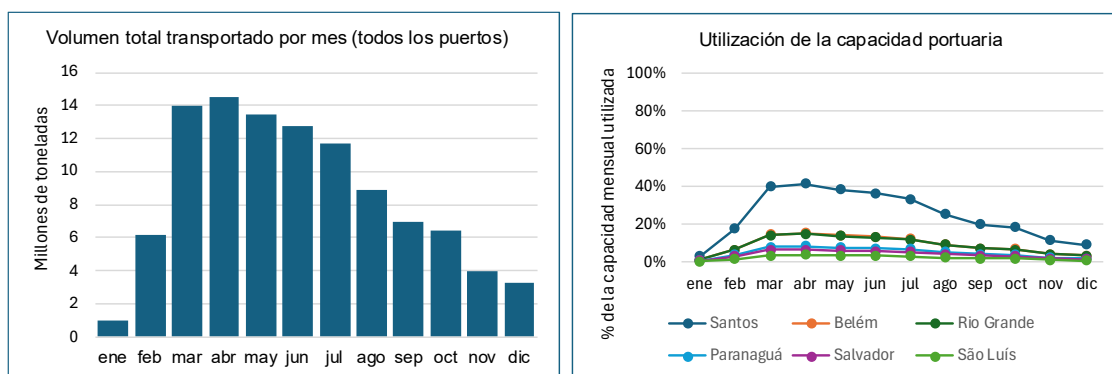


Figura 41 – 2035 – Puertos – Ruta de Capricornio - Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.

4.2 Maíz

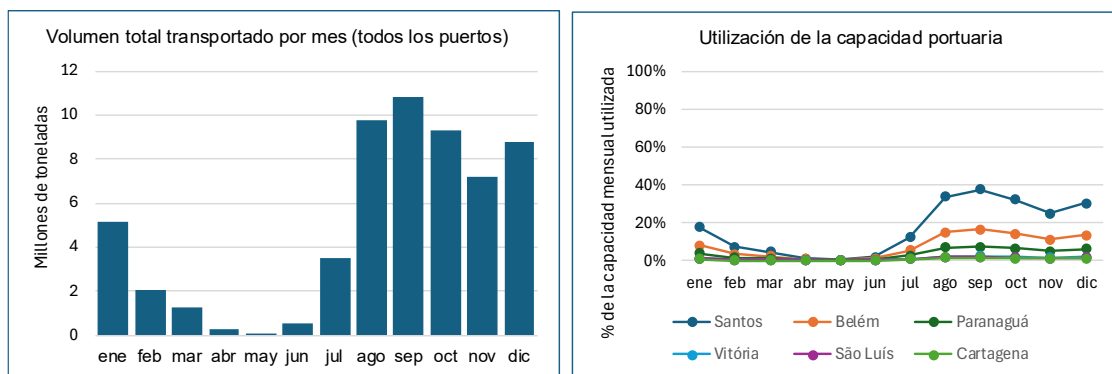


Figura 42 – 2035 – Puertos – Ruta de Capricornio - Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.

Como los picos rara vez coinciden entre ambos productos, los mismos puertos suelen atender a los dos cultivos a lo largo del año sin que la presión se acumule en un único período —una de las mayores ventajas ocultas de la infraestructura actual, desde el punto de vista de un planificador de redes.

5. Corredores Huérfanos

Cada producto puede revelar, en su red, un corredor logístico que atraviesa fronteras internacionales sin estar asociado a ningún puerto formalmente

monitoreado. Estos corredores difieren entre sí, lo que indica que la elección de rutas alternativas responde a la geografía específica de cada cultivo, y no a un patrón único de flujo.

El análisis conjunto de las rutas de transporte, del trazado geográfico de la red y de la capacidad operativa de los puertos permite una lectura integrada de la logística de la soja en el país. Los datos muestran una cadena concentrada en pocos grandes puertos, con Santos desempeñando un papel central, y una marcada estacionalidad que se traduce en picos de ocupación portuaria a lo largo del año. La presencia de corredores huérfanos identificados en la base geoespacial refuerza la relevancia de un monitoreo continuo de las rutas alternativas, tanto por su potencial logístico como por los impactos socioambientales asociados a su eventual expansión. Este conjunto de observaciones puede servir de base para futuras discusiones sobre inversión en infraestructura multimodal y sobre la planificación estacional de la operación portuaria.

6. Consideraciones Finales

La lectura conjunta de las tablas y los mapas de soja y maíz permite identificar en qué medida ambos productos comparten la misma infraestructura portuaria y en qué puntos cada uno ejerce una presión diferente sobre la red. Los puertos que presentan una alta utilización para ambos productos merecen prioridad de inversión, ya que concentran el riesgo operativo durante prácticamente todo el año. Por otro lado, los puertos con una utilización elevada para solo uno de los dos productos indican terminales más dedicadas a una única cosecha, con una holgura relativa fuera de su respectiva ventana de pico. Los corredores huérfanos, cuando están presentes, merecen un monitoreo continuo a medida que avanza la infraestructura regional, tanto por su potencial para aliviar la presión sobre las terminales tradicionales como por los impactos socioambientales que su eventual consolidación pueda generar.

Informe Consolidado – 2035 – Puertos – Ruta Porto Alegre – Coquimbo

1. Panorama General del Flujo

.La soja movilizó 142 millones de toneladas en el ciclo analizado, de las cuales 103 millones de toneladas (73%) pasaron por alguno de los 19 puertos mapeados.

Por su parte, el maíz movilizó 87 millones de toneladas, de las cuales 58 millones de toneladas (67%) siguieron por alguno de los 27 puertos de su red.

La soja recorre, en promedio, 15.712,54 km ponderados por la cantidad transportada, frente a 12.107,41 km del maíz, y presenta un costo proporcionalmente mayor por tonelada (R\$ 908,34 frente a R\$ 757,25), diferencia que refleja el peso relativo de cada producto en rutas de exportación de larga distancia (Tabla 32).

Tabla 32 – 2035 – Puertos – Ruta Porto Alegre – Coquimbo – Panel general comparativo entre soja y maíz.

Indicador	Soja	Maíz
Volumen total transportado	142 Mt	87 Mt
Volumen vía puertos	103 Mt (73%)	58 Mt (67%)
Nº de puertos mapeados	19	27
UF de origen líder	N/D	N/D
Distancia media ponderada	15.712,54 km	12.107,41 km
Costo medio ponderado	R\$ 908,34/t	R\$ 757,25/t

2. Mapas de las Rutas de Transporte

Las redes de soja y maíz presentan un trazado, un alcance geográfico y corredores huérfanos diferentes entre sí. Por ello, cada producto se presenta en su propio mapa, con el grosor de las líneas indicando la intensidad del flujo en cada tramo.

2.1 Soja

El mapa siguiente (Figura 43) muestra la red de flujo de la soja, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo en cada tramo.

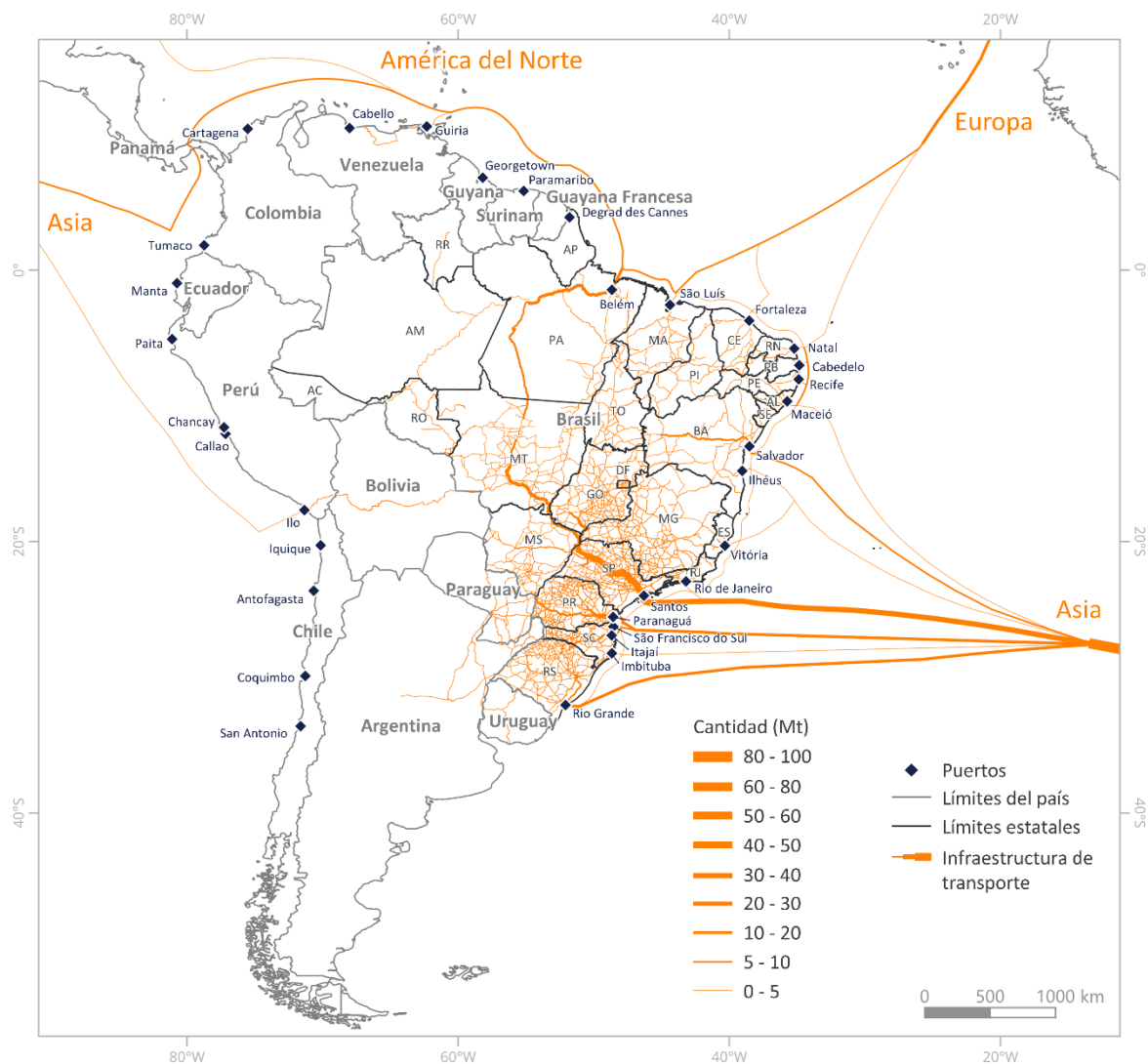


Figura 43 – 2035 – Puertos – Ruta Porto Alegre – Coquimbo - Rutas de flujo de soja hacia los puertos.

2.2 Maíz

El mapa siguiente (Figura 44) muestra la red de flujo del maíz, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo en cada tramo.

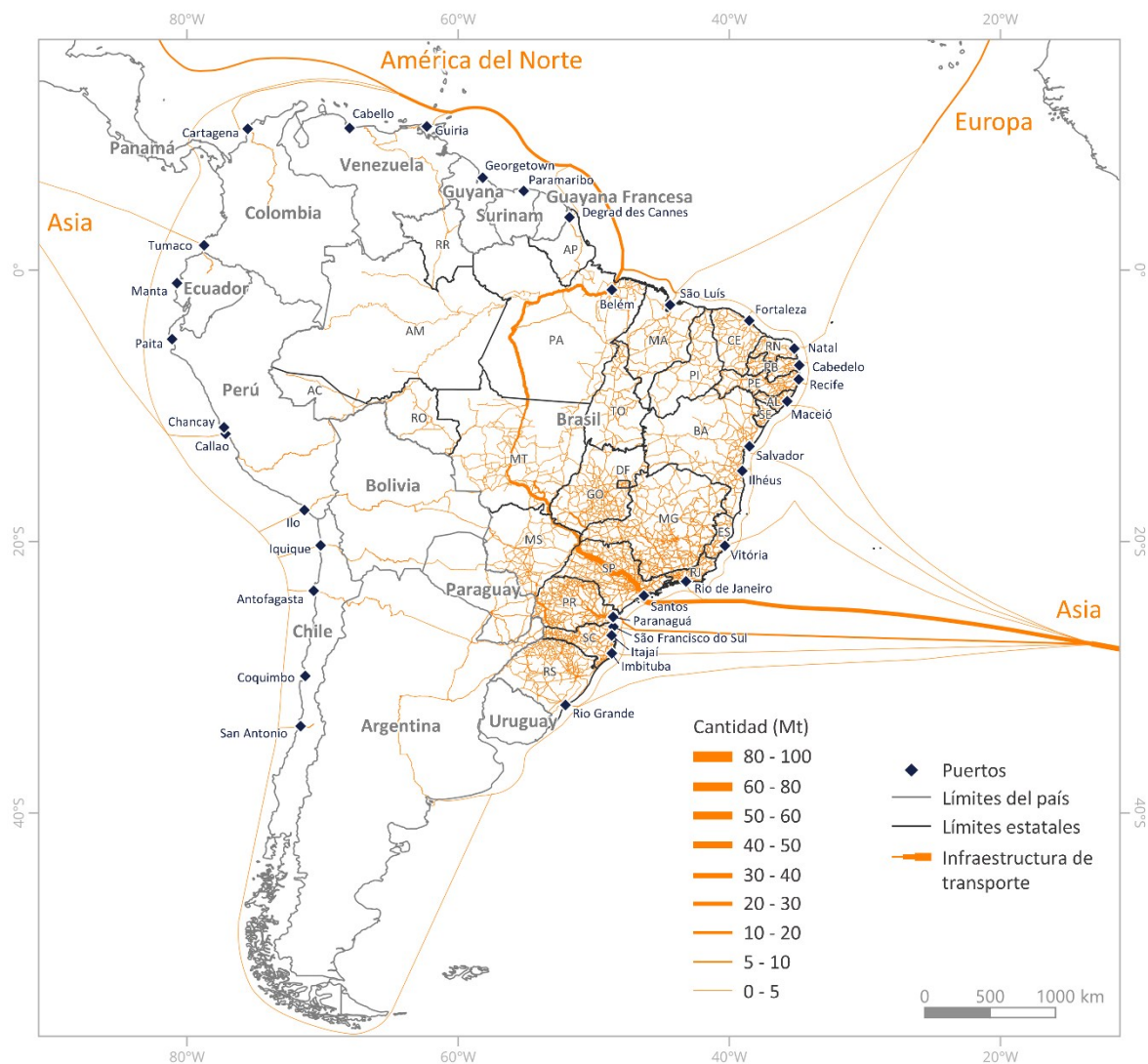


Figura 44 – 2035 – Puertos – Ruta Porto Alegre – Coquimbo - Rutas de flujo de maíz hacia los puertos.

2.3 Volumen y costo por puerto

La siguiente tabla (Tabla 33) reúne, para los principales puertos de cada producto, el volumen total movilizado durante el año, la participación en el total exportado por la red portuaria y el costo medio de transporte por tonelada, con soja y maíz lado a lado. El símbolo “—” indica que el puerto no aparece de forma individual en la tabla de origen de ese producto, sino que está incluido en el total de “Demás puertos”.

Tabla 33 – 2035 – Puertos – Ruta Porto Alegre – Coquimbo - Volumen, participación y costo medio de transporte por puerto, soja y maíz.

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Santos	40,5	39,3%	547	29,9	51,3%	705

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Belém	16,1	15,7%	861	13,6	23,3%	707
Paranaguá	12,6	12,2%	894	6,5	11,2%	786
Rio Grande	11,1	10,8%	915	—	—	—
Salvador	7,0	6,8%	586	—	—	—
Itajaí	6,5	6,3%	548	0,9	1,5%	572
São Luís	3,8	3,7%	775	1,4	2,5%	525
Vitória	—	—	—	1,7	3,0%	464
Cartagena (CO)	—	—	—	1,0	1,8%	806
Demás puertos	5,5	5,3%	—	3,1	5,4%	—

Santos lidera el flujo de ambos productos, pero con un peso diferente entre ellos: concentra el 39,3% de la soja y el 51,3% del maíz. Rio Grande y Salvador aparecen únicamente en la red de la soja, mientras que Vitória y Cartagena (CO) aparecen únicamente en la red del maíz.

3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque

La capacidad mensual de embarque de cada puerto es, en general, la misma, independientemente del producto. Es la estructura física de la terminal la que establece el límite, no el cultivo transportado. Lo que cambia —y cambia considerablemente— es la presión que cada cosecha ejerce sobre esa capacidad compartida (Tabla 34).

Tabla 34 – 2035 – Puertos – Ruta Porto Alegre – Coquimbo - Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.

Puerto	Capacidad (mil t/mes)	Soja		Maíz	
		Util. media	Util. máxima	Util. media	Util. máxima
Belém	15.000	9,0%	15,2%	7,6%	16,6%
Cabedelo	15.000	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
Fortaleza	15.000	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
Güiria (VE)	15.000	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Ilhéus	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Imbituba	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Itajaí	15.000	3,6%	6,1%	—	—
Maceió	15.000	0,0%	0,0%	—	—
Antofagasta (CH)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Bahía Blanca (AR)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Cartagena (CO)	15.000	—	—	0,6%	1,4%
Degrad des Cannes (GF)	15.000	—	—	0,0%	0,0%

Belém y Cabedelo, dos de las terminales con mayor capacidad absoluta, mantienen un margen de capacidad disponible para ambos productos y funcionan como válvulas de seguridad del sistema.

4. Estacionalidad del transporte

Los gráficos a continuación (Figura 45 y Figura 46) muestran, para cada producto, el volumen total transportado por mes en todos los puertos (a la izquierda) y la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año (a la derecha).

4.1 Soja

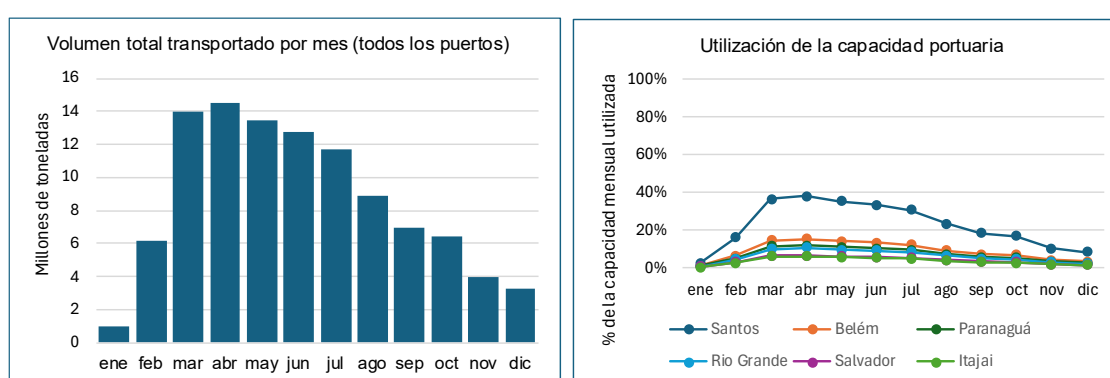


Figura 45 – 2035 – Puertos – Rota Porto Alegre – Coquimbo - Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.

4.2 Maíz

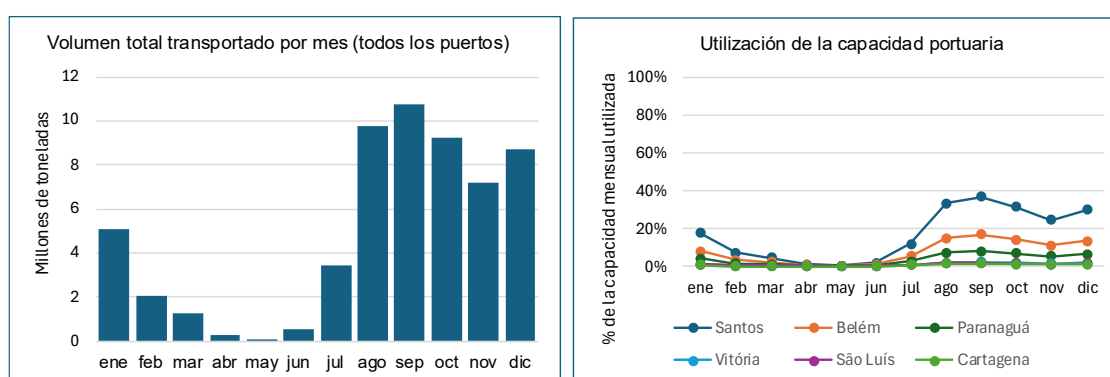


Figura 46 – 2035 – Puertos – Rota Porto Alegre – Coquimbo - Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.

Como los picos rara vez coinciden entre ambos productos, los mismos puertos suelen atender a ambos cultivos a lo largo del año sin que la presión se acumule en un único período – una de las mayores ventajas ocultas de la infraestructura actual desde el punto de vista de un planificador de redes.

5. Corredores Huérfanos

Cada producto puede revelar, en su red, un corredor logístico que atraviesa fronteras internacionales sin estar asociado a ningún puerto formalmente monitoreado. Estos corredores difieren entre sí, lo que indica que la elección de rutas alternativas responde a la geografía específica de cada cultivo y no a un patrón único de transporte.

El análisis conjunto de las rutas de transporte, del diseño geográfico de la red y de la capacidad operativa de los puertos permite una lectura integrada de la logística del maíz en el país. Los datos muestran una cadena concentrada en pocos grandes puertos, con Santos desempeñando un papel central, y una marcada estacionalidad que se traduce en picos de ocupación portuaria a lo largo del año. La presencia de corredores huérfanos identificados en la base geoespacial refuerza la relevancia de un monitoreo continuo de las rutas alternativas, tanto por su potencial logístico como por los impactos socioambientales asociados a su eventual expansión. Este conjunto de observaciones puede servir de base para futuras discusiones sobre inversión en infraestructura multimodal y sobre la planificación estacional de la operación portuaria.

6. Consideraciones Finales

La lectura conjunta de las tablas y los mapas de soja y maíz permite identificar en qué medida ambos productos comparten la misma infraestructura portuaria y en qué puntos cada uno ejerce una presión diferente sobre la red. Los puertos que presentan una alta utilización para ambos productos merecen prioridad de inversión, ya que concentran el riesgo operativo durante prácticamente todo el año. Por otro lado, los puertos con una utilización elevada para uno solo de los dos productos indican terminales más dedicadas a una determinada cosecha, con un margen de capacidad disponible fuera de su respectiva ventana de máxima demanda. Los corredores huérfanos, cuando están presentes, merecen un seguimiento continuo a medida que avanza la infraestructura regional, tanto por su potencial para aliviar la presión sobre los terminales tradicionales como por los impactos socioambientales que su eventual consolidación pueda generar.

Informe Consolidado – 2035 – Puertos – Ruta de la Isla de las Guayanas

1. Panorama General del Transporte

La soja movilizó 142 millones de toneladas en el ciclo analizado, de las cuales 103 millones de toneladas (73 %) pasaron por alguno de los 19 puertos mapeados. Por su parte, el maíz movilizó 87 millones de toneladas, de las cuales 58 millones de toneladas (67 %) se transportaron por alguno de los 27 puertos de su red.

La soja recorre, en promedio, 15.727,12 km ponderados por la cantidad transportada, frente a 12.110,14 km del maíz, y presenta un costo proporcionalmente mayor por tonelada (R\$ 908,19 frente a R\$ 756,49), diferencia que refleja el peso relativo de cada producto en las rutas de exportación de larga distancia (Tabla 35).

Tabla 35 – 2035 – Puertos – Ruta de las Guayanas - Panel general comparativo entre soja y maíz.

Indicador	Soja	Maíz
Volumen total transportado	142 Mt	87 Mt
Volumen vía puertos	103 Mt (73%)	58 Mt (67%)
Nº de puertos mapeados	19	27
UF de origen líder	N/D	N/D
Distancia media ponderada	15.727,12 km	12.110,14 km
Costo medio ponderado	R\$ 908,19/t	R\$ 756,49/t

2. Mapas de las Rutas de Transporte

Las redes de soja y maíz presentan un diseño, alcance geográfico y corredores huérfanos distintos entre sí. Por ello, cada producto se presenta en su propio mapa, con el grosor de las líneas indicando la intensidad del flujo en cada tramo.

2.1 Soja

El siguiente mapa (Figura 47) muestra la red de transporte de la soja, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo en cada tramo.

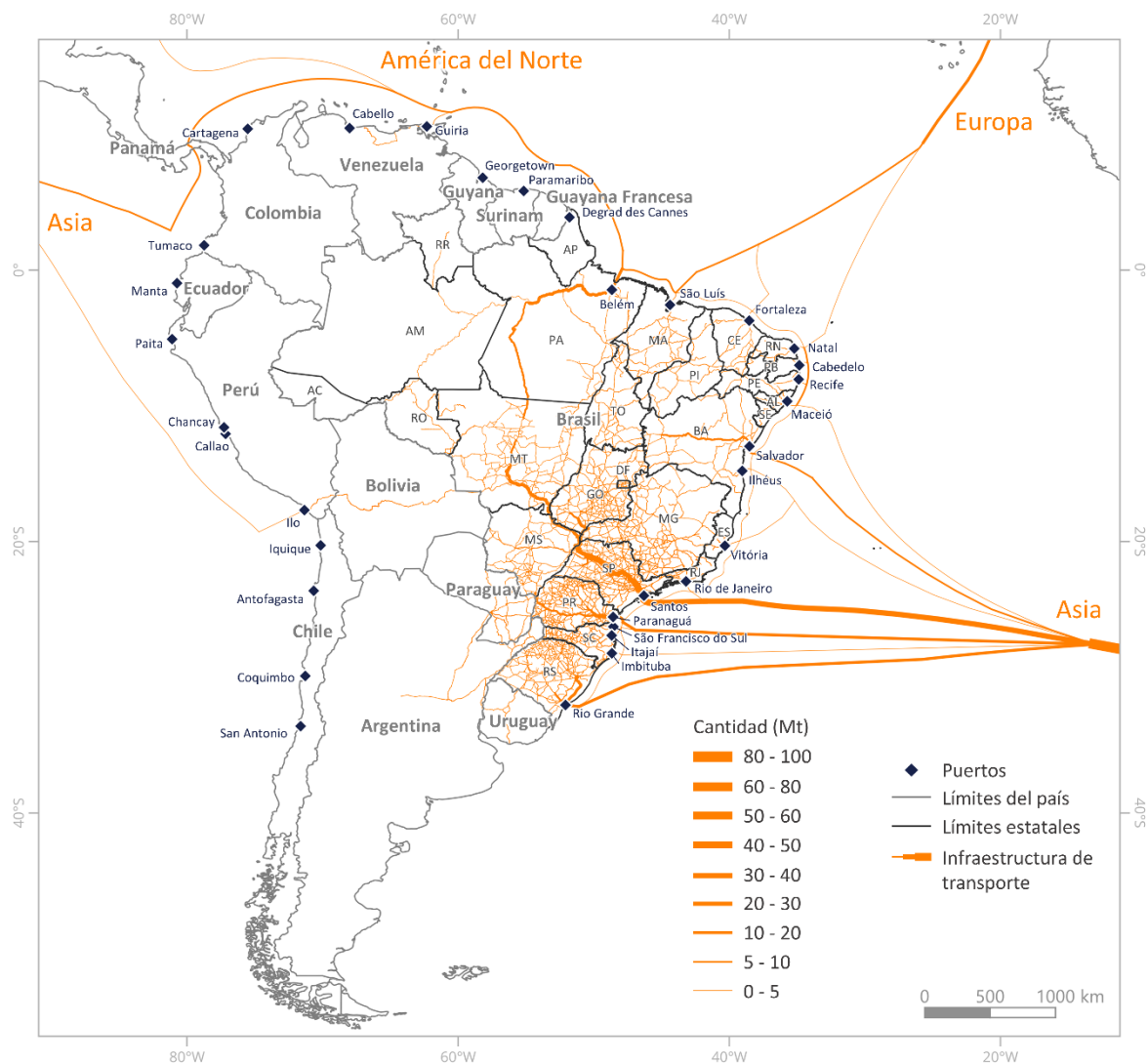


Figura 47 – 2035 – Puertos – Ruta de las Guayanas - Rutas de transporte de soja hacia los puertos.

2.2 Maíz

El siguiente mapa (Figura 48) muestra la red de transporte del maíz, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo en cada tramo.

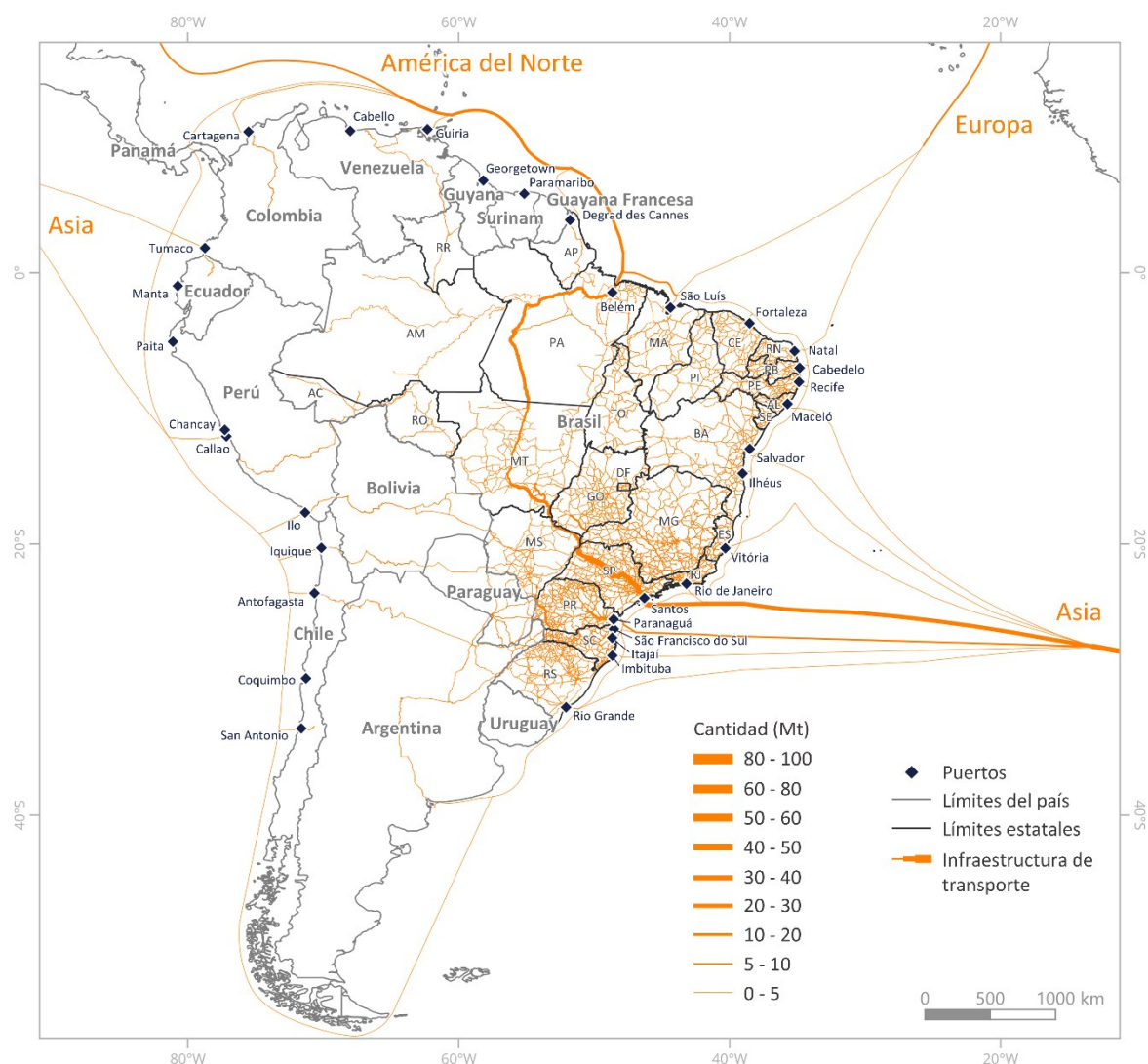


Figura 48 – 2035 – Puertos – Ruta de las Guayanas - Rutas de transporte de maíz hacia los puertos.

2.3 Volumen y costo por puerto

La siguiente tabla (Tabla 36) reúne, para los principales puertos de cada producto, el volumen total movilizado durante el año, la participación en el total exportado por la red portuaria y el costo promedio de transporte por tonelada, con soja y maíz presentados lado a lado. El símbolo “—” indica que el puerto no aparece de forma individual en la tabla de origen de ese producto, sino que está incluido en el total de “Demás puertos”.

Tabla 36 – 2035 – Puertos – Ruta de las Guayanas - Volumen, participación y costo promedio de transporte por puerto, soja y maíz.

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Santos	40,2	39,0%	685	29,9	51,3%	727

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Belém	16,3	15,9%	855	13,6	23,3%	713
Río Grande	16,0	15,6%	603	0,9	1,5%	851
Paranaguá	12,7	12,4%	888	6,5	11,2%	817
Salvador	7,0	6,8%	651	—	—	—
São Luís	3,8	3,7%	779	1,4	2,4%	521
Vitória	3,7	3,6%	697	1,7	3,0%	464
Cartagena (CO)	—	—	—	1,0	1,8%	805
Demás puertos	3,2	3,1%	—	3,2	5,5%	—

Santos lidera el transporte de ambos productos, aunque con un peso diferente entre ellos: concentra el 39,0 % de la soja y el 51,3 % del maíz. Salvador aparece únicamente en la red de la soja, mientras que Cartagena (CO) aparece únicamente en la red del maíz.

3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque

La capacidad mensual de embarque de cada puerto es, en general, la misma, independientemente del producto. Es la estructura física de la terminal la que establece el límite, no el cultivo transportado. Lo que cambia —y cambia considerablemente— es la presión que cada cosecha ejerce sobre esa capacidad compartida (Tabla 37).

Tabla 37 – 2035 – Puertos – Ruta de las Guayanas - Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.

Puerto	Capacidad (mil t/mes)	Soja		Maíz	
		Util. media	Util. máxima	Util. media	Util. máxima
Belém	15.000	9,1%	15,4%	7,6%	16,6%
Cabedelo	15.000	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
Fortaleza	15.000	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
Güiria (VE)	15.000	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Ilhéus	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Imbituba	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Itajaí	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Maceió	15.000	0,0%	0,0%	—	—
Antofagasta (CH)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Bahía Blanca (AR)	15.000	—	—	0,0%	0,1%
Cartagena (CO)	15.000	—	—	0,6%	1,4%
Degrad des Cannes (GF)	15.000	—	—	0,0%	0,0%

Belém y Cabedelo, dos de las terminales con mayor capacidad absoluta, mantienen un margen de capacidad en ambos productos y funcionan como válvulas de seguridad del sistema.

4. Estacionalidad del Transporte

Los gráficos a continuación (Figura 49 y Figura 50) muestran, para cada producto, el volumen total transportado por mes en todos los puertos (a la izquierda) y la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año (a la derecha).

4.1 Soja

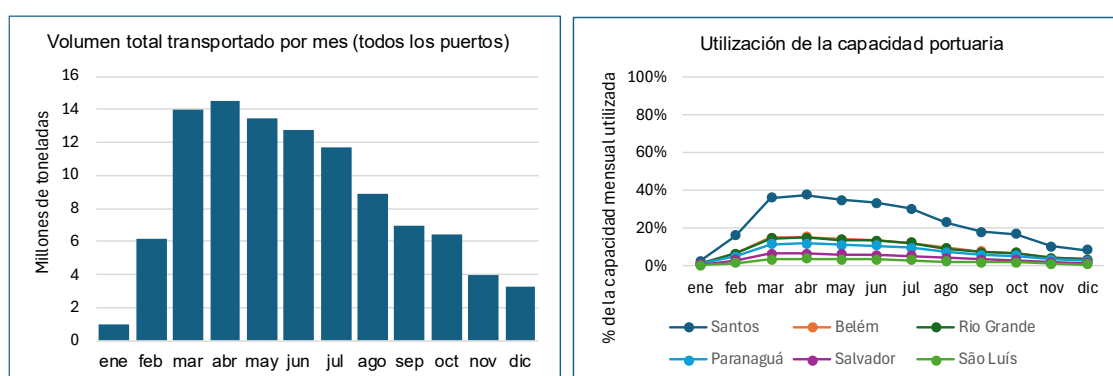


Figura 49 – 2035 – Puertos – Ruta de las Guayanas - Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de las principales terminales.

4.2 Maíz

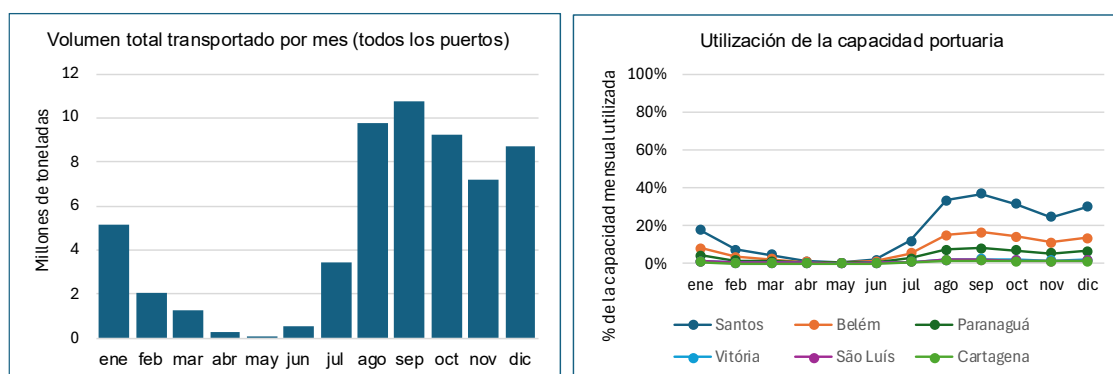


Figura 50 – 2035 – Puertos – Ruta de las Guayanas - Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de las principales terminales.

Como los picos rara vez coinciden entre ambos productos, los mismos puertos suelen atender a ambos cultivos a lo largo del año sin que la presión se acumule en un único período —una de las mayores ventajas ocultas de la infraestructura actual desde el punto de vista de un planificador de redes.

5. Corredores Huérfanos

Cada producto puede revelar, en su red, un corredor logístico que atraviesa fronteras internacionales sin estar asociado a ningún puerto formalmente monitoreado. Estos corredores difieren entre sí, lo que indica que la elección de rutas alternativas responde a la geografía específica de cada cultivo y no a un patrón único de transporte.

El análisis conjunto de las rutas de transporte, del diseño geográfico de la red y de la capacidad operativa de los puertos permite una lectura integrada de la logística de la soja en el país. Los datos muestran una cadena concentrada en pocos grandes puertos, con Santos desempeñando un papel central, y una marcada estacionalidad que se traduce en picos de ocupación portuaria a lo largo del año. La presencia de corredores huérfanos identificados en la base geoespacial refuerza la importancia de un monitoreo continuo de las rutas alternativas, tanto por su potencial logístico como por los impactos socioambientales asociados a su eventual expansión. Este conjunto de observaciones puede servir de base para futuras discusiones sobre inversiones en infraestructura multimodal y sobre la planificación estacional de las operaciones portuarias.

6. Consideraciones Finales

La lectura conjunta de las tablas y los mapas de soja y maíz permite identificar en qué medida ambos productos comparten la misma infraestructura portuaria y en qué puntos cada uno ejerce una presión diferente sobre la red. Los puertos que presentan una alta utilización para ambos productos merecen prioridad de inversión, ya que concentran el riesgo operativo durante prácticamente todo el año. Por otro lado, los puertos con una utilización elevada para solo uno de los dos productos indican terminales más dedicadas a una única cosecha, con un margen de capacidad relativo fuera de su respectiva ventana de pico. Los corredores huérfanos, cuando están presentes, merecen un seguimiento continuo a medida que avanza la infraestructura regional, tanto por su potencial para aliviar la presión sobre los terminales tradicionales como por los impactos socioambientales que su eventual consolidación pueda generar.

Informe Consolidado – 2035 – Puertos – Ruta Cuadrante Rondon

1. Panorama General del Transporte

La soja movilizó 142 millones de toneladas en el ciclo analizado, de las cuales 103 millones de toneladas (73 %) pasaron por alguno de los 19 puertos mapeados. Por su parte, el maíz movilizó 87 millones de toneladas, de las cuales 58 millones de toneladas (67 %) se transportaron por alguno de los 27 puertos de su red.

La soja recorre, en promedio, 15.636,25 km ponderados por la cantidad transportada, frente a 11.969,00 km del maíz, y presenta un costo proporcionalmente mayor por tonelada (R\$ 903,61 frente a R\$ 747,58), diferencia que refleja el peso relativo de cada producto en rutas de exportación de larga distancia (Tabla 38).

Tabla 38 – 2035 – Puertos – Ruta Cuadrante Rondon - Panel general comparativo entre soja y maíz.

Indicador	Soja	Maíz
Volumen total transportado	142 Mt	87 Mt
Volumen vía puertos	103 Mt (73%)	58 Mt (67%)
Nº de puertos mapeados	19	27
UF de origen líder	N/D	N/D
Distancia media ponderada	15.636,25 km	11.969,00 km
Costo medio ponderado	R\$ 903,61/t	R\$ 747,58/t

2. Mapas de las Rutas de Transporte

Las redes de soja y maíz presentan un diseño, alcance geográfico y corredores huérfanos distintos entre sí. Por ello, cada producto se presenta en su propio mapa, con el grosor de las líneas indicando la intensidad del flujo en cada tramo.

2.1 Soja

El siguiente mapa (Figura 51) muestra la red de transporte de la soja, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo en cada tramo.

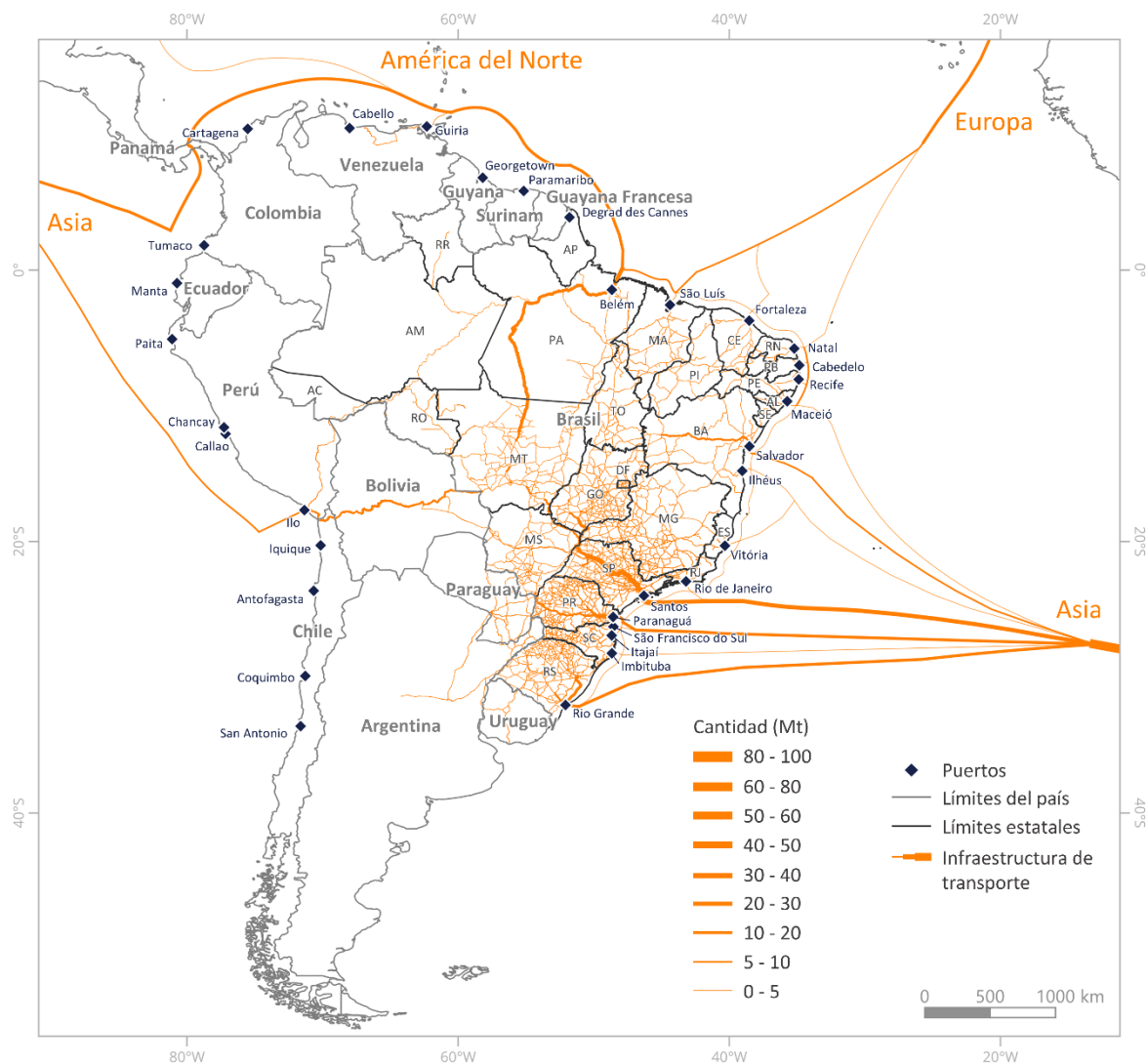


Figura 51 – 2035 – Puertos – Ruta Cuadrante Rondon - Rutas de transporte de soja hacia los puertos.

2.2 Maíz

El siguiente mapa (Figura 52) muestra la red de transporte del maíz, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo en cada tramo.

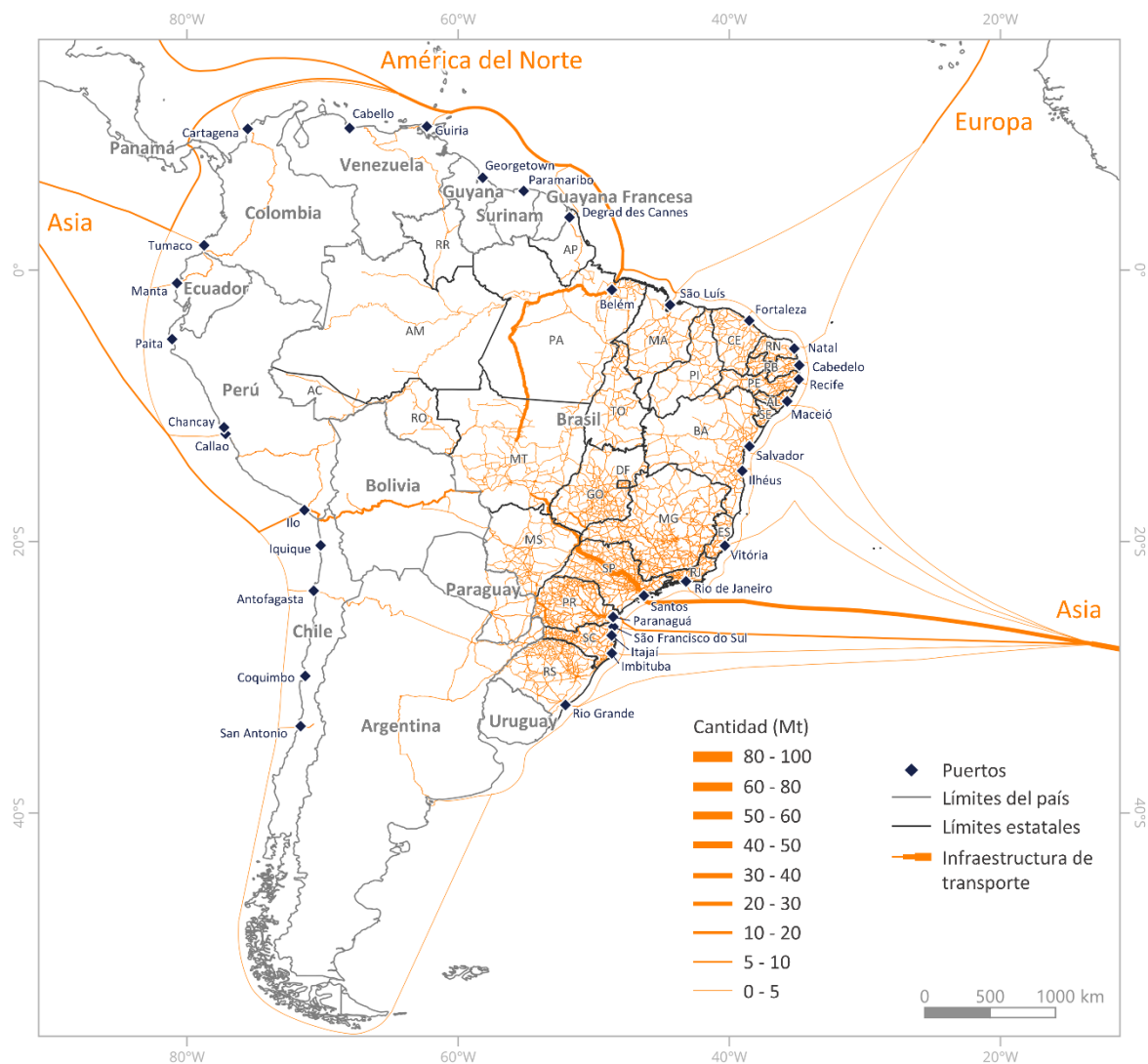


Figura 52 – 2035 – Puertos – Ruta Cuadrante Rondon - Rutas de transporte de maíz hacia los puertos.

2.3 Volumen y costo por puerto

La siguiente tabla (Tabla 39) reúne, para los principales puertos de cada producto, el volumen total movilizado durante el año, la participación en el total exportado por la red portuaria y el costo promedio de transporte por tonelada, con soja y maíz presentados lado a lado. El símbolo “—” indica que el puerto no aparece de forma individual en la tabla de origen de ese producto, sino que está incluido en el total de “Demás puertos”.

Tabla 39 – 2035 – Puertos – Ruta Cuadrante Rondon - Volumen, participación y costo promedio de transporte por puerto, soja y maíz.

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Santos	30,3	29,4%	652	22,3	38,3%	698

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Belém	20,6	20,0%	823	16,7	28,6%	685
Rio Grande	16,0	15,6%	612	—	—	—
Paranaguá	12,6	12,3%	889	6,4	11,0%	816
Salvador	7,0	6,8%	672	—	—	—
Ilo (PE)	5,8	5,6%	1.387	5,3	9,1%	1.331
São Luís	3,8	3,7%	785	1,4	2,5%	512
Vitória	—	—	—	1,7	2,8%	495
Cartagena (CO)	—	—	—	1,0	1,8%	795
Demás puertos	6,8	6,7%	—	3,5	6,0%	—

Santos lidera el transporte de ambos productos, aunque con un peso diferente entre ellos: concentra el 29,4 % de la soja y el 38,3 % del maíz. Rio Grande y Salvador aparecen únicamente en la red de la soja, mientras que Vitória y Cartagena (CO) aparecen únicamente en la red del maíz.

3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque

La capacidad mensual de embarque de cada puerto es, en general, la misma, independientemente del producto. Es la estructura física de la terminal la que establece el límite, no el cultivo transportado. Lo que cambia —y cambia considerablemente— es la presión que cada cosecha ejerce sobre esa capacidad compartida (Tabla 40).

Tabla 40 – 2035 – Puertos – Ruta Cuadrante Rondon - Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.

Puerto	Capacidad (mil t/mes)	Soja		Maíz	
		Util. media	Util. máxima	Util. media	Util. máxima
Belém	15.000	11,4%	19,4%	9,3%	20,5%
Cabedelo	15.000	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
Fortaleza	15.000	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
Güiria (VE)	15.000	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Ilhéus	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Imbituba	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Itajaí	15.000	0,6%	1,1%	—	—
Maceió	15.000	0,0%	0,0%	—	—
Antofagasta (CH)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Bahía Blanca (AR)	15.000	—	—	0,0%	0,1%
Cartagena (CO)	15.000	—	—	0,6%	1,4%
Degrad des Cannes (GF)	15.000	—	—	0,0%	0,0%

Belém y Cabedelo, dos de las principales terminales en términos de capacidad absoluta, mantienen un margen de capacidad relativo para ambos productos y funcionan como válvulas de seguridad del sistema.

4. Estacionalidad del Transporte

Los gráficos a continuación (Figura 53 y Figura 54) muestran, para cada producto, el volumen total transportado por mes en todos los puertos (a la izquierda) y la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año (a la derecha).

4.1 Soja

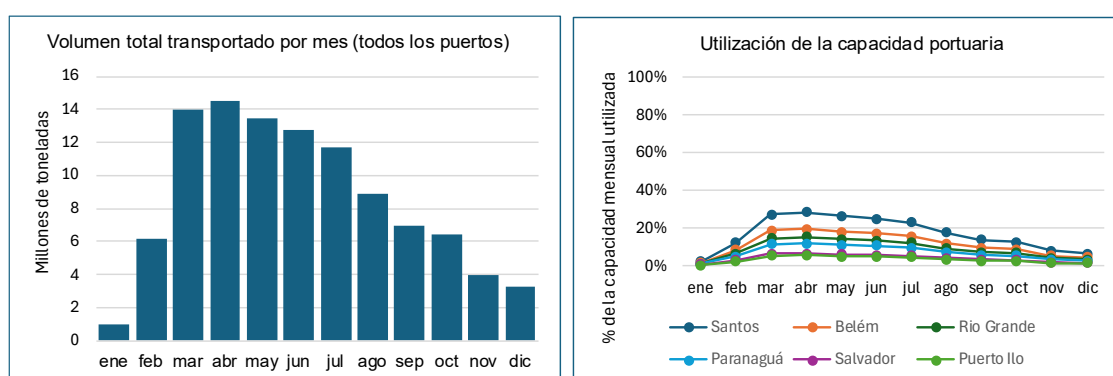


Figura 53 – 2035 – Puertos – Ruta Cuadrante Rondon - Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.

4.2 Maíz

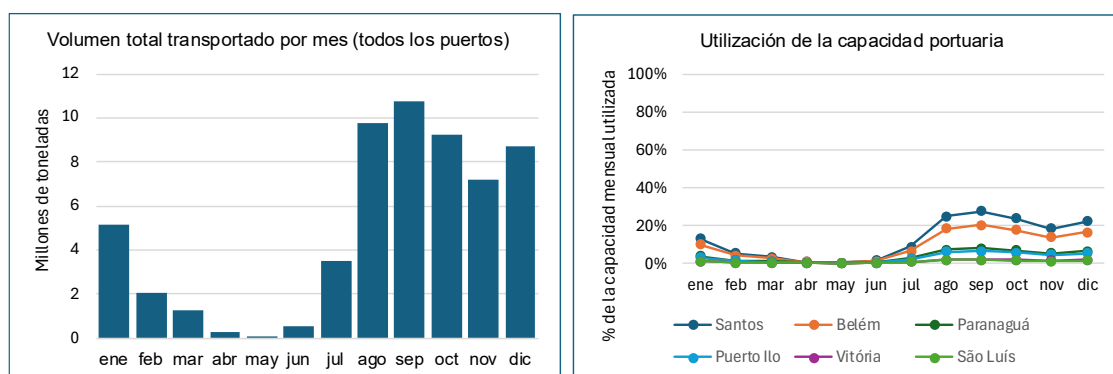


Figura 54 – 2035 – Puertos – Ruta Cuadrante Rondon - Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.

Como los picos rara vez coinciden entre ambos productos, los mismos puertos suelen atender a ambos cultivos a lo largo del año sin que la presión se acumule en un único período —una de las mayores ventajas ocultas de la infraestructura actual desde el punto de vista de un planificador de redes.

5. Corredores Huérfanos

Cada producto puede revelar, en su red, un corredor logístico que atraviesa fronteras internacionales sin estar asociado a ningún puerto formalmente monitoreado. Estos corredores difieren entre sí, lo que indica que la elección de rutas alternativas responde a la geografía específica de cada cultivo y no a un patrón único de transporte.

El análisis conjunto de las rutas de transporte, del diseño geográfico de la red y de la capacidad operativa de los puertos permite una lectura integrada de la logística de la soja en el país. Los datos muestran una cadena concentrada en pocos grandes puertos, con Santos desempeñando un papel central, y una marcada estacionalidad que se traduce en picos de ocupación portuaria a lo largo del año. La presencia de corredores huérfanos identificados en la base geoespacial refuerza la importancia de un monitoreo continuo de las rutas alternativas, tanto por su potencial logístico como por los impactos socioambientales asociados a su eventual expansión. Este conjunto de observaciones puede servir de base para futuras discusiones sobre inversiones en infraestructura multimodal y sobre la planificación estacional de las operaciones portuarias.

6. Consideraciones Finales

La lectura conjunta de las tablas y los mapas de soja y maíz permite identificar en qué medida ambos productos comparten la misma infraestructura portuaria y en qué puntos cada uno ejerce una presión diferente sobre la red. Los puertos que presentan una alta utilización para ambos productos merecen prioridad de inversión, ya que concentran el riesgo operativo durante prácticamente todo el año. Por otro lado, los puertos con una utilización elevada para solo uno de los dos productos indican terminales más dedicadas a una única cosecha, con un margen de capacidad relativo fuera de su respectiva ventana de pico. Los corredores huérfanos, cuando están presentes, merecen un seguimiento continuo a medida que avanza la infraestructura regional, tanto por su potencial para aliviar la presión sobre los terminales tradicionales como por los impactos socioambientales que su eventual consolidación pueda generar.

Informe Consolidado – 2035 – Puertos – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico)

1. Panorama General del Transporte

La soja movilizó 142 millones de toneladas en el ciclo analizado, de las cuales 103 millones de toneladas (73 %) pasaron por alguno de los 20 puertos mapeados. Por su parte, el maíz movilizó 87 millones de toneladas, de las cuales 58 millones de toneladas (67 %) se transportaron por alguno de los 28 puertos de su red.

La soja recorre, en promedio, 15.560,41 km ponderados por la cantidad transportada, frente a 11.916,68 km del maíz, y presenta un costo proporcionalmente mayor por tonelada (R\$ 906,33 frente a R\$ 755,03), diferencia que refleja el peso relativo de cada producto en rutas de exportación de larga distancia (Tabla 41).

Tabla 41 – 2035 – Puertos – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Panel general comparativo entre soja y maíz.

Indicador	Soja	Maíz
Volumen total transportado	142 Mt	87 Mt
Volumen vía puertos	103 Mt (73%)	58 Mt (67%)
N° de puertos mapeados	20	28
UF de origen líder	N/D	N/D
Distancia media ponderada	15.560,41 km	11.916,68 km
Costo medio ponderado	R\$ 906,33/t	R\$ 755,03/t

2. Mapas de las Rutas de Transporte

Las redes de soja y maíz presentan un diseño, alcance geográfico y corredores huérfanos distintos entre sí. Por ello, cada producto se presenta en su propio mapa, con el grosor de las líneas indicando la intensidad del flujo en cada tramo.

2.1 Soja

El siguiente mapa (Figura 55) muestra la red de transporte de la soja, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo en cada tramo.

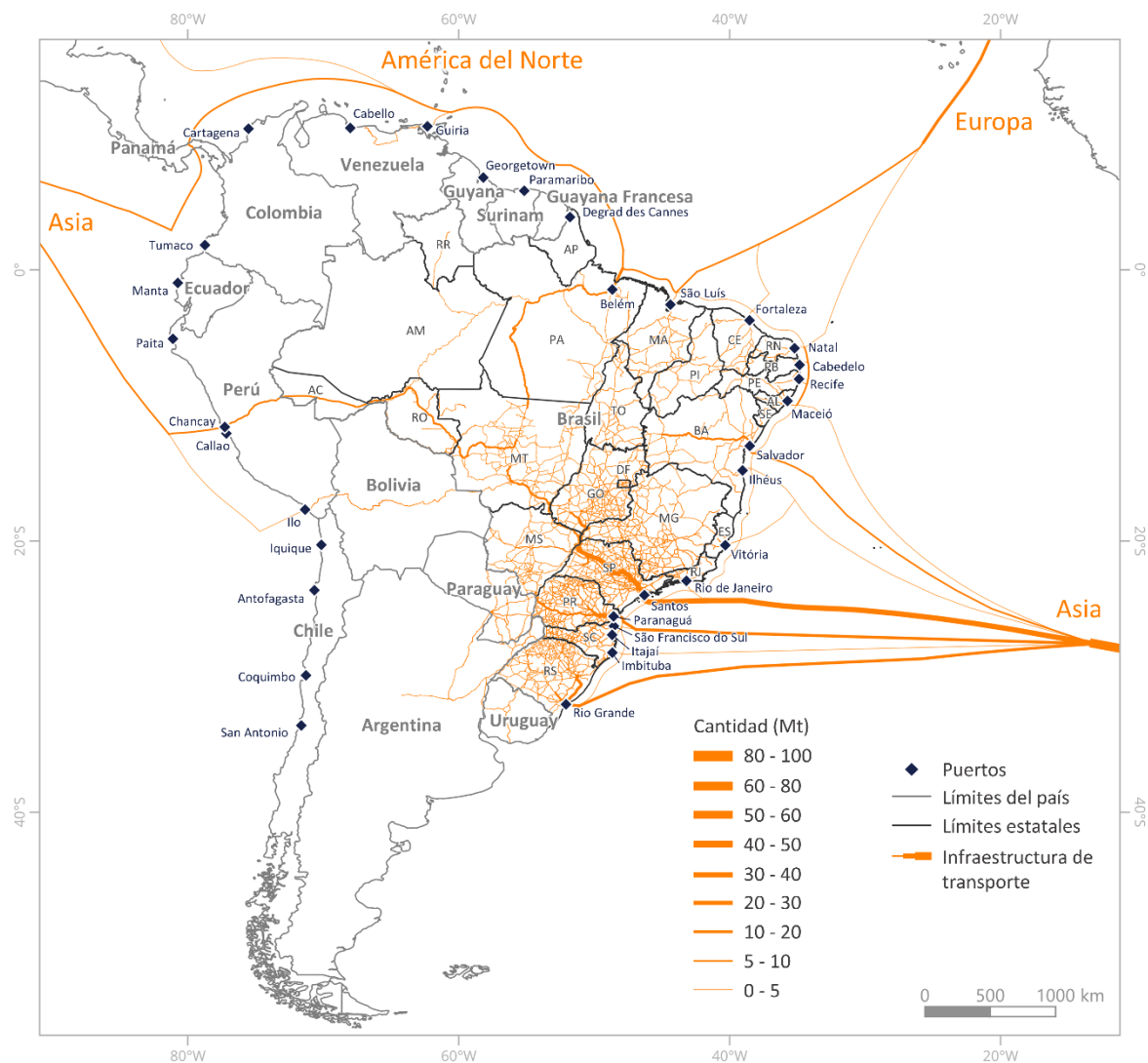


Figura 55 – 2035 – Puertos – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Rutas de transporte de soja hacia los puertos.

2.2 Maíz

El siguiente mapa (Figura 56) muestra la red de transporte del maíz, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo en cada tramo.

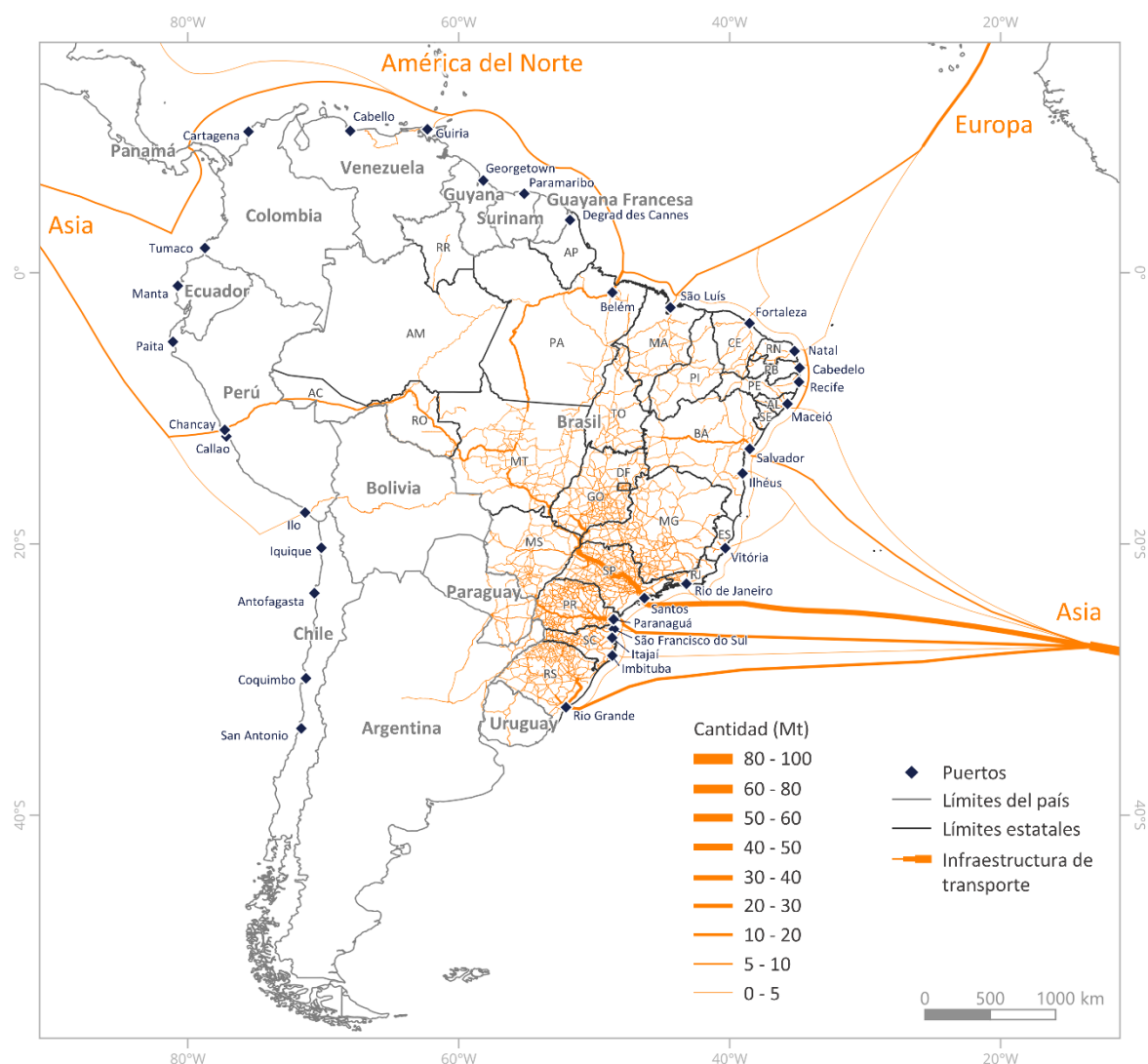


Figura 56 – 2035 – Puertos – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Rutas de transporte de maíz hacia los puertos.

2.3 Volumen y costo por puerto

La siguiente tabla (Tabla 42) reúne, para los principales puertos de cada producto, el volumen total movilizado durante el año, la participación en el total exportado por la red portuaria y el costo promedio de transporte por tonelada, con soja y maíz presentados lado a lado. El símbolo “—” indica que el puerto no aparece de forma individual en la tabla de origen de ese producto, sino que está incluido en el total de “Demás puertos”.

Tabla 42 – 2035 – Puertos – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Volumen, participación y costo promedio de transporte por puerto, soja y maíz.

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Santos	32,8	31,9%	663	25,9	44,4%	717

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Rio Grande	16,0	15,6%	606	—	—	—
Belém	15,2	14,8%	820	11,6	19,9%	675
Paranaguá	12,7	12,3%	895	6,5	11,2%	814
Chancay (PE)	8,5	8,2%	1.393	6,4	10,9%	1.398
Salvador	7,0	6,8%	677	—	—	—
São Luís	3,8	3,7%	781	1,4	2,4%	523
Vitória	—	—	—	1,7	3,0%	465
Cartagena (CO)	—	—	—	1,0	1,8%	806
Demás puertos	6,9	6,7%	—	3,7	6,4%	—

Santos lidera el transporte de ambos productos, aunque con un peso diferente entre ellos: concentra el 31,9 % de la soja y el 44,4 % del maíz. Rio Grande y Salvador aparecen únicamente en la red de la soja, mientras que Vitória y Cartagena (CO) aparecen únicamente en la red del maíz.

3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque

La capacidad mensual de embarque de cada puerto es, en general, la misma, independientemente del producto. Es la estructura física de la terminal la que establece el límite, no el cultivo transportado. Lo que cambia —y cambia considerablemente— es la presión que cada cosecha ejerce sobre esa capacidad compartida (Tabla 43).

Tabla 43 – 2035 – Puertos – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.

Puerto	Capacidad (mil t/mes)	Soja		Maíz	
		Util. media	Util. máxima	Util. media	Util. máxima
Belém	15.000	8,4%	14,3%	6,5%	14,2%
Cabedelo	15.000	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
Chancay (PE)	15.000	4,7%	8,0%	3,5%	7,8%
Fortaleza	15.000	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
Güiria (VE)	15.000	0,0%	0,0%	—	—
Ilhéus	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Imbituba	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Itajaí	15.000	0,7%	1,2%	—	—
Antofagasta (CH)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Bahía Blanca (AR)	15.000	—	—	0,0%	0,1%
Cartagena (CO)	15.000	—	—	0,6%	1,4%
Degrad des Cannes (GF)	15.000	—	—	0,0%	0,0%

Belém y Cabedelo, dos de las principales terminales en términos de capacidad absoluta, mantienen un margen de capacidad relativo para ambos productos y funcionan como válvulas de seguridad del sistema.

4. Estacionalidad del Transporte

Los gráficos a continuación (Figura 57 y Figura 58) muestran, para cada producto, el volumen total transportado por mes en todos los puertos (a la izquierda) y la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año (a la derecha).

4.1 Soja

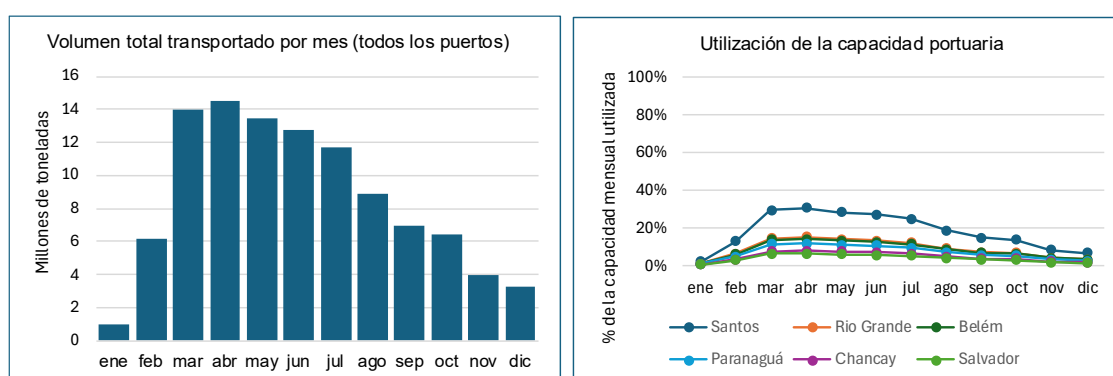


Figura 57 – 2035 – Puertos – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.

4.2 Maíz

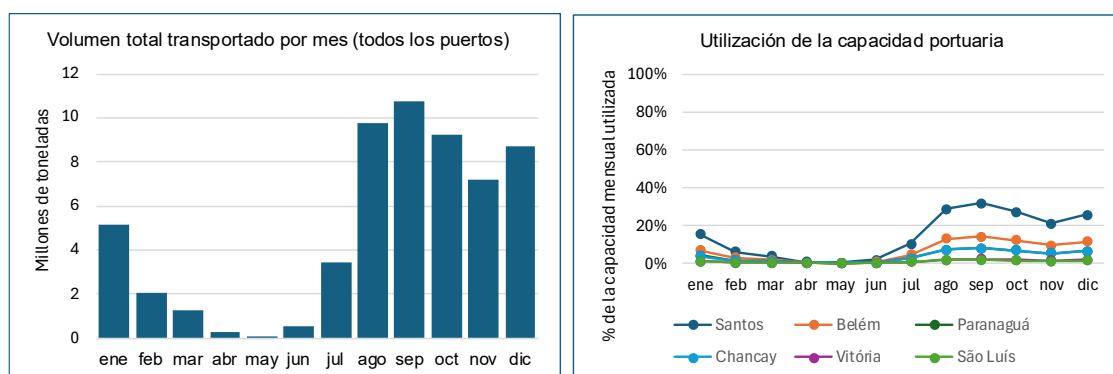


Figura 58 – 2035 – Puertos – Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.

Como los picos rara vez coinciden entre ambos productos, los mismos puertos suelen atender a ambos cultivos a lo largo del año sin que la presión se acumule en un único período —una de las mayores ventajas ocultas de la infraestructura actual desde el punto de vista de un planificador de redes.

5. Corredores Huérfanos

Cada producto puede revelar, en su red, un corredor logístico que atraviesa fronteras internacionales sin estar asociado a ningún puerto formalmente monitoreado. Estos corredores difieren entre sí, lo que indica que la elección de rutas alternativas responde a la geografía específica de cada cultivo y no a un patrón único de transporte.

El análisis conjunto de las rutas de transporte, del diseño geográfico de la red y de la capacidad operativa de los puertos permite una lectura integrada de la logística del maíz en el país. Los datos muestran una cadena concentrada en pocos grandes puertos, con Santos desempeñando un papel central, y una marcada estacionalidad que se traduce en picos de ocupación portuaria a lo largo del año. La presencia de corredores huérfanos identificados en la base geoespacial refuerza la importancia de un monitoreo continuo de las rutas alternativas, tanto por su potencial logístico como por los impactos socioambientales asociados a su eventual expansión. Este conjunto de observaciones puede servir de base para futuras discusiones sobre inversiones en infraestructura multimodal y sobre la planificación estacional de las operaciones portuarias.

6. Consideraciones Finales

La lectura conjunta de las tablas y los mapas de soja y maíz permite identificar en qué medida ambos productos comparten la misma infraestructura portuaria y en qué puntos cada uno ejerce una presión diferente sobre la red. Los puertos que presentan una alta utilización para ambos productos merecen prioridad de inversión, ya que concentran el riesgo operativo durante prácticamente todo el año. Por otro lado, los puertos con una utilización elevada para solo uno de los dos productos indican terminales más dedicadas a una única cosecha, con un margen de capacidad relativo fuera de su respectiva ventana de pico. Los corredores huérfanos, cuando están presentes, merecen un seguimiento continuo a medida que avanza la infraestructura regional, tanto por su potencial para aliviar la presión sobre los terminales tradicionales como por los impactos socioambientales que su eventual consolidación pueda generar.

Escenario 2035 – Todas las Inversiones

Este escenario supone inversiones que elevan la capacidad de embarque de todos los puertos a 15 millones de toneladas mensuales para cada producto,

además de la implementación de todos los proyectos previstos en el Escenario Actual – Base.

Informe Consolidado – Todas las inversiones implementadas

1. Panorama General del Transporte

La soja movilizó 142 millones de toneladas en el ciclo analizado, de las cuales 103 millones de toneladas (73 %) pasaron por alguno de los 19 puertos mapeados. Por su parte, el maíz movilizó 87 millones de toneladas, de las cuales 58 millones de toneladas (67 %) se transportaron por alguno de los 27 puertos de su red.

La soja recorre, en promedio, 15.716,52 km ponderados por la cantidad transportada, frente a 12.103,52 km del maíz, y presenta un costo proporcionalmente mayor por tonelada (R\$ 907,05 frente a R\$ 753,32), diferencia que refleja el peso relativo de cada producto en rutas de exportación de larga distancia (Tabla 44).

Tabla 44 - Todas las inversiones implementadas - Panel general comparativo entre soja y maíz.

Indicador	Soja	Maíz
Volumen total transportado	142 Mt	87 Mt
Volumen vía puertos	103 Mt (73%)	58 Mt (67%)
Nº de puertos mapeados	19	27
UF de origen líder	N/D	N/D
Distancia media ponderada	15.716,52 km	12.103,52 km
Costo medio ponderado	R\$ 907,05/t	R\$ 753,32/t

2. Mapas de las Rutas de Transporte

Las redes de soja y maíz presentan un diseño, alcance geográfico y corredores huérfanos distintos entre sí. Por ello, cada producto se presenta en su propio mapa, con el grosor de las líneas indicando la intensidad del flujo en cada tramo.

2.1 Soja

El siguiente mapa (Figura 59) muestra la red de transporte de la soja, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo en cada tramo.

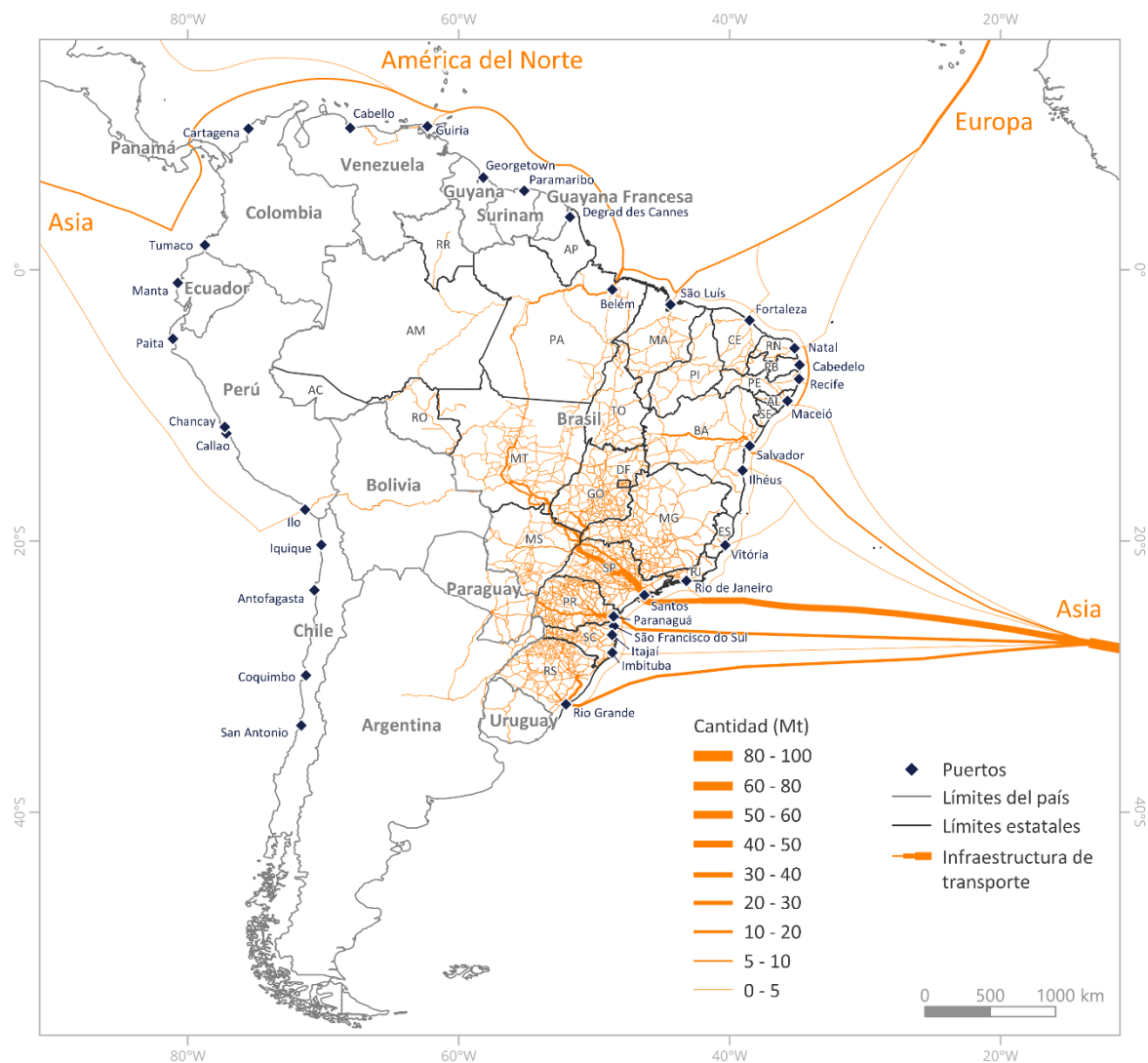


Figura 59 - Todas las inversiones implementadas - Rutas de transporte de soja hacia los puertos.

2.2 Maíz

El siguiente mapa (Figura 60) muestra la red de transporte del maíz, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo en cada tramo.

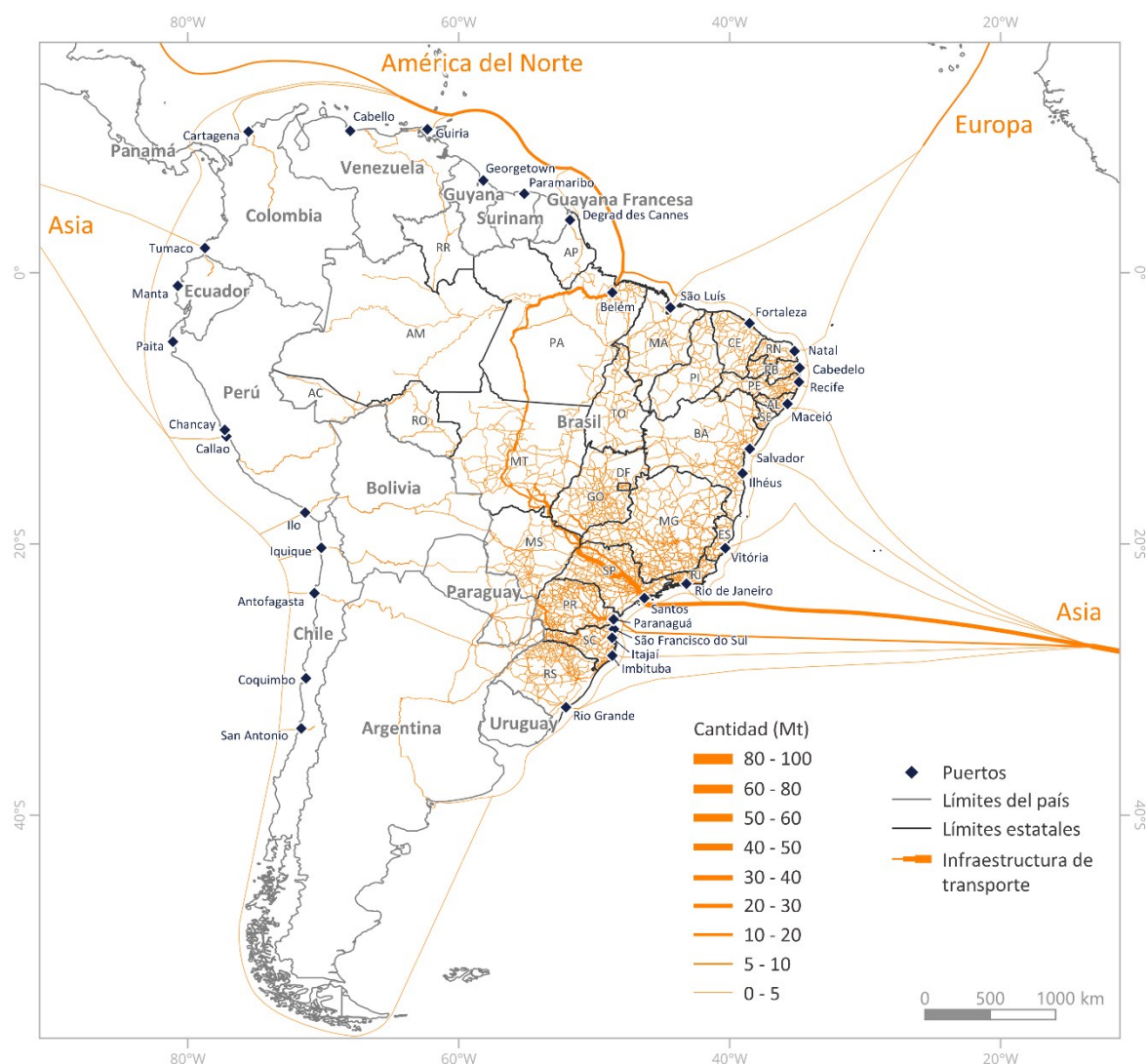


Figura 60 - Todas las inversiones implementadas - Rutas de transporte de maíz hacia los puertos.

2.3 Volumen y costo por puerto

La siguiente tabla (Tabla 45) reúne, para los principales puertos de cada producto, el volumen total movilizado durante el año, la participación en el total exportado por la red portuaria y el costo promedio de transporte por tonelada, con soja y maíz presentados lado a lado. El símbolo “—” indica que el puerto no aparece de forma individual en la tabla de origen de ese producto, sino que está incluido en el total de “Demás puertos”.

Tabla 45 - Todas las inversiones implementadas - Volumen, participación y costo promedio de transporte por puerto, soja y maíz.

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Santos	41,3	40,1%	681	30,6	52,4%	725
Rio Grande	16,0	15,6%	606	0,9	1,5%	843

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Belém	15,1	14,7%	847	13,1	22,5%	685
Paranaguá	12,8	12,4%	886	6,5	11,2%	815
Salvador	7,0	6,8%	649	—	—	—
São Luís	3,8	3,7%	769	1,4	2,5%	509
Vitória	3,7	3,6%	797	1,6	2,8%	521
Cartagena (CO)	—	—	—	1,0	1,8%	801
Demás puertos	3,3	3,2%	—	3,2	5,4%	—

Santos lidera el transporte de ambos productos, aunque con un peso diferente entre ellos: concentra el 40,1 % de la soja y el 52,4 % del maíz. Salvador aparece únicamente en la red de la soja, mientras que Cartagena (CO) aparece únicamente en la red del maíz.

3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque

La capacidad mensual de embarque de cada puerto es, en general, la misma, independientemente del producto. Es la estructura física de la terminal la que establece el límite, no el cultivo transportado. Lo que cambia —y cambia considerablemente— es la presión que cada cosecha ejerce sobre esa capacidad compartida (Tabla 46).

Tabla 46 - Todas las inversiones implementadas - Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.

Puerto	Capacidad (mil t/mes)	Soja		Maíz	
		Util. media	Util. máxima	Util. media	Util. máxima
Belém	15.000	8,4%	14,2%	7,3%	16,0%
Cabedelo	15.000	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
Fortaleza	15.000	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
Güiria (VE)	15.000	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Ilhéus	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Imbituba	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Itajaí	15.000	0,7%	1,2%	—	—
Maceió	15.000	0,0%	0,0%	—	—
Antofagasta (CH)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Bahía Blanca (AR)	15.000	—	—	0,0%	0,1%
Cartagena (CO)	15.000	—	—	0,6%	1,4%
Degrad des Cannes (GF)	15.000	—	—	0,0%	0,0%

Belém y Cabedelo, dos de las principales terminales en términos de capacidad absoluta, mantienen un margen de capacidad relativo para ambos productos y funcionan como válvulas de seguridad del sistema.

4. Estacionalidad del Transporte

Los gráficos a continuación (Figura 61 y Figura 62) muestran, para cada producto, el volumen total transportado por mes en todos los puertos (a la izquierda) y la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año (a la derecha).

4.1 Soja

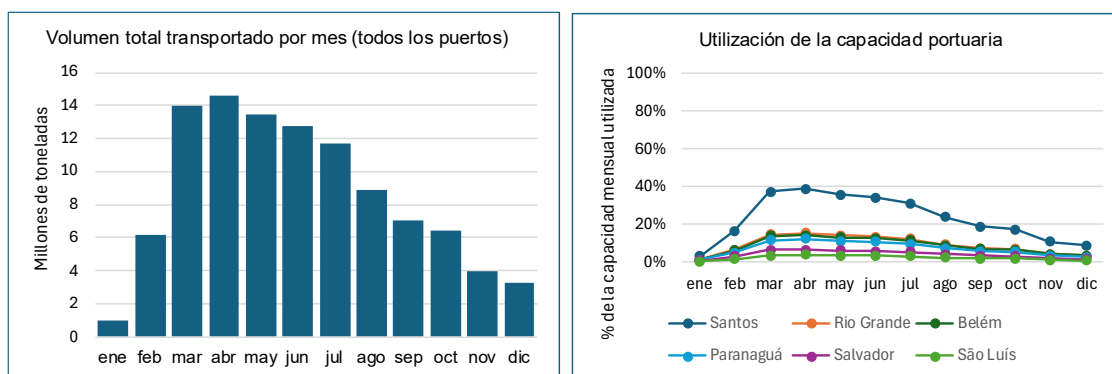


Figura 61 - Todas las inversiones implementadas - Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.

4.2 Maíz

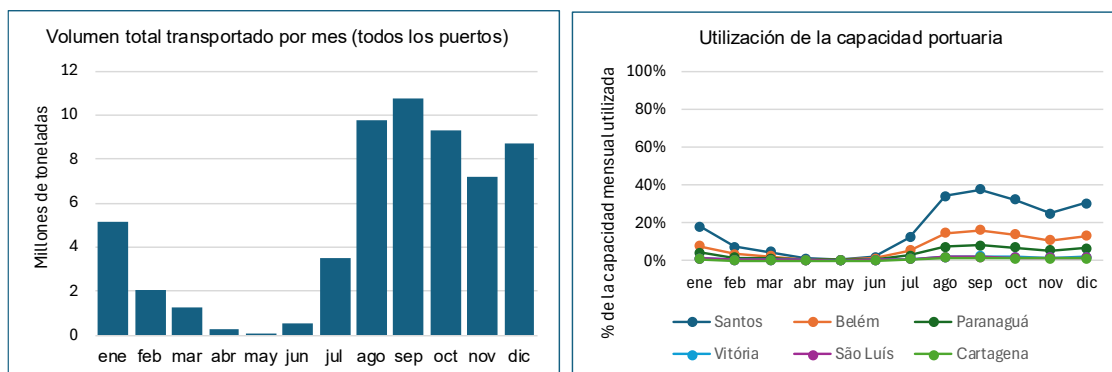


Figura 62 - Todas las inversiones implementadas - Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.

Como los picos rara vez coinciden entre ambos productos, los mismos puertos suelen atender a ambos cultivos a lo largo del año sin que la presión se acumule en un único período —una de las mayores ventajas ocultas de la infraestructura actual desde el punto de vista de un planificador de redes.

5. Corredores Huérfanos

Cada producto puede revelar, en su red, un corredor logístico que atraviesa fronteras internacionales sin estar asociado a ningún puerto formalmente

monitoreado. Estos corredores difieren entre sí, lo que indica que la elección de rutas alternativas responde a la geografía específica de cada cultivo y no a un patrón único de transporte.

El análisis conjunto de las rutas de transporte, del diseño geográfico de la red y de la capacidad operativa de los puertos permite una lectura integrada de la logística de la soja en el país. Los datos muestran una cadena concentrada en pocos grandes puertos, con Santos desempeñando un papel central, y una marcada estacionalidad que se traduce en picos de ocupación portuaria a lo largo del año. La presencia de corredores huérfanos identificados en la base geoespacial refuerza la importancia de un monitoreo continuo de las rutas alternativas, tanto por su potencial logístico como por los impactos socioambientales asociados a su eventual expansión. Este conjunto de observaciones puede servir de base para futuras discusiones sobre inversiones en infraestructura multimodal y sobre la planificación estacional de las operaciones portuarias.

6. Consideraciones Finales

La lectura conjunta de las tablas y los mapas de soja y maíz permite identificar en qué medida ambos productos comparten la misma infraestructura portuaria y en qué puntos cada uno ejerce una presión diferente sobre la red. Los puertos que presentan una alta utilización para ambos productos merecen prioridad de inversión, ya que concentran el riesgo operativo durante prácticamente todo el año. Por otro lado, los puertos con una utilización elevada para solo uno de los dos productos indican terminales más dedicadas a una única cosecha, con un margen de capacidad relativo fuera de su respectiva ventana de pico. Los corredores huérfanos, cuando están presentes, merecen un seguimiento continuo a medida que avanza la infraestructura regional, tanto por su potencial para aliviar la presión sobre los terminales tradicionales como por los impactos socioambientales que su eventual consolidación pueda generar.

Escenario 2035 – Todas las inversiones y Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico)

Este escenario supone inversiones que elevan la capacidad de embarque de todos los puertos a 15 millones de toneladas mensuales para cada producto, además de la implementación de todos los proyectos, incluida la totalidad del Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico), previstos en el Escenario Actual – Base.

Informe Consolidado - Todas las inversiones y Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico)

1. Panorama General del Transporte

A La soja movilizó 142 millones de toneladas en el ciclo analizado, de las cuales 103 millones de toneladas (73 %) pasaron por alguno de los 20 puertos mapeados. Por su parte, el maíz movilizó 87 millones de toneladas, de las cuales 58 millones de toneladas (67 %) se transportaron por alguno de los 28 puertos de su red.

La soja recorre, en promedio, 15.656,31 km ponderados por la cantidad transportada, frente a 12.010,24 km del maíz, y presenta un costo proporcionalmente mayor por tonelada (R\$ 905,65 frente a R\$ 752,49), diferencia que refleja el peso relativo de cada producto en rutas de exportación de larga distancia (Tabla 47).

Tabla 47 - Todas las inversiones y Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Panel general comparativo entre soja y maíz.

Indicador	Soja	Maíz
Volumen total transportado	142 Mt	87 Mt
Volumen vía puertos	103 Mt (73%)	58 Mt (67%)
Nº de puertos mapeados	20	28
UF de origen líder	N/D	N/D
Distancia media ponderada	15.656,31 km	12.010,24 km
Costo medio ponderado	R\$ 905,65/t	R\$ 752,49/t

2. Mapas de las Rutas de Transporte

Las redes de soja y maíz presentan un diseño, alcance geográfico y corredores huérfanos distintos entre sí. Por ello, cada producto se presenta en su propio mapa, con el grosor de las líneas indicando la intensidad del flujo en cada tramo.

2.1 Soja

El siguiente mapa (Figura 63) muestra la red de transporte de la soja, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo en cada tramo.

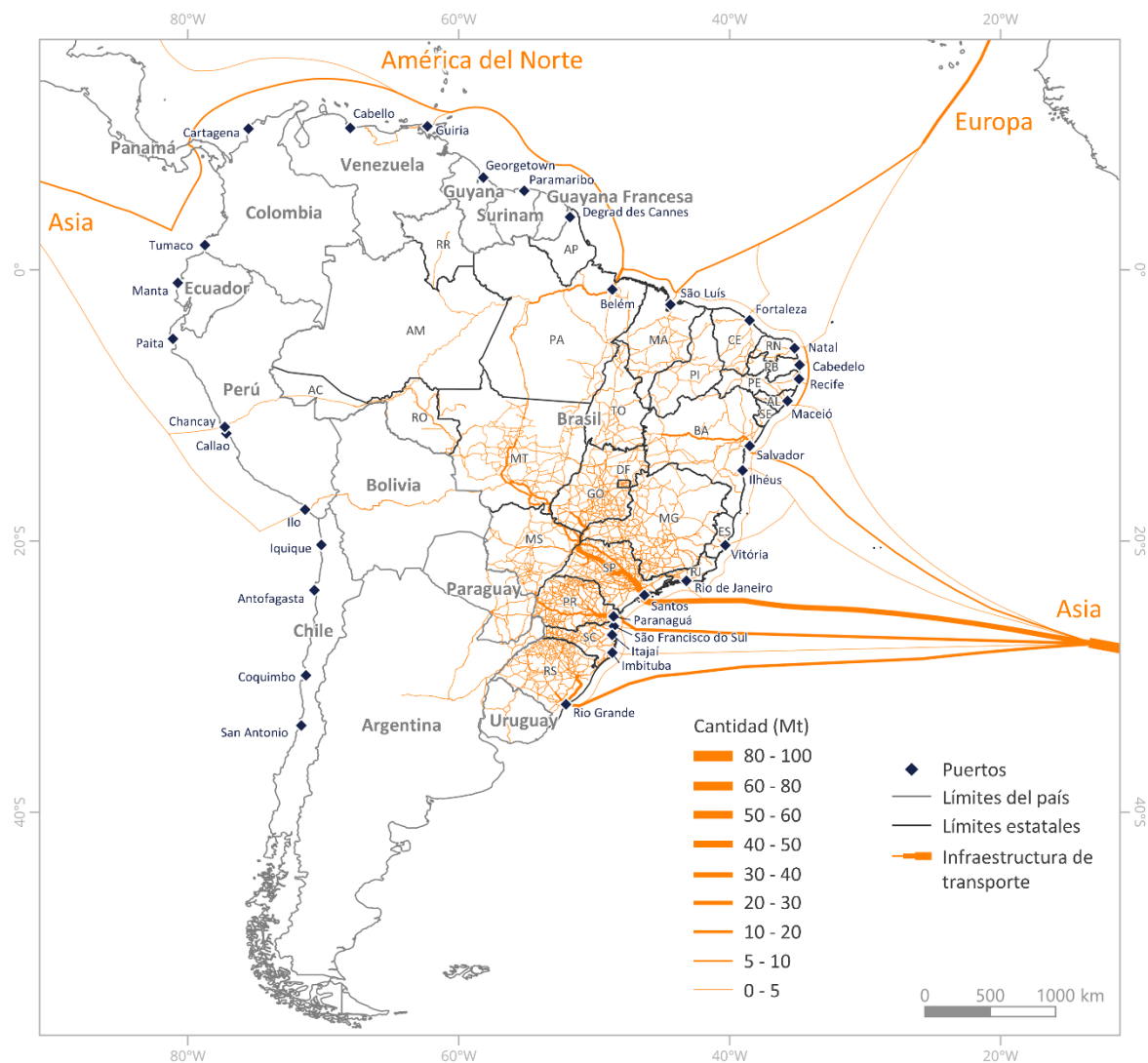


Figura 63 - Todas las inversiones y Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Rutas de transporte de soja hacia los puertos.

2.2 Maíz

El siguiente mapa (Figura 64) muestra la red de transporte del maíz, con el grosor de las líneas proporcional a la intensidad del flujo en cada tramo.

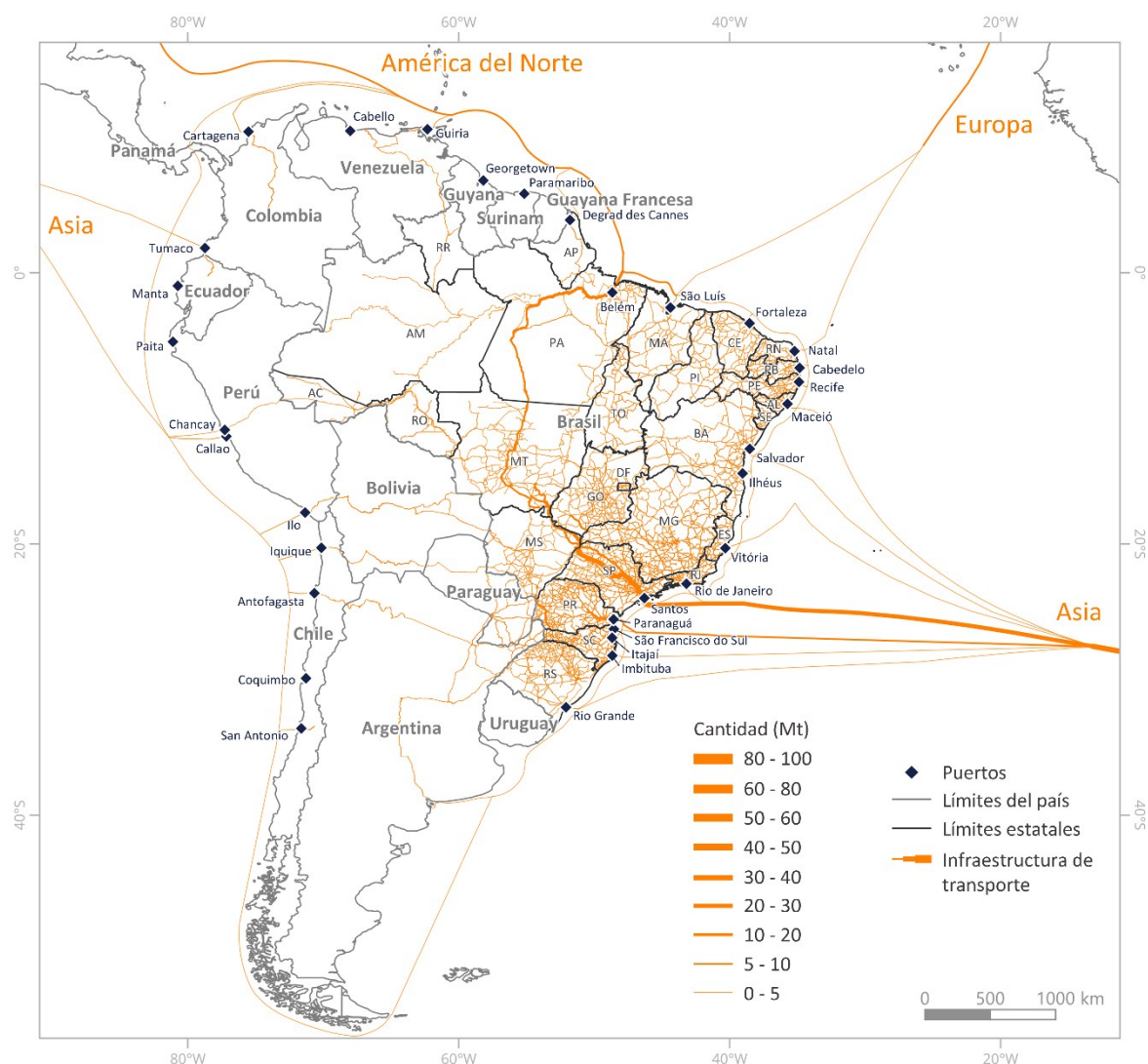


Figura 64 - Todas las inversiones y Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Rutas de transporte de maíz hacia los puertos.

2.3 Volumen y costo por puerto

La siguiente tabla (Tabla 48) reúne, para los principales puertos de cada producto, el volumen total movilizado durante el año, la participación en el total exportado por la red portuaria y el costo promedio de transporte por tonelada, con soja y maíz presentados lado a lado. El símbolo “—” indica que el puerto no aparece de forma individual en la tabla de origen de ese producto, sino que está incluido en el total de “Demás puertos”.

Tabla 48 - Todas las inversiones y Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Volumen, participación y costo promedio de transporte por puerto, soja y maíz.

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Santos	39,9	38,7%	677	30,2	51,6%	716

Puerto	Soja			Maíz		
	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)	Vol. (Mt)	Part.	Costo (R\$/t)
Rio Grande	16,0	15,6%	602	—	—	—
Belém	14,2	13,7%	804	11,0	18,9%	660
Paranaguá	12,8	12,4%	887	6,6	11,2%	811
Salvador	7,0	6,7%	650	—	—	—
São Luís	3,8	3,7%	779	1,4	2,5%	509
Vitória	3,7	3,6%	792	1,6	2,8%	521
Chancay (PE)	—	—	—	2,7	4,6%	1.385
Cartagena (CO)	—	—	—	1,0	1,8%	801
Demás puertos	5,7	5,6%	—	3,8	6,6%	—

Santos lidera el transporte de ambos productos, aunque con un peso diferente entre ellos: concentra el 38,7 % de la soja y el 51,6 % del maíz. Rio Grande y Salvador aparecen únicamente en la red de la soja, mientras que Chancay (PE) y Cartagena (CO) aparecen únicamente en la red del maíz.

3. Dinámica Portuaria y Capacidad de Embarque

La capacidad mensual de embarque de cada puerto es, en general, la misma, independientemente del producto. Es la estructura física de la terminal la que establece el límite, no el cultivo transportado. Lo que cambia —y cambia considerablemente— es la presión que cada cosecha ejerce sobre esa capacidad compartida (Tabla 49).

Tabla 49 - Todas las inversiones y Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Capacidad instalada (compartida) y utilización mensual por puerto y por producto.

Puerto	Capacidad (mil t/mes)	Soja		Maíz	
		Util. media	Util. máxima	Util. media	Util. máxima
Belém	15.000	7,9%	13,3%	6,1%	13,5%
Cabedelo	15.000	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%
Chancay (PE)	15.000	1,4%	2,5%	1,5%	3,3%
Fortaleza	15.000	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%
Güiria (VE)	15.000	0,0%	0,0%	—	—
Ilhéus	15.000	0,3%	0,5%	—	—
Imbituba	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Itajaí	15.000	0,6%	1,0%	—	—
Antofagasta (CH)	15.000	—	—	0,0%	0,0%
Bahía Blanca (AR)	15.000	—	—	0,0%	0,1%
Cartagena (CO)	15.000	—	—	0,6%	1,4%
Degrad des Cannes (GF)	15.000	—	—	0,0%	0,0%

Belém y Cabedelo, dos de las principales terminales en términos de capacidad absoluta, mantienen un margen de capacidad relativo para ambos productos y funcionan como válvulas de seguridad del sistema.

4. Estacionalidad del Transporte

Los gráficos a continuación (Figura 65 y Figura 66) muestran, para cada producto, el volumen total transportado por mes en todos los puertos (a la izquierda) y la evolución de la tasa de utilización de la capacidad en las principales terminales a lo largo del año (a la derecha).

4.1 Soja

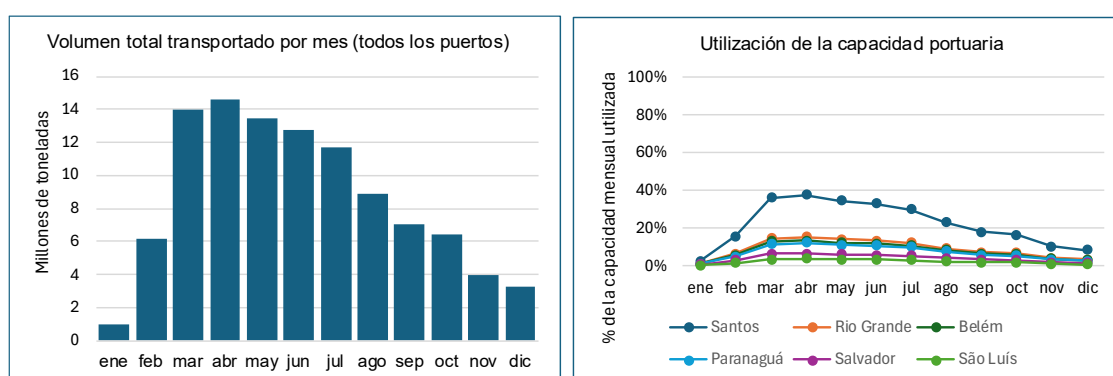


Figura 65 - Todas las inversiones y Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Volumen mensual total transportado de soja y utilización de la capacidad de los principales puertos.

4.2 Maíz

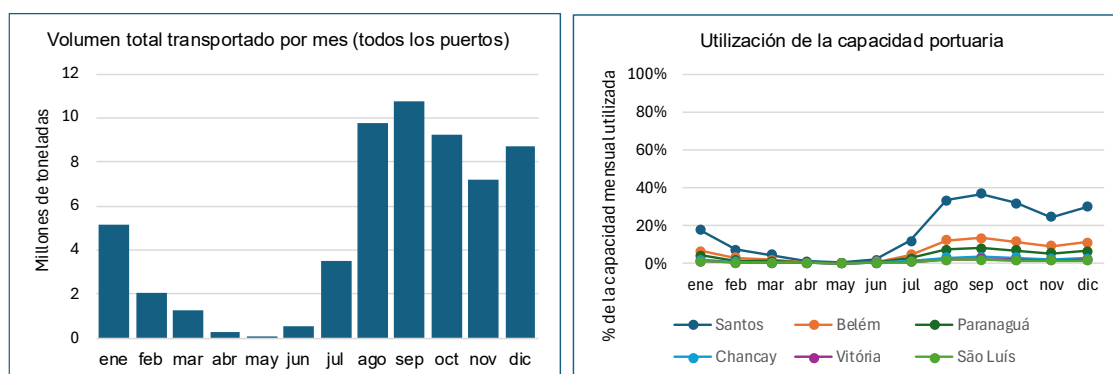


Figura 66 - Todas las inversiones y Ferrocarril Transoceánico (Bioceánico) - Volumen mensual total transportado de maíz y utilización de la capacidad de los principales puertos.

Como los picos rara vez coinciden entre ambos productos, los mismos puertos suelen atender a ambos cultivos a lo largo del año sin que la presión se acumule en un único período —una de las mayores ventajas ocultas de la infraestructura actual desde el punto de vista de un planificador de redes.

5. Corredores Huérfanos

Cada producto puede revelar, en su red, un corredor logístico que atraviesa fronteras internacionales sin estar asociado a ningún puerto formalmente monitoreado. Estos corredores difieren entre sí, lo que indica que la elección de rutas alternativas responde a la geografía específica de cada cultivo y no a un patrón único de transporte.

El análisis conjunto de las rutas de transporte, del diseño geográfico de la red y de la capacidad operativa de los puertos permite una lectura integrada de la logística del maíz en el país. Los datos muestran una cadena concentrada en pocos grandes puertos, con Santos desempeñando un papel central, y una marcada estacionalidad que se traduce en picos de ocupación portuaria a lo largo del año. La presencia de corredores huérfanos identificados en la base geoespacial refuerza la importancia de un monitoreo continuo de las rutas alternativas, tanto por su potencial logístico como por los impactos socioambientales asociados a su eventual expansión. Este conjunto de observaciones puede servir de base para futuras discusiones sobre inversiones en infraestructura multimodal y sobre la planificación estacional de las operaciones portuarias.

6. Consideraciones Finales

La lectura conjunta de las tablas y los mapas de soja y maíz permite identificar en qué medida ambos productos comparten la misma infraestructura portuaria y en qué puntos cada uno ejerce una presión diferente sobre la red. Los puertos que presentan una alta utilización para ambos productos merecen prioridad de inversión, ya que concentran el riesgo operativo durante prácticamente todo el año. Por otro lado, los puertos con una utilización elevada para solo uno de los dos productos indican terminales más dedicadas a una única cosecha, con un margen de capacidad relativo fuera de su respectiva ventana de pico. Los corredores huérfanos, cuando están presentes, merecen un seguimiento continuo a medida que avanza la infraestructura regional, tanto por su potencial para aliviar la presión sobre los terminales tradicionales como por los impactos socioambientales que su eventual consolidación pueda generar.

8 Síntesis comparativa de los escenarios

Se prepararon tres informes consolidados que comparan los escenarios. Este es un estudio preliminar, aún en curso, que acompaña los cambios en el sistema logístico continental.

8.1 Comparación de los ocho escenarios con respecto a la situación actual

Análisis consolidado de ocho escenarios de infraestructura logística. Los siete escenarios alternativos se evalúan en relación con el escenario Actual, tomado como línea de base, con énfasis en la reducción de la distancia y del costo promedio ponderado por tonelada transportada.

Resumen Ejecutivo

Este informe evalúa ocho escenarios de infraestructura logística para el transporte de soja y maíz desde Brasil: Actual, Amazónica, Antofagasta, Capricórnio, Coquimbo, Guayanas, Rondon y Transoceánica. El escenario Actual corresponde a la situación de la infraestructura actualmente implementada y funciona como referencia frente a la cual se miden todos los demás escenarios. Los otros siete representan alternativas propuestas con el objetivo de ampliar la red de transporte, aliviar la carga sobre los puertos más congestionados y, en principio, reducir la distancia y el costo promedio de transporte por tonelada.

El indicador central de evaluación es el costo promedio ponderado por tonelada, que incorpora tanto el recorrido terrestre hasta el puerto como la distancia marítima hasta el mercado de destino. La distancia promedio ponderada sigue la misma lógica: cuanto más larga es la ruta total, mayor es el costo de flete y mayores son las emisiones de gases de efecto invernadero por tonelada embarcada. Reducir estos dos indicadores constituye la prueba definitiva de cualquier propuesta de mejora logística.

La conclusión central del análisis es directa: seis de los siete escenarios alternativos no producen ninguna mejora mensurable en distancia o costo con respecto al escenario Actual. Las variaciones observadas son inferiores al 0,5 %, dentro del margen de fluctuación natural de los datos de enrutamiento, y no representan ganancias reales de eficiencia logística.

El escenario Rondon presenta una mejora modesta en el costo del maíz (-1,0 %), pero a costa de saturar completamente el puerto de Belém, debido a la presencia del ferrocarril Ferrogrão en el proyecto. El único escenario que produce

una ganancia significativa y estructural es el Transoceánico, que reduce la distancia promedio de la soja en un 23 % y el costo en un 17 %, pero depende de una infraestructura ferroviaria que aún no ha sido implementada.

Los escenarios intermedios tienen un valor analítico diferente. La cartografía progresiva de corredores logísticos alternativos que aún no son monitoreados formalmente, como el corredor uruguayo de la soja, el corredor bioceánico hasta Antofagasta, el acceso a la Guayana Francesa y el Corredor Interoceánico Sur, vía Bolivia, hasta el puerto peruano de Ilo, revela que la red logística continental es más densa y diversificada de lo que reflejan los datos oficiales. Estos corredores aún no modifican los indicadores promedio, pero señalan las direcciones en las que podría producirse un crecimiento del flujo a medida que avance la infraestructura regional.

El escenario Actual como línea de base

En el escenario Actual, la soja recorre, en promedio, 15.734 km desde el origen hasta el puerto de destino, con un costo promedio ponderado de R\$ 908,93 por tonelada. El maíz recorre 12.143 km a R\$ 757,79/t —distancia y costo menores porque el cereal, cosechado como segunda cosecha en el segundo semestre, utiliza una ventana de embarque en la que las rutas más cortas son más accesibles y los puertos del Arco Norte operan con mayor margen de capacidad relativa.

Santos es la terminal dominante: concentra el 39,7 % de la soja y el 52,5 % del maíz transportados por vía portuaria. Belém, la segunda terminal más importante, responde por el 16,3 % de la soja y el 25,6 % del maíz, y ya opera al 83,9 % de su capacidad en el pico de la soja y al 93,7 % en el pico del maíz, valores que sitúan al puerto de forma permanente en la zona de riesgo operativo. Rio Grande completa el panorama de puertos presionados, alcanzando un 92,8 % de utilización en el pico de la soja. Salvador llega al 100 % en determinados meses, pero su volumen absoluto es pequeño y su papel en la red es marginal. No se identifica ningún corredor logístico internacional adicional a las terminales formalmente catalogadas.

Este panorama (Tabla 50) define el problema central que los escenarios alternativos intentan resolver. Belém y Rio Grande operan cerca de su límite, la dependencia de Santos genera una fragilidad sistémica y no se identifican rutas alternativas capaces de redistribuir el flujo y reducir el costo promedio de

transporte. Los siete escenarios siguientes se evalúan a la luz de este punto de partida.

Tabla 50 - Panel comparativo consolidado: 8 escenarios × indicadores clave.

INDICADOR								
PANORAMA GENERAL — DISTANCIA Y COSTO PROMEDIO PONDERADO	Actual	Amazónica	Antofagasta	Capricórnio	Coquimbo	Guayanas	Rondon	Transoceánica
Escenario	Infra. actual (base)	Actual + puertos internac. maíz	Actual + Conexión Antofagasta	Actual — mayor conc. Santos	Actual — distrib. equilibrada	Actual + corredor de la Guayana Francesa	Arco Norte ampliado	Ferrocarril Transoceánico
Dist. media — Soja (km)	15.734	15.734	15.734	15.726	15.735	15.738	15.739	12.094
Dist. media — Maíz (km)	12.143	12.143	12.143	12.137	12.143	12.144	12.141	12.141
Costo medio — Soja (R\$/t)	908,93	908,93	908,93	906,15	908,76	908,51	905,04	756,91
Costo medio — Maíz (R\$/t)	757,79	757,79	757,79	755,43	757,73	756,93	750,04	750,04
Nº puertos — Soja	14	14	14	14	14	14	14	16
Nº puertos — Maíz	N/D	18	18	18	18	18	18	19
PUERTO DE SANTOS								
Participación — Soja	39,7%	39,7%	39,7%	43,4%	39,9%	39,5%	35,1%	38,7%
Costo medio — Soja (R\$/t)	577	577	577	530	496	577	570	670
Util. máxima — Soja	81,3%	81,2%	81,4%	88,7%	81,6%	80,8%	73,1%	80,5%
Participación — Maíz	52,5%	52,5%	52,5%	53,3%	52,7%	52,5%	46,7%	52,2%
Costo medio — Maíz (R\$/t)	631	631	631	627	613	631	638	649
Util. máxima — Maíz	78,9%	78,9%	78,9%	80,3%	78,9%	78,8%	76,1%	78,8%
PUERTO DE BELÉM (ARCO NORTE)								
Participación — Soja	16,3%	16,3%	16,3%	16,3%	16,3%	16,5%	20,8%	15,6%
Costo medio — Soja (R\$/t)	860	861	862	855	861	861	869	827
Util. máxima — Soja	83,9%	83,9%	83,9%	83,9%	83,9%	84,9%	100%	80,9%
Participación — Maíz	25,6%	25,6%	25,6%	25,6%	25,7%	25,7%	31,2%	23,5%
Costo medio — Maíz (R\$/t)	631	631	631	629	629	629	621	603
Util. máxima — Maíz	93,7%	93,7%	93,7%	93,7%	93,7%	93,9%	100%	88,8%
RIO GRANDE Y PARANAGUÁ								
Rio Grande — util. máx. soja	92,8%	92,8%	92,5%	90,8%	90,6%	92,8%	92,7%	92,8%
Paranaguá — participación soja	13,0%	13,1%	13,0%	9,2%	13,1%	13,1%	13,1%	13,1%
CORREDORES HUÉRFANOS Y PUERTO MÁS CRÍTICO								
Corredor no catalogado — Soja	—	Uruguay ~45 mil t (1ª id.)	—	Uruguay ~45 mil t (2ª)	Uruguay ~45 mil t (3ª)	Uruguay ~45 mil t (4ª)	Uruguay ~45 mil t (5ª)	Uruguay ~45 mil t (5ª)
Corredor no catalogado — Maíz	—	Antofagasta ~450 t	Antofagasta ~1.200 t	Antofagasta ~450 t	Antofagasta ~450 t	Antofagasta ~450 t + Guayana Francesa	Antofagasta + Guayana + Bolivia → Ilo ~12 mil t	Antofagasta + Guayana + Bolivia; Callao ~970 mil t; Chancay ~260 mil t
Puerto(s) más crítico(s)	Belém 93,7% maíz	Belém 93,7% maíz	Belém 93,7% maíz	Belém 93,7% maíz Santos 88,7% soja	Belém 93,7% maíz	Belém 93,9% maíz	Belém 100% soja y maíz	Chancay 100% soja y maíz

Comparación de los escenarios con el Actual

Esta sección evalúa cada uno de los siete escenarios alternativos en relación con el Actual, utilizado como línea de base. Para cada escenario, se examinan los efectos sobre la distancia y el costo promedio ponderado de transporte, los dos indicadores centrales de eficiencia logística, la redistribución de los flujos entre las terminales, la presión sobre la capacidad instalada y los corredores alternativos identificados. El análisis registra objetivamente cuándo un escenario no presenta mejoras, cuándo produce ganancias marginales y cuándo representa un cambio estructural real.

Escenario Amazónica — Ampliación del mapeo sin ganancias de eficiencia

El escenario Amazónica mantiene los mismos indicadores de distancia y costo del escenario Actual: la soja recorre 15.734 km a R\$ 908,93/t y el maíz recorre 12.143 km a R\$ 757,79/t. La diferencia respecto de cero es, en la práctica, nula: no hay ninguna mejora en los dos indicadores centrales que motivan la búsqueda de escenarios alternativos. La distribución de los flujos entre los puertos también es idéntica: Santos concentra el 39,7 % de la soja y el 52,5 % del maíz, Belém el 16,3 % y el 25,6 %, y Paranaguá el 13,1 %. Los niveles de utilización de las terminales tampoco cambian: Belém continúa alcanzando el 83,9 % en el pico de la soja y el 93,7 % en el pico del maíz.

Lo que el escenario Amazónica aporta no está en los indicadores de eficiencia, sino en la mayor completitud del mapeo. Es la primera versión que incorpora formalmente las cuatro terminales internacionales que ya reciben maíz brasileño: Cartagena, en Colombia; Callao, en Perú; San Antonio, en Chile; y Bahía Blanca, en Argentina. Estos cuatro puertos representan, en conjunto, apenas el 0,4 % del volumen de maíz transportado por vía portuaria, un volumen demasiado marginal para alterar los indicadores promedio, pero su presencia confirma que la red logística del maíz ya atraviesa fronteras internacionales de manera regular. Además, el escenario identifica por primera vez dos corredores huérfanos: el corredor de soja que parte del extremo sur de Rio Grande do Sul en dirección a puertos uruguayos, con aproximadamente 45 mil toneladas anuales, y el corredor terrestre de maíz que atraviesa Paraguay y el norte de Argentina hasta la costa chilena próxima a Antofagasta, con cerca de 450 toneladas. Estos hallazgos tienen

un valor informativo relevante para la planificación de largo plazo, pero no generan ningún alivio sobre los puertos congestionados ni reducen el costo de transporte en el corto plazo.

La conclusión sobre el escenario Amazónica es que representa un avance en el conocimiento de la red logística continental, pero no un avance en la eficiencia logística propiamente dicha. Para el objetivo de aliviar la presión sobre Belém, Rio Grande y Santos, el escenario no ofrece ninguna respuesta práctica.

Escenario Capricórnio — Mejora marginal del costo con pérdida de resiliencia

El escenario Capricórnio es el primero de la serie en presentar una variación mensurable en los indicadores de costo y distancia con respecto al Actual, aunque todavía sea modesta. La distancia promedio de la soja disminuye de 15.734 km a 15.726 km, una reducción de apenas 8,6 km o 0,05 %. El costo promedio ponderado de la soja cae de R\$ 908,93/t a R\$ 906,15/t, una reducción de R\$ 2,78/t o 0,31 %. Para el maíz, los cambios son similares: la distancia disminuye 6 km (0,05 %) y el costo se reduce en R\$ 2,36/t (0,31 %). Estas ganancias existen, pero son tan pequeñas que no representan ningún cambio práctico para los productores o los operadores logísticos.

El origen de esta pequeña mejora es importante para comprender el mecanismo subyacente. El escenario Capricórnio dirige más carga hacia Santos, que presenta el menor costo unitario entre las grandes terminales. La participación de Santos en la soja aumenta del 39,7 % al 43,4 %, el mayor valor de toda la serie. Como consecuencia aritmética, el costo promedio ponderado disminuye marginalmente, ya que un puerto de menor costo unitario pasa a responder por una mayor proporción del total. El costo promedio de transporte de la soja a través de Santos disminuye de R\$ 577/t a R\$ 530/t, el menor valor registrado para este puerto en toda la serie, lo que amplifica el efecto de la concentración sobre el promedio.

El problema es que esta reducción del costo promedio viene acompañada de una pérdida significativa de resiliencia operativa. Paranaguá, la segunda terminal más importante del país en términos de capacidad, disminuye del 13,0 % a apenas el 9,2 % de participación en la soja, menos de la mitad de lo que concentra históricamente. Este vaciamiento de Paranaguá, sin que exista ninguna mejora de eficiencia que lo justifique técnicamente, hace que la red sea más dependiente de

una única terminal. Santos, a su vez, pasa a operar con una utilización máxima del 88,7 % en la soja, el mayor valor registrado para este puerto, lo que comienza a comprometer su función tradicional como válvula de seguridad del sistema. En suma, el escenario Capricórnio mejora el costo promedio en apenas un 0,31 % a costa de concentrar aún más la red alrededor de un único puerto que ya opera cerca de su límite, aumentando el riesgo sistémico. El intercambio no compensa la ganancia.

Escenario Coquimbo — Distribución equilibrada, pero sin reducción real del costo

El escenario Coquimbo produce, en la práctica, ninguna mejora respecto del Actual en los dos indicadores centrales. La distancia promedio de la soja, de 15.735 km, es marginalmente superior a la del Actual (15.734 km), una diferencia de 0,63 km que no tiene ningún significado operativo. El costo promedio de la soja, de R\$ 908,76/t, representa una reducción de apenas R\$ 0,17/t respecto del Actual (R\$ 908,93/t), es decir, menos de dos centavos. Para el maíz, la distancia disminuye 0,71 km y el costo se reduce en R\$ 0,06/t. Estas variaciones se encuentran completamente dentro del margen de fluctuación estadística de los datos de enrutamiento y no representan ningún avance real de eficiencia.

Lo que distingue positivamente al escenario Coquimbo es la distribución más equilibrada entre Santos y Paranaguá. El primero concentra el 39,9 % de la soja (cerca del patrón histórico de ~40 %) y el segundo recupera su participación habitual del 13,1 %. Esta configuración mantiene a Santos con holgura operativa (utilización máxima del 81,6 % en la soja) y preserva a Paranaguá como una alternativa efectiva de transporte. En términos de resiliencia de la red, el escenario Coquimbo es preferible al Capricórnio. El costo de transporte del maíz a través de Santos registra su menor valor de toda la serie en este escenario, R\$ 613/t, frente a R\$ 631/t en el Actual, una reducción de R\$ 18/t (2,9 %). Sin embargo, esta ganancia es puntual y no es suficiente para alterar el costo promedio general, dado el peso relativo de los demás puertos.

El escenario Coquimbo también confirma, por tercera vez consecutiva, el corredor de soja hacia puertos uruguayos, con el mismo trazado y el mismo volumen de ~45 mil toneladas. La repetición en tres versiones independientes de los datos hace cada vez más difícil atribuir este corredor a una inconsistencia de la base

geoespacial. Sin embargo, este hallazgo no reduce el costo logístico de la red en su conjunto, ya que el volumen es demasiado pequeño para afectar los promedios. La conclusión sobre el escenario Coquimbo es que representa el patrón más equilibrado y resiliente, pero no resuelve el problema central de la ausencia de reducción de costo y distancia.

Escenario Guayanas — Descubrimiento de nuevos corredores sin mejora de los indicadores

El escenario Guayanas presenta variaciones de costo y distancia que, además de pequeñas, muestran señales mixtas. La distancia de la soja aumenta ligeramente de 15.734 km a 15.738 km (+3,25 km), lo que indica un leve empeoramiento, mientras que el costo disminuye de R\$ 908,93/t a R\$ 908,51/t (-R\$ 0,42/t, -0,05 %). Para el maíz, la distancia aumenta 0,72 km y el costo disminuye R\$ 0,86/t (-0,11 %). En términos prácticos, ninguna de estas variaciones tiene relevancia económica u operativa. Las diferencias son menores que el ruido natural de los datos de enrutamiento y no representan ningún cambio significativo en la trayectoria de los indicadores de costo y distancia.

El escenario Guayanas confirma, por cuarta vez consecutiva, el corredor de soja hacia puertos uruguayos, con exactamente el mismo trazado y volumen de ~45 mil toneladas. La cuarta reconfirmación en versiones independientes de la base geoespacial prácticamente elimina la hipótesis de que se trate de una inconsistencia de los datos. Este corredor probablemente representa un flujo real y estable de exportación de productores del extremo sur de Rio Grande do Sul a través de terminales como Montevideo o Nueva Palmira. A pesar de la consistencia de la evidencia, el volumen sigue siendo demasiado pequeño para alterar los indicadores agregados de la red.

Para el maíz, el escenario Guayanas aporta el hallazgo más relevante: la identificación de un corredor que parte de Amapá en dirección a la Guayana Francesa, compatible con el puerto de Dégrad des Cannes. Este corredor, observado por primera vez en este análisis, moviliza algunos cientos de toneladas y atraviesa áreas de bosque amazónico preservado y territorios indígenas. El trazado abre una nueva dimensión en la comprensión de la logística del maíz en el

norte de Brasil. Ninguno de estos corredores altera la realidad de los puertos congestionados ni reduce el costo de transporte de la red en su conjunto.

Escenario Rondon — El mayor alivio del Arco Norte, con saturación total de Belém

El escenario Rondon es el más diferenciado dentro del conjunto y merece un análisis más detallado. En términos de costo promedio ponderado, presenta la mejor marca para el maíz, R\$ 750,04/t, frente a R\$ 757,79/t en el Actual, con una reducción de R\$ 7,75/t, equivalente al 1,02 %. Para la soja, el costo disminuye de R\$ 908,93/t a R\$ 905,04/t (-R\$ 3,89/t; -0,43 %), también la menor marca para este producto. En términos de distancia, sin embargo, no hay una ganancia: la soja registra 15.739 km (4,47 km por encima del Actual) y el maíz, 12.141 km (2,56 km por debajo). La reducción del costo ocurre sin una reducción de la distancia, lo que indica un cambio en la composición de los flujos: una mayor cantidad de carga pasa a utilizar puertos con menor costo unitario, principalmente Belém, aunque la ruta total recorrida sea ligeramente más larga.

El mecanismo es claro en la distribución portuaria. Belém pasa del 16,3 % al 20,8 % de la soja (+4,5 puntos porcentuales) y del 25,6 % al 31,2 % del maíz (+5,6 pp). Santos disminuye del 39,7 % al 35,1 % en la soja y del 52,5 % al 46,7 % en el maíz. El costo promedio de Belém para el maíz es de R\$ 621/t, inferior al de los otros escenarios, lo que hace que el desplazamiento de carga hacia el Arco Norte reduzca el promedio general. Este es el mecanismo que produce la única reducción de costo de cierta magnitud: no una ruta más corta ni una infraestructura más eficiente, sino una redistribución de los flujos hacia una terminal con un costo unitario ligeramente menor.

El precio de esta redistribución, sin embargo, es crítico. Belém alcanza el 100 % de utilización de la capacidad instalada tanto en el pico de la soja como en el del maíz, el único caso de saturación total entre las grandes terminales brasileñas en toda la serie. Con 2.928 mil toneladas de capacidad mensual, Belém ya opera en el límite absoluto en este escenario. Esto significa que cualquier crecimiento adicional de la producción o de la demanda de exportación no encontraría espacio en la terminal, lo que podría generar filas de buques, congestión en las vías de acceso y pérdida de competitividad de las cargas brasileñas en los mercados internacionales. Santos, por su parte, opera con la mayor holgura de la serie, con una utilización

máxima de apenas 73,1 % en la soja, muy por debajo de lo habitual. El mayor puerto del país estaría, en este escenario, subutilizado mientras el segundo mayor operaría al límite.

El escenario Rondon identifica además el corredor no registrado de mayor volumen de la serie: cerca de 12 mil toneladas de maíz que recorren el Corredor Interoceánico Sur, atravesando el interior de Bolivia hasta el puerto de Ilo, en la costa sur del Perú.

En síntesis, el escenario Rondon demuestra que redistribuir la carga hacia el Arco Norte, dentro de la infraestructura actual, produce una reducción del costo del maíz del 1 %, el mejor resultado, pero únicamente a costa de saturar por completo Belém. Es una paradoja logística relevante. La única alternativa que alivia los puertos del Sur, al mismo tiempo, agota la capacidad del principal puerto del Norte. El diagnóstico que ofrece el escenario es más valioso que la solución que propone. Indica con precisión que la ampliación de la capacidad de Belém es la inversión con mayor retorno sistémico disponible dentro de la infraestructura actual.

Escenario Transoceánica — La única ruptura estructural de la serie

El escenario Transoceánica (Ferrovía Transoceánica-FICO-FIOL-Acre-Chancay) es el único de la serie que produce un cambio estructural en los indicadores centrales. La distancia promedio de la soja cae de 15.734 km a 12.094 km, una reducción de 3.640 km, equivalente al 23,1 %. El costo promedio ponderado de la soja disminuye de R\$ 908,93/t a R\$ 756,91/t, una reducción de R\$ 152,02/t, o del 16,7 %. No se trata de ganancias marginales: son cambios de escala que sitúan a la soja, en este escenario, en un nivel de costo equivalente al que el maíz ya alcanza en la red actual. En términos económicos, considerando el volumen de 142 Mt de soja transportadas anualmente, una reducción de R\$ 152/t representa un beneficio potencial del orden de R\$ 21,6 mil millones al año, si el ferrocarril está operativo y el costo estimado se confirma en la práctica.

El mecanismo que explica esta reducción es la apertura de una ruta más corta hacia el océano Pacífico. El ferrocarril permite que la soja producida en el Centro-Oeste —que actualmente recorre más de 2.000 km por carretera hasta Santos o Belém, para luego cruzar el Atlántico hacia Asia— llegue a los puertos peruanos de Callao y Chancay mediante una ruta terrestre que atraviesa Acre y el territorio andino. Desde el Pacífico, la distancia marítima hasta los principales mercados

compradores de soja, como China y Corea del Sur, es significativamente menor que vía Santos o Belém. El resultado es una ruta total más corta y, por lo tanto, más barata.

Para el maíz, sin embargo, el efecto es casi nulo: la distancia disminuye apenas 2,56 km (0,02 %) y el costo se reduce R\$ 7,75/t (1,02 %). El maíz ya utiliza rutas relativamente más cortas y tiene su pico de embarque en el segundo semestre, cuando los corredores tradicionales operan con mayor holgura. El ferrocarril no altera materialmente la ecuación logística del cereal.

El escenario Transoceánica también incorpora Callao y Chancay como terminales plenamente monitoreadas, con volúmenes significativos. Callao pasa de volúmenes marginales en los escenarios anteriores a 970 mil toneladas de maíz y 1,2 Mt de soja, mientras que Chancay responde por 260 mil toneladas de maíz y 280 mil t de soja. Estos volúmenes, asociados a la capacidad instalada de los puertos peruanos, revelan el principal problema del escenario: Chancay opera al 100 % de utilización durante los doce meses del año para ambos cultivos, y Callao alcanza el 100 % en múltiples meses, con una utilización promedio del 83,9 % para la soja. La infraestructura portuaria peruana, diseñada para absorber los flujos del comercio regional, llega al límite absoluto ya con los volúmenes actuales del agronegocio brasileño.

Esto no invalida el escenario, pero define su principal condicionante: los beneficios de eficiencia dependen no solo de la conclusión del ferrocarril, cuyas obras aún no han comenzado integralmente, sino también de una expansión previa y sustancial de la capacidad portuaria de Callao y Chancay. El costo de transporte a través de los terminales peruanos, que supera R\$ 1.300/t en este escenario, también debe disminuir mediante el aumento de escala para que la ruta se consolide como una alternativa competitiva para los productores brasileños. El costo vía Santos es de R\$ 670/t para la soja en este escenario, por encima de los R\$ 577/t del Actual, lo que sugiere que parte del flujo que anteriormente utilizaba Santos migra hacia los puertos peruanos a un costo más alto, pero con una ruta total más corta. El beneficio está en la reducción de la distancia marítima, no en el costo portuario unitario.

La evaluación final del escenario Transoceánica es que representa la única propuesta capaz de alterar estructuralmente la logística de la soja brasileña. Los beneficios son reales, mensurables y significativos. Los riesgos también son reales, como un cronograma de obras incierto, la saturación inmediata de los puertos peruanos, el elevado costo de la ruta alternativa en su etapa actual y la dependencia de una decisión de inversión que involucra la soberanía de tres países. El escenario no es una solución para el presente: es un horizonte de planificación de largo plazo que justifica inversiones coordinadas desde ahora, especialmente en la ampliación de Chancay y Callao.

Análisis Integrado de la Red Logística

Lo que los escenarios revelan sobre la red actual

La principal conclusión que surge de la comparación sistemática de los ocho escenarios es que la infraestructura logística de soja y maíz de Brasil ha llegado a un punto de relativa saturación en sus márgenes. Pequeños ajustes de enrutamiento dentro de la red actual —como la redistribución de flujos entre puertos existentes, el reconocimiento de corredores ya operativos o la incorporación de terminales internacionales de pequeño volumen— no producen ninguna reducción mensurable de la distancia o del costo promedio. Los seis escenarios que difieren del Actual presentan variaciones de costo inferiores al 0,5 % para la soja y al 1,1 % para el maíz. En una cadena que moviliza 229 Mt/año, con un costo promedio de entre R\$ 750 y R\$ 910/t, estas cifras no representan ningún cambio de paradigma logístico.

Esto no significa que la red esté optimizada. Significa, más bien, que los cuellos de botella identificados, como la saturación de Belém y Rio Grande, la dependencia excesiva de Santos y el predominio del transporte por carretera en trayectos largos, no pueden resolverse mediante una reconfiguración de las rutas dentro de la infraestructura existente. Requieren inversiones en nueva capacidad.

La comparación de los escenarios ayuda a indicar dónde estas inversiones pueden generar mayores retornos. El escenario Rondon muestra que desplazar más carga hacia el Arco Norte reduce marginalmente el costo promedio, pero satura Belém de inmediato. El escenario Transoceánica muestra que una nueva infraestructura

ferroviaria puede reducir en un 23 % la distancia de la soja, pero requiere décadas de ejecución.

La estacionalidad como activo estructural de la red

Un aspecto que el análisis comparativo confirma en todos los escenarios es el papel de la estacionalidad complementaria como principal activo de la infraestructura compartida. La soja tiene su pico de embarque entre marzo y julio, mientras que el maíz concentra el 85 % de su volumen entre agosto y diciembre. Esta complementariedad no es resultado de una planificación logística deliberada. Es consecuencia del calendario agrícola, pero su efecto práctico es multiplicar la capacidad efectiva del sistema sin costos adicionales. Los mismos terminales, los mismos almacenes y los mismos corredores atienden a ambos cultivos en períodos distintos, lo que significa que la capacidad instalada opera durante prácticamente todo el año, en lugar de permanecer ociosa durante largos períodos. En los ocho escenarios, esta complementariedad se mantiene: ninguna de las configuraciones alternativas modifica el patrón estacional de manera que los picos se superpongan significativamente.

Belém como espejo del sistema

El puerto de Belém funciona, en la serie de análisis, como un termómetro de la tensión sistémica de la red. En todos los escenarios, Belém opera entre el 83,9 % y el 84,9 % de su capacidad en el pico de la soja y entre el 93,7 % y el 93,9 % en el pico del maíz. Estos valores se mantienen consistentemente por encima del umbral del 85 % que los especialistas en operaciones portuarias asocian con el inicio de la congestión crónica. Cuando el escenario Rondon dirige más carga hacia el Arco Norte, Belém alcanza el 100 %, lo que indica que la red encuentra su techo operativo de inmediato. Cuando el escenario Transoceánica desvía carga hacia el Pacífico, Belém disminuye al 80,9 % para la soja y al 88,8 % para el maíz, una holgura modesta pero real, que constituye un efecto colateral positivo del ferrocarril sobre el Arco Norte.

São Luís, el otro gran terminal del Arco Norte, mantiene una utilización promedio inferior al 15 % en todos los escenarios, con una capacidad instalada de 2.157 mil t/mes. Esta subutilización crónica, en contraste con la sobrecarga de Belém, indica que existe una oportunidad de redistribución de los flujos dentro del propio Arco

Norte que actualmente no está siendo aprovechada. Parte de la carga que pasa por Belém podría desviarse hacia São Luís, aliviando al primero sin necesidad de nueva infraestructura. La ausencia de esta redistribución en los datos sugiere que factores de costo, infraestructura vial de acceso o relaciones comerciales establecidas favorecen sistemáticamente a Belém, obstáculos que deberían abordarse mediante políticas tarifarias o inversiones en los accesos, y no únicamente mediante la planificación de rutas.

Los corredores huérfanos como ventana hacia el futuro

La progresión de los descubrimientos a lo largo de la serie de análisis, desde el escenario Actual, sin ningún corredor identificado, hasta el escenario Transoceánica, con Callao y Chancay incorporados y múltiples corredores terrestres mapeados, documenta la emergencia gradual de una red logística continental más densa que la capturada por el monitoreo oficial. El corredor uruguayo de la soja, identificado en cinco versiones con el mismo trazado y volumen, merece ser incorporado formalmente al sistema de monitoreo. Se trata de un flujo real que representa, para los productores del extremo sur de Rio Grande do Sul, una ruta más corta y potencialmente más barata que el trayecto hacia Santos o Paranaguá. Su falta de monitoreo no significa que no exista, sino que el sistema de información aún no lo captura adecuadamente.

El corredor Bolivia–Ilo, identificado en el escenario Rondon con ~12 mil toneladas, es el más prometedor entre los corredores terrestres internacionales del maíz. Su trazado corresponde al Corredor Interoceánico Sur, que conecta Rondônia con el litoral peruano a través del territorio boliviano. El Interoceánico Sur atiende a las regiones productoras del Centro-Oeste y del Norte a través de los Andes peruanos, regiones con una estructura logística más desarrollada que el norte de Argentina. Su crecimiento de volumen de una versión a otra sugiere que la ruta está madurando orgánicamente, independientemente de decisiones formales de política de infraestructura.

8.2 Consolidación comparativa, horizonte 2035 (capacidad portuaria ampliada)

Logística Continental de Soja y Maíz, Escenarios Actual, 2035 y Transoceánica

Análisis comparativo de tres escenarios de infraestructura logística. El escenario Actual corresponde a la infraestructura actualmente implantada y funciona como línea de base. El escenario 2035 proyecta la expansión de las capacidades portuarias con la demanda mantenida. El escenario Transoceánica incorpora, adicionalmente, el Ferrocarril Transoceánico (FICO-FIOL-Acre-Chancay), evaluando su efecto sobre la distancia, el costo y la distribución de los flujos entre los puertos.

Resumen Ejecutivo

Este informe analiza tres escenarios de infraestructura para el transporte de la soja y el maíz producidos en Brasil: el escenario Actual, que describe la red actualmente operativa; el escenario 2035, que proyecta una expansión significativa de la capacidad portuaria, manteniendo prácticamente inalterados los volúmenes y las rutas; y el escenario Transoceánica, que, en el horizonte de 2035, incorpora la entrada en operación del Ferrocarril Transoceánico, con el corredor ferroviario FICO-FIOL-Acre y el transporte a través del puerto peruano de Chancay. Los tres escenarios se evalúan a partir de los mismos dos indicadores centrales: la distancia promedio ponderada recorrida por tonelada y el costo promedio ponderado de transporte por tonelada hasta el destino.

En el escenario Actual, la soja recorre en promedio 15.734,86 km a un costo de R\$ 908,93 por tonelada, mientras que el maíz recorre 12.143,34 km a R\$ 757,79 por tonelada. Santos domina el transporte de ambos productos, con el 39,7 % de la soja y el 52,5 % del maíz, mientras que Belém opera bajo una elevada presión, alcanzando el 83,9 % de utilización de su capacidad en el pico de la soja y el 93,7 % en el pico del maíz. Rio Grande llega al 92,8 % de utilización en el pico de la soja, y Salvador alcanza el 100 % en determinados meses. En esta versión de la red no se identifica ningún corredor internacional alternativo. Este escenario constituye el punto de partida con respecto al cual se evalúan los dos escenarios siguientes.

El escenario 2035 no produce ninguna mejora mensurable en distancia o costo: la soja presenta una reducción de apenas 10,99 km (−0,07 %) y de R\$ 0,33/t (−0,04 %), mientras que el maíz disminuye 33,91 km (−0,28 %) y R\$ 0,47/t (−0,06 %). Estas variaciones se encuentran completamente dentro del margen de fluctuación de los datos de enrutamiento y no representan ganancias reales de eficiencia

logística. Lo que cambia de manera significativa en este escenario es la capacidad portuaria instalada. Todos los terminales se proyectan con una capacidad de 15.000 mil toneladas por mes, un nivel muy superior al actual, lo que reduce las tasas de utilización a niveles cómodos en toda la red. Belém, que actualmente alcanza el 93,7 % en el pico del maíz, descendería al 16,6 %. Por lo tanto, el escenario 2035 no resuelve el problema de distancia o costo, sino el problema de saturación portuaria mediante inversiones en capacidad.

El escenario Transoceánica ofrece el único resultado estructuralmente diferente del conjunto. La soja reduce su distancia en 174,45 km (-1,11 %) y su costo en R\$ 2,60/t (-0,29 %) con respecto al escenario Actual, mientras que el maíz reduce 226,66 km (-1,87 %) y R\$ 2,76/t (-0,36 %). Más relevante que la variación de los indicadores promedio es la reconfiguración de la distribución de los flujos. La participación de Santos cae del 39,7 % al 31,9 % para la soja (-7,8 puntos porcentuales) y del 52,5 % al 44,4 % para el maíz (-8,1 puntos porcentuales), al mismo tiempo que Chancay, el nuevo terminal peruano del Pacífico, absorbe el 8,2 % de la soja y el 10,9 % del maíz. Belém mantiene una trayectoria de alivio similar a la del escenario 2035, como resultado de la misma expansión de capacidad proyectada. El costo por tonelada en Chancay es elevado: R\$ 1.393/t para la soja y R\$ 1.398/t para el maíz, lo que indica que el corredor ferroviario genera ventajas en la distancia total, pero no en el costo puntual de embarque. Su plena viabilidad depende de ganancias de escala y de una negociación tarifaria que aún no está resuelta. La principal condición del escenario Transoceánica es la construcción de un ferrocarril que todavía no está operativo, por lo que todo el análisis está condicionado a decisiones de inversión de largo plazo.

El escenario Actual como línea de base

En el escenario Actual, la red logística de granos de Brasil opera sobre una infraestructura consolidada en el Centro-Sur y en expansión en el Arco Norte. La soja, con 142 millones de toneladas producidas, de las cuales 103 millones (72%) pasan por puerto, recorre distancias significativamente mayores que el maíz, ya que una parte importante de su producción se origina en el interior profundo del Centro-Oeste y en el sur de Pará, conectados con los puertos del Arco Norte mediante largas rutas por carretera y, en parte, sin una alternativa ferroviaria. El

maíz, cosechado como segunda cosecha en el segundo semestre, se beneficia de una ventana de embarque en la que los puertos del Arco Norte operan con mayor holgura relativa, reduciendo tanto la distancia media como el costo por tonelada.

Santos es el principal terminal, concentrando el 39,7% de la soja, a un costo de R\$ 577/t, y el 52,5% del maíz, a R\$ 631/t, con una utilización máxima del 81,3% y 78,9%, respectivamente, dentro de niveles aceptables dada la capacidad del terminal. La presión se concentra en los terminales de menor tamaño. Belém alcanza el 83,9% de utilización en el pico de la soja y el 93,7% en el pico del maíz, lo que sitúa al puerto de forma permanente en la zona de riesgo operativo. Rio Grande llega al 92,8% de utilización en la soja. Salvador alcanza el 100% en determinados meses, aunque con un volumen absoluto pequeño. La ausencia de corredores internacionales identificados significa que toda la presión es absorbida por la red doméstica, sin válvulas de escape externas.

Este punto de partida define el doble problema que los escenarios siguientes buscan resolver: la saturación de terminales clave y la elevada distancia media por tonelada, con efectos directos sobre el costo y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Comparación de los Escenarios con el Actual

Escenario 2035 — Expansión de la capacidad portuaria sin modificación de las rutas

El escenario 2035 representa la misma infraestructura de rutas del escenario Actual proyectada para un horizonte de diez años, con una ampliación sustancial de la capacidad portuaria. Los volúmenes transportados permanecen idénticos (142 millones de toneladas de soja y 87 millones de toneladas de maíz) y las mismas carreteras y corredores continúan atendiendo la producción. El resultado sobre los indicadores de eficiencia es, en la práctica, la ausencia de resultados. La distancia media de la soja se reduce de 15.734,86 km a 15.723,87 km, una diferencia de apenas 10,99 km, o -0,07%. El costo medio de la soja pasa de R\$ 908,93/t a R\$ 908,60/t, una variación de apenas R\$ 0,33/t (-0,04%). Para el maíz, la reducción es ligeramente mayor en términos relativos, 33,91 km (-0,28%) y R\$ 0,47/t (-0,06%), pero igualmente insignificante desde el punto de vista operativo.

Estas variaciones no representan ninguna mejora mensurable. Las cifras del orden del 0,1% se encuentran dentro del margen de fluctuación natural de los modelos de enrutamiento y no deben interpretarse como ganancias reales de eficiencia. En términos directos, el escenario 2035, en lo que respecta a la distancia y al costo medio, no cambia nada en relación con el escenario Actual.

El impacto real del escenario 2035 se concentra exclusivamente en la infraestructura portuaria. La proyección eleva la capacidad instalada de todas las terminales a 15.000 mil toneladas mensuales, un nivel muy superior al actual en todos los casos. Santos, que actualmente cuenta con una capacidad de 7.137 mil t/mes, pasaría a 15.000 mil t/mes. Belém, actualmente con 2.928 mil t/mes, también alcanzaría 15.000 mil t/mes. El efecto inmediato sobre las tasas de utilización es drástico: Belém, que actualmente alcanza el 83,9% en el pico de la soja y el 93,7% en el pico del maíz, pasaría al 15,2% y 16,6%, respectivamente. La saturación que actualmente caracteriza a las terminales del Arco Norte desaparece por completo, no porque el flujo haya sido redistribuido, sino porque la capacidad se ha multiplicado.

El escenario 2035 también registra una expansión de la red de puertos mapeados. La soja pasa de 14 a 19 terminales identificadas, mientras que el maíz pasa de una situación sin información disponible a 27 terminales mapeadas. Aparecen por primera vez corredores huérfanos: un corredor uruguayo con aproximadamente 45 mil toneladas de soja y el puerto de Cartagena (Colombia) para el maíz, con una participación del 1,8%. Estos corredores confirman que la red logística continental es más densa de lo que capturan los datos oficiales y que el crecimiento de los flujos por rutas alternativas ya se manifiesta, aunque todavía a una escala incipiente. Sin embargo, sus volúmenes siguen siendo marginales para alterar los indicadores sistémicos.

En síntesis, el escenario 2035 no ofrece alivio en términos de distancia o costo. Su principal contribución está en la expansión de la capacidad portuaria que, de concretarse, eliminaría el riesgo de saturación en las terminales críticas de la red, especialmente Belém y Rio Grande, actualmente los dos puntos más presionados. Se trata, por lo tanto, de un escenario de resiliencia, no de eficiencia.

Escenario Transoceánica, Ferrocarril FICO-FIOL-Acre-Chancay sobre la base 2035

El escenario Transoceánica parte de la misma infraestructura ampliada del escenario 2035 y añade la entrada en operación del Ferrocarril Transoceánico, el corredor ferroviario que integra la FICO (Ferrocarril de Integración Centro-Oeste), la FIOL (Ferrocarril de Integración Oeste-Este), el tramo de Acre y la terminal peruana de Chancay, en el Pacífico. Es el único de los tres escenarios analizados que produce una alteración estructural en las rutas y en los indicadores de eficiencia.

Para la soja, la distancia media ponderada se reduce de 15.734,86 km a 15.560,41 km, una disminución de 174,45 km, o -1,11% con respecto al escenario Actual. El costo medio pasa de R\$ 908,93/t a R\$ 906,33/t, una reducción de R\$ 2,60/t (-0,29%). Para el maíz, la mejora es aún más significativa: la distancia se reduce en 226,66 km (-1,87%) y el costo disminuye R\$ 2,76/t (-0,36%). Aunque las variaciones porcentuales puedan parecer modestas de forma aislada, representan el único movimiento real por encima del ruido estadístico observado en los siete escenarios anteriores y en los tres escenarios de este análisis. Todo aumento medible de eficiencia en distancia y costo dentro de este conjunto de estudios proviene exclusivamente del escenario Transoceánica.

El cambio más significativo no se encuentra en los indicadores medios, sino en la redistribución del flujo entre los puertos. La participación de Santos cae de 39,7% a 31,9% en la soja, una reducción de 7,8 puntos porcentuales, y de 52,5% a 44,4% en el maíz, una disminución de 8,1 puntos porcentuales. En términos de volumen absoluto, Santos deja de procesar aproximadamente 8,1 millones de toneladas de soja y 4,7 millones de toneladas de maíz con respecto al escenario Actual. Este flujo se desplaza hacia Chancay, que aparece por primera vez en la red como puerto de destino, absorbiendo 8,5 Mt de soja (8,2%) y 6,4 Mt de maíz (10,9%). La dependencia estructural de Santos, que actualmente concentra por sí solo casi el 40% de la soja y el 52% del maíz, se reduciría de manera significativa.

Belém sigue la trayectoria de alivio observada en el escenario 2035: su participación cae de 16,3% a 14,8% en la soja y de 25,6% a 19,9% en el maíz, mientras que las tasas máximas de utilización se reducen a 14,3% y 14,2%, respectivamente.

Esta mejora, sin embargo, es atribuible principalmente a la ampliación de la capacidad compartida con el escenario 2035, y no a la ruta ferroviaria en sí.

Un elemento que requiere atención es el costo de embarque en Chancay: R\$ 1.393/t para la soja y R\$ 1.398/t para el maíz, valores muy superiores a los registrados en Santos (R\$ 663/t y R\$ 717/t en el escenario Transoceánica). El ferrocarril reduce la distancia total recorrida, pero el costo portuario en Chancay sigue siendo elevado, lo que sugiere que las economías de escala y la madurez operativa de la terminal serán determinantes para la viabilidad económica del corredor a largo plazo. El saldo neto actual se traduce en una reducción del costo medio, pero con un margen estrecho: cualquier deterioro de las tarifas portuarias de Chancay o aumento de los costos de operación ferroviaria podría revertir este resultado.

La condición fundamental del escenario Transoceánica es la construcción de un ferrocarril que todavía no existe. El corredor FICO-FIOL-Acre implica cientos de kilómetros de nueva infraestructura en territorios con importantes desafíos geográficos, ambientales y logísticos, además del tramo internacional hasta Chancay. El escenario demuestra que, una vez implementado, el corredor produce ganancias reales y medibles de eficiencia y redistribución de carga. Sin embargo, la distancia entre la proyección y la realidad se mide en décadas de obras, en volúmenes de inversión pública y privada y en decisiones regulatorias que trascienden los límites de este análisis.

Análisis Integrado

Los tres escenarios de este análisis, considerados en conjunto, describen dos movimientos distintos y complementarios de la política logística para granos en Brasil. El primero es un movimiento de resiliencia: el escenario 2035 apuesta por una expansión masiva de la capacidad portuaria como solución a la saturación de las terminales, sin modificar las rutas ni reducir la distancia media recorrida. El segundo es un movimiento de eficiencia: el escenario Transoceánica apuesta por la apertura de un nuevo corredor de transporte hacia el Pacífico como forma de redistribuir los flujos, acortar las distancias y reducir la dependencia de Santos.

Ambos movimientos no son excluyentes: el escenario Transoceánica incorpora la expansión de capacidad del escenario 2035 y añade el corredor ferroviario. Sin embargo, sus horizontes de implementación son radicalmente diferentes. La expansión portuaria, aunque costosa, es técnicamente más sencilla y políticamente más viable que la construcción de miles de kilómetros de ferrocarril a través de biomas sensibles. La ganancia de eficiencia de la Transoceánica es real, pero condicionada; la ganancia de resiliencia del escenario 2035 es más predecible y menos dependiente de decisiones de terceros países.

Desde el punto de vista del costo medio ponderado, el indicador más directamente relacionado con la competitividad de la soja y el maíz brasileños en el mercado internacional, solo el escenario Transoceánica produce una variación por encima del ruido estadístico. La soja obtiene una reducción de R\$ 2,60/t (−0,29%) y el maíz de R\$ 2,76/t (−0,36%) con respecto al escenario Actual. A escala nacional, aplicada al volumen de 103 millones de toneladas de soja que pasan por puerto, la reducción de R\$ 2,60/t representa un ahorro potencial del orden de R\$ 268 millones al año. Para el maíz, las 58 millones de toneladas transportadas por puerto multiplicadas por R\$ 2,76/t resultan en aproximadamente R\$ 160 millones anuales. Son valores expresivos en términos absolutos, pero todavía modestos frente al costo de construcción del corredor ferroviario.

El corredor de Chancay, al concentrar el 8,2% de la soja y el 10,9% del maíz, emerge como el tercer mayor destino del maíz y el quinto de la soja en el escenario Transoceánica. Esta redistribución constituye la principal contribución del escenario: alivia estructuralmente a Santos, a diferencia del alivio derivado del aumento de capacidad que promueve el escenario 2035, y abre una nueva ruta de acceso al mercado asiático que puede adquirir una importancia creciente a medida que China y otros importadores del Pacífico amplíen su participación en el comercio mundial de granos.

El corredor uruguayo, que aparece con aproximadamente 45 mil toneladas de soja en los escenarios 2035 y Transoceánica, y el puerto de Cartagena (CO), con el 1,8% del maíz en ambos escenarios, representan una dimensión diferente del análisis: no son proyecciones de infraestructura planificada, sino registros de flujos que ya existen o que emergen naturalmente al margen de los datos oficiales. Su volumen

todavía es marginal, pero su presencia en dos escenarios distintos sugiere que la red logística continental crece orgánicamente en direcciones que los modelos formales aún no capturan plenamente.

Conclusión

El análisis de los tres escenarios —Actual, 2035 y Transoceánica— confirma una conclusión directa: no existe un camino de corto plazo para reducir de manera significativa la distancia media recorrida ni el costo medio de transporte por tonelada en el transporte de granos de Brasil. El escenario 2035, a pesar de proyectar una expansión radical de la capacidad portuaria, no modifica las rutas ni los indicadores de eficiencia en una magnitud relevante. Su contribución real es eliminar el riesgo de saturación de las terminales críticas, especialmente Belém, actualmente el punto más vulnerable de la red. Sin embargo, este beneficio requiere inversiones portuarias de gran escala, sin generar un impacto significativo en el costo del transporte por tonelada.

El escenario Transoceánica es el único que produce una mejora medible y estructuralmente diferente con respecto al escenario Actual. La reducción de 174 km en la distancia media de la soja (–1,11%) y de 226 km en la distancia del maíz (–1,87%), combinada con la reducción de R\$ 2,60/t y R\$ 2,76/t en los respectivos costos, representa un avance real, aunque modesto en términos porcentuales. Más importante que los indicadores medios es la redistribución del flujo. La participación de Santos cae en casi 8 puntos porcentuales tanto en la soja como en el maíz, mientras que Chancay emerge como el quinto puerto de la soja y el tercero del maíz, creando una alternativa de transporte hacia el Pacífico con un potencial de crecimiento relevante a mediano y largo plazo.

El horizonte de decisión, sin embargo, constituye el principal obstáculo. El escenario 2035 depende de inversiones en capacidad portuaria que, aunque complejas, están dentro del alcance de decisiones de mediano plazo. El escenario Transoceánica depende de la construcción de un ferrocarril que atraviesa territorios ambientalmente sensibles, involucra a múltiples países y requiere décadas de obras y miles de millones en inversiones. La recomendación que surge de este análisis es, por lo tanto, doble: invertir en capacidad portuaria a corto y mediano plazo para eliminar los cuellos de botella identificados en el escenario

Actual, especialmente en Belém y Rio Grande; y mantener la planificación del corredor Transoceánica en el horizonte de largo plazo como la única palanca estructural identificada hasta ahora capaz de reducir de manera significativa la distancia y el costo del transporte de granos de Brasil.

Panel comparativo consolidado: 3 escenarios (base 2035) × indicadores clave

Tabla 51 — Cuadro comparativo consolidado: 3 escenarios (base 2035) × indicadores clave

INDICADOR			
PANORAMA GENERAL, DISTANCIA Y COSTO MEDIO PONDERADO	Actual	2035	Transoceánica
Dist. media, Soja (km)	15.734,86	15.723,87	15.560,41
Dist. media, Maíz(km)	12.143,34	12.109,43	11.916,68
Variación dist. soja vs. Actual	—	-11 km (-0.07%)	-174 km (-1.11%)
Variación dist. Maíz vs. Actual	—	-34 km (-0.28%)	-227 km (-1.87%)
Costo medio, Soja (R\$/t)	908,93	908,60	906,33
Costo medio, Maíz(R\$/t)	757,79	757,32	755,03
Variación costo soja vs. Actual	—	R\$ -0.33/t (-0.04%)	R\$ -2.60/t (-0.29%)
Variación costo maíz vs. Actual	—	R\$ -0.47/t (-0.06%)	R\$ -2.76/t (-0.36%)
Nº puertos, Soja	14	19	20
Nº puertos, Maíz	N/D	27	28
PUERTO DE SANTOS			
Participación, Soja	39,7%	39,1%	31,9%
Costo medio, Soja (R\$/t)	577	683	663
Util. máxima, Soja	81,3%	—	—
Participación, Maíz	52,5%	51,3%	44,4%
Costo medio, Maíz (R\$/t)	631	730	717
Util. máxima, Maíz	78,9%	—	—
PUERTO DE BELÉM (ARCO NORTE)			
Participación, Soja	16,3%	15,7%	14,8%
Util. máxima, Soja	83,9%	15,2%	14,3%
Participación, Maíz	25,6%	23,3%	19,9%
Util. máxima, Maíz	93,7%	16,6%	14,2%

INDICADOR	Actual	2035	Transoceánica
PANORAMA GENERAL, DISTANCIA Y COSTO MEDIO PONDERADO			
PUERTO DE CHANCAY (PE), NUEVO EN EL ESCENARIO TRANSOCEÁNICA			
Participación, Soja	—	—	8,2%
Costo medio, Soja (R\$/t)	—	—	1.393
Util. máxima, Soja	—	—	8,0%
Participación, Maíz	—	—	10,9%
Costo medio, Maíz (R\$/t)	—	—	1.398
Util. máxima, Maíz	—	—	7,8%
INFRAESTRUCTURA PORTUARIA, CAPACIDAD			
Cap. instalada, Santos (mil t/mes)	7.137	15.000	15.000
Cap. instalada, Belém (mil t/mes)	2.928	15.000	15.000
Cap. instalada, Rio Grande (mil t/mes)	2.456	15.000	15.000
Cap. instalada, Paranaguá (mil t/mes)	2.843	15.000	15.000
CORREDORES HUÉRFANOS			
Corredor, Soja	Nenhum	Uruguay ~45 mil t	Uruguay ~45 mil t
Corredor, Maíz	Nenhum	Cartagena (CO) Antofagasta	Cartagena (CO) Antofagasta Chancay activo

En los escenarios 2035 y Transoceánica, todos los puertos fueron proyectados con una capacidad de 15.000 mil t/mes, lo que hace que las tasas de utilización porcentual sean comparables con el escenario Actual únicamente en términos de volumen absoluto, y no de presión relativa.

Conclusión

Lo que la comparación revela de manera definitiva

El análisis de los ocho escenarios, con el escenario Actual como línea de base, revela una conclusión que resulta incómoda, pero necesaria. Ninguna de las

alternativas propuestas dentro de la infraestructura actual logra reducir de manera significativa el costo o la distancia media de transporte. Seis de los siete escenarios alternativos presentan variaciones inferiores al 0,5% en el costo de la soja y al 0,4% en el costo del maíz. El escenario Rondon, el mejor para el maíz, alcanza una reducción del 1% en el costo, un resultado real, pero operacionalmente limitado, ya que requiere que Belém opere permanentemente al 100% de su capacidad.

Esto significa que el problema logístico brasileño —distancias largas, costos elevados y dependencia del transporte por carretera— no tiene solución dentro de la configuración actual de infraestructura. La red ha alcanzado un punto en el que los ajustes de enrutamiento ya no generan ganancias adicionales de eficiencia. El próximo salto de eficiencia requiere nueva infraestructura.

Lo que funciona y dónde invertir

La expansión de la capacidad de Belém es la inversión con retorno más inmediato y seguro disponible en la red actual. En todos los escenarios, Belém opera entre el 83,9% y el 100% de su capacidad durante los picos. Cualquier crecimiento de las cosechas de soja y maíz en los próximos años —y las proyecciones apuntan a un crecimiento sostenido— se traducirá en una congestión crónica en el Arco Norte antes que en cualquier otro corredor. Ampliar la capacidad de Belém y, simultáneamente, activar São Luís como terminal complementaria del Arco Norte representaría el alivio más eficaz para la red actual, sin requerir nueva infraestructura de transporte terrestre.

El Ferrocarril Transoceánico es el único escenario que justifica una planificación estructural de largo plazo. Sus ganancias del 23% en distancia y del 17% en costo para la soja son únicas en la serie y tienen una magnitud suficiente para alterar la competitividad del producto brasileño en los mercados asiáticos. La planificación de la capacidad de los puertos peruanos, especialmente Chancay, que alcanza el 100% de ocupación ya con los volúmenes actuales, debe comenzar antes de la conclusión del ferrocarril. Un ferrocarril que llega a puertos saturados no resuelve el problema: simplemente transfiere el cuello de botella de tierra al mar.

El corredor uruguayo de la soja debe incorporarse al sistema oficial de monitoreo. Cinco identificaciones consecutivas con el mismo trazado y volumen constituyen una evidencia sólida de una ruta real. Formalizar este corredor no crea nueva infraestructura, pero permite una planificación más precisa para los productores y operadores de la mitad sur de Rio Grande do Sul.

Por último, los corredores a través de Bolivia y la Guayana Francesa merecen un monitoreo ambiental prioritario antes de considerar cualquier expansión. Ambos atraviesan áreas ecológicamente sensibles, como la selva amazónica, territorios indígenas y zonas de transición del Cerrado, donde la apertura de infraestructura logística, sin las salvaguardas adecuadas, históricamente ha acelerado la deforestación. La oportunidad económica que representan estos corredores es real, pero está condicionada a una gobernanza ambiental que, hasta el momento, no está establecida.

8.3 Consolidación comparativa, todos los proyectos implementados

Logística Continental de Soja y Maíz, Escenarios Actual, Todos los Proyectos 2035 y Transoceánica + Todos 2035

Análisis comparativo de tres escenarios de infraestructura logística para el transporte de soja y maíz. El escenario Actual (Escenario 1) describe la infraestructura actualmente operativa y sirve como línea de base. El escenario Todos 2035 (Escenario 8) proyecta la implementación de todos los proyectos de infraestructura previstos, excepto el Ferrocarril Transoceánico, con horizonte de 2035. El escenario Transoceánica + Todos 2035 (Escenario 10) añade al Escenario 8 la entrada en operación del Ferrocarril Transoceánico (FICO-FIOL-Acre-Chancay), evaluando el efecto marginal de este corredor ferroviario sobre la distancia, el costo y la distribución de los flujos.

Resumen Ejecutivo

Este informe compara tres escenarios de infraestructura logística para el transporte de granos en Brasil: el escenario Actual, que representa la red actualmente operativa y funciona como línea de base; el escenario Todos 2035, que proyecta la implementación integral de todos los proyectos de infraestructura en cartera, con excepción del Ferrocarril Transoceánico; y el escenario Transoceánica + Todos

2035, que añade la entrada en operación del corredor ferroviario FICO-FIOL-Acre, con desembarque en el puerto peruano de Chancay. Los tres escenarios se evalúan mediante los mismos dos indicadores principales: la distancia media ponderada recorrida por tonelada y el costo medio ponderado de transporte hasta el destino de exportación.

En el escenario Actual, la soja recorre en promedio 15.734,86 km, con un costo de R\$ 908,93 por tonelada, mientras que el maíz recorre 12.143,34 km, con un costo de R\$ 757,79 por tonelada. Santos concentra el 39,7% del transporte de soja y el 52,5% del de maíz. Belém opera bajo una presión crítica, alcanzando el 83,9% de su capacidad en el pico de la soja y el 93,7% en el pico del maíz. Rio Grande llega al 92,8% durante la cosecha de soja. En este escenario no se identifica formalmente ningún corredor logístico internacional alternativo. Este panorama define el problema central: concentración excesiva en Santos, saturación de terminales del Arco Norte y ausencia de rutas alternativas de transporte.

El escenario Todos 2035 produce las primeras ganancias reales de eficiencia en esta comparación. La distancia media de la soja disminuye 18,34 km (−0,12%) y el costo cae R\$ 1,88/t (−0,21%). Para el maíz, la mejora es más significativa: la distancia se reduce 39,82 km (−0,33%) y el costo R\$ 4,47/t (−0,59%). La reducción del costo del maíz, en particular, supera el ruido estadístico y refleja los efectos combinados de los diversos proyectos de infraestructura incluidos en este escenario —ferrocarriles, vías navegables y nuevas terminales previstas para 2035—, con excepción de la Transoceánica. La expansión de las capacidades portuarias a 15.000 mil toneladas por mes reduce las tasas de utilización en toda la red, y Belém pasa del 93,7% al 16,0% en el pico del maíz, eliminando el principal riesgo operacional de la red. Aparecen corredores huérfanos: un eje hacia Uruguay con aproximadamente 45 mil toneladas de soja y el puerto de Cartagena (Colombia), con el 1,8% del maíz.

El escenario Transoceánica + Todos 2035 presenta la mayor ganancia de eficiencia del conjunto, pero con una particularidad importante respecto de análisis anteriores. El Ferrocarril Transoceánico, en este escenario, absorbe flujos de maíz, equivalentes al 4,6% del total transportado por puerto, pero no aparece como destino relevante para la soja. La distancia media de la soja disminuye 78,55 km (−

0,50%) y el costo cae R\$ 3,28/t (−0,36%). Para el maíz, la reducción es de 133,10 km (−1,10%) y R\$ 5,30/t (−0,70%). La participación de Santos cae 1,0 punto porcentual en la soja y 0,9 puntos en el maíz, una redistribución modesta, pero consistente. Belém profundiza el alivio: la utilización máxima de la soja baja al 13,3% y la del maíz al 13,5%. El costo de embarque en Chancay para el maíz es de R\$ 1.385/t, muy por encima del promedio de la red, lo que indica que el corredor todavía no ha alcanzado la madurez económica suficiente para reducir de manera más intensa el costo medio.

El escenario Actual como línea de base

En el escenario Actual, la logística de granos opera sobre una infraestructura centrada en el eje vial del Centro-Sur, mientras que el Arco Norte aún se encuentra en expansión. La soja, con 142 millones de toneladas producidas, de las cuales 103 millones (72%) pasan por alguno de los 14 puertos mapeados, recorre distancias medias significativamente superiores a las del maíz. Esto se debe a que sus zonas de origen incluyen el interior profundo de Mato Grosso y Pará, regiones atendidas por carreteras de larga distancia y con pocas alternativas ferroviarias o fluviales. El maíz, cosechado como segunda cosecha durante el segundo semestre, encuentra una ventana de embarque con menor competencia en las terminales del Arco Norte, lo que explica sus menores distancias y costos medios.

Santos es el nodo central del sistema: por sí solo concentra el 39,7% de la soja, con un costo de R\$ 577/t, y el 52,5% del maíz, con un costo de R\$ 631/t, con una utilización máxima del 81,3% y 78,9%, respectivamente. A pesar de su tamaño, Santos todavía opera con margen de capacidad. La presión se concentra en las terminales más pequeñas. Belém alcanza el 83,9% de utilización en el pico de la soja y el 93,7% en el pico del maíz, operando de manera permanente en la zona crítica. Rio Grande llega al 92,8% en la soja. Salvador, con un volumen absoluto pequeño, alcanza el 100% en meses específicos. En este escenario no se identifica formalmente ningún corredor internacional; toda la presión es absorbida por la red doméstica.

Este diagnóstico establece las tres métricas de interés para la evaluación de los escenarios alternativos:

1. Reducción de la distancia y del costo medio ponderados por tonelada;
2. Desconcentración del flujo con respecto a Santos;

3. Alivio de las terminales críticas, especialmente Belém y Rio Grande.

Comparación de los escenarios con el Actual

Todos los proyectos implementados 2035

El escenario representa el horizonte más ambicioso de infraestructura sin el Ferrocarril Transoceánico: se considera que todos los proyectos ferroviarios, hidroviarios y portuarios previstos para 2035 han sido implementados, manteniendo la demanda en los mismos volúmenes del escenario Actual. A diferencia de lo observado en análisis anteriores que proyectaban únicamente la expansión portuaria, este escenario incorpora múltiples vectores de mejora de la red, lo que se traduce en ganancias de eficiencia más perceptibles en los indicadores promedio.

Para la soja, la distancia media se reduce de 15.734,86 km a 15.716,52 km, una reducción de 18,34 km, o $-0,12\%$ respecto del Actual. El costo medio baja de R\$ 908,93/t a R\$ 907,05/t, una variación de $-R\$ 1,88/t$ ($-0,21\%$). Aunque la variación porcentual sigue siendo pequeña, ya supera el ruido puro de los datos, lo que indica que la implementación de nuevos tramos ferroviarios e hidroviarios comienza a acortar las rutas más largas desde el interior. Para el maíz, el efecto es más pronunciado: la distancia se reduce 39,82 km ($-0,33\%$) y el costo disminuye R\$ 4,47/t ($-0,59\%$). El ahorro de R\$ 4,47 por tonelada de maíz, aplicado al volumen de 58 millones de toneladas transportadas por puerto, representa un potencial de R\$ 259 millones al año, valor que comienza a adquirir una relevancia económica concreta.

La participación de Santos en la soja, sorprendentemente, aumenta ligeramente de 39,7% a 40,1% (+0,4 puntos porcentuales). Esto indica que los proyectos que benefician a la soja tienen el efecto de consolidar aún más la ruta hacia Santos, probablemente debido a mejoras viales o ferroviarias que reducen el costo relativo de las rutas ya dominantes en el Centro-Sur, en lugar de redistribuir el flujo hacia otros terminales. Para el maíz, la participación de Santos permanece prácticamente sin cambios, en 52,4% ($-0,1$ pp). Por lo tanto, el escenario no resuelve la concentración en Santos: la mantiene o incluso la refuerza ligeramente para la soja.

Donde el escenario produce un impacto inequívoco es en las tasas de utilización portuaria. Con todos los terminales proyectados con una capacidad instalada de 15.000 mil toneladas por mes, el riesgo de saturación desaparece de la red. Belém, que actualmente opera al 83,9% en el pico de la soja y al 93,7% en el pico del maíz, pasaría a 14,2% y 16,0%, respectivamente, lo que representa una inversión completa del escenario de presión. Rio Grande, actualmente al 92,8% en el pico de la soja, también se situaría dentro de márgenes operativos cómodos. La eliminación de los cuellos de botella de capacidad es la principal contribución del Escenario 8, y se produce independientemente de cualquier nuevo ferrocarril transoceánico.

En este escenario surgen dos nuevos corredores: el eje uruguayo, con aproximadamente 45 mil toneladas de soja, y el puerto de Cartagena (Colombia), con el 1,8% del maíz transportado. Ambos representan volúmenes todavía marginales, pero su presencia entre los 19 puertos mapeados para la soja (frente a 14 en el Actual) y los 27 para el maíz apunta hacia una red logística continental más densa y diversificada en 2035. En síntesis, este escenario representa un escenario de mayor resiliencia con eficiencia incremental, pues no resuelve estructuralmente el problema de las distancias ni la dependencia de Santos, pero elimina los cuellos de botella de capacidad y genera un ahorro real en el costo del maíz.

Transoceánica + Todos los proyectos 2035

Este escenario añade al anterior la operación plena del Ferrocarril Transoceánico, con el corredor FICO-FIOL-Acre y desembarque en el puerto de Chancay, en Perú. Es el escenario de mayor alcance de infraestructura analizado y, por ello, el que presenta las mayores ganancias de eficiencia en distancia y costo en relación con el Actual.

Para la soja, la distancia media disminuye de 15.734,86 km a 15.656,31 km, una reducción de 78,55 km, o -0,50% respecto del Actual. El costo medio cae R\$ 3,28/t (-0,36%), de R\$ 908,93/t a R\$ 905,65/t. Para el maíz, los resultados son más significativos: la distancia disminuye 133,10 km (-1,10%) y el costo cae R\$ 5,30/t (-0,70%), de R\$ 757,79/t a R\$ 752,49/t. A escala, el ahorro de R\$ 5,30/t en el maíz sobre 58 millones de toneladas representa un potencial de R\$ 307 millones al año; el de R\$ 3,28/t en la soja sobre 103 millones de toneladas representa R\$ 338 millones anuales adicionales. Son los mayores valores de este análisis.

Un dato destacado de este escenario es la asimetría entre soja y maíz en el uso del corredor de Chancay. A diferencia de proyecciones anteriores, el puerto peruano aparece en este modelo únicamente en la red del maíz, absorbiendo el 4,6% del volumen total transportado, sin registrar una participación relevante en la soja. Esto indica que las rutas de soja con origen en las regiones productoras brasileñas no encuentran en el corredor Transoceánico una ventaja suficientemente clara como para desviarse de las rutas tradicionales hacia los puertos del Atlántico. La soja continúa siendo transportada principalmente por Santos (38,7%), Rio Grande (15,6%), Belém (13,7%), Paranaguá (12,4%) y Salvador (6,7%), con una distribución prácticamente idéntica a la del Escenario 8. La ganancia de distancia y costo de la soja en el Escenario 10 respecto del 8 proviene, probablemente, de mejoras en la red doméstica y de ajustes de enrutamiento, y no de una migración significativa hacia Chancay.

Para el maíz, la situación es diferente. El 4,6% que se dirige a Chancay —equivalente a aproximadamente 2,7 millones de toneladas— proviene principalmente de Belém y Santos. Belém disminuye del 22,5% al 18,9%, mientras que Santos cae del 52,4% al 51,6%. Esta redistribución es coherente con la geografía en la que las regiones productoras de Acre, Rondônia y el sur de Amazonas tienen, en este escenario, acceso al ferrocarril hacia Chancay, con un costo total potencialmente competitivo para el maíz, cuyas zonas de origen más cercanas al tramo de Acre hacen que el recorrido ferroviario sea relativamente más corto que para la soja producida en Mato Grosso, más distante.

El costo de embarque en Chancay es de R\$ 1.385/t para el maíz, muy superior al costo medio de la red, lo que evidencia que el corredor Transoceánico todavía no es económicamente eficiente por tonelada embarcada. La lógica de viabilidad reside en la menor distancia total hasta el mercado asiático, que puede compensar el mayor costo portuario. Esta ecuación, sin embargo, depende de las tarifas del transporte marítimo transpacífico, de negociaciones de largo plazo y de la madurez operacional del terminal peruano, variables que están fuera del alcance de este modelo.

El alivio de Belém se profundiza, ya que la utilización máxima disminuye del 14,2% al 13,3% en la soja y del 16,0% al 13,5% en el maíz. Esta mejora adicional es modesta en

términos absolutos, pues el principal alivio ya había sido proporcionado por el escenario de expansión de capacidad. La contribución específica de este escenario es la redistribución del flujo de maíz hacia el Pacífico, que reduce marginalmente la presión sobre el Arco Norte. En síntesis, el escenario presenta las mayores ganancias de eficiencia de este análisis —la mayor reducción de distancia y costo para ambos productos—, pero con ganancias más intensas para el maíz que para la soja, y con el Ferrocarril Transoceánico operando principalmente como corredor de maíz, y no de soja, en este modelo.

Análisis Integrado

Los tres escenarios de este análisis describen una trayectoria coherente de evolución de la infraestructura logística de granos en Brasil, en la que cada etapa añade una capa de mejora sobre la anterior. El escenario Actual es el punto de partida: una red eficiente según los estándares históricos, pero con graves cuellos de botella operativos en Belém y Rio Grande, y una dependencia excesiva de Santos. El escenario Todos los Proyectos representa el mejor escenario posible sin el Ferrocarril Transoceánico, ya que elimina los cuellos de botella de capacidad, genera ganancias reales de costo en el maíz ($-\text{R\$ } 4,47/\text{t}$) y amplía la red de puertos, pero no reduce la dependencia de Santos y produce mejoras modestas en la distancia. El escenario Transoceánica + Todos añade la mayor ganancia de eficiencia, especialmente para el maíz, y abre un nuevo eje de transporte hacia el Pacífico a través de Chancay, aunque la soja sigue teniendo una participación reducida en este corredor.

La comparación entre los dos escenarios alternativos revela un resultado importante: el efecto marginal del Ferrocarril Transoceánico, es decir, la ganancia adicional, es más modesto que el efecto del conjunto de proyectos incluidos sobre el Actual. Para la soja, la reducción del costo pasa de $-\text{R\$ } 1,88/\text{t}$ (Todos los proyectos frente al Actual) a $-\text{R\$ } 3,28/\text{t}$ (Transoceánica + Todos frente al Actual), lo que representa una ganancia marginal de $-\text{R\$ } 1,40/\text{t}$ atribuible exclusivamente al ferrocarril. Para el maíz, la ganancia marginal del ferrocarril es de $-\text{R\$ } 0,83/\text{t}$ (de $-\text{R\$ } 4,47/\text{t}$ a $-\text{R\$ } 5,30/\text{t}$). En otras palabras, la mayor parte de la ganancia de eficiencia proyectada para 2035 ya está incorporada en el escenario Todos los

proyectos. El Ferrocarril Transoceánico es un complemento relevante, pero no la principal palanca.

La dimensión del riesgo es igualmente importante. Todos los proyectos dependen de la implementación de proyectos que se encuentran actualmente en diferentes etapas de planificación y ejecución en Brasil, una cartera compleja, pero enteramente dentro del ámbito de las decisiones nacionales y con plazos más definidos. El escenario Transoceánica + Todos añade la construcción de un ferrocarril transoceánico que involucra a múltiples países, décadas de obras, financiamiento de gran escala y negociaciones diplomáticas y regulatorias que están lejos de estar resueltas. El retorno incremental del ferrocarril, R\$ 1,40/t adicionales para la soja y R\$ 0,83/t para el maíz, debe evaluarse a la luz de este nivel de riesgo e incertidumbre.

Por último, la distribución sectorial de las ganancias merece atención estratégica. El maíz es consistentemente el mayor beneficiario en términos relativos en ambos escenarios alternativos: -0,59% de costo en el Escenario 8 y -0,70% en el Escenario 10, frente a -0,21% y -0,36% para la soja. Esto refleja la geografía productiva, en la que las regiones de mayor crecimiento de la producción de maíz (Mato Grosso, Rondônia y Acre) son precisamente las que más se benefician de los nuevos corredores ferroviarios y fluviales hacia el Norte y el Pacífico. La planificación de la infraestructura de largo plazo debe tener en cuenta este perfil diferenciado, priorizando inversiones que alineen el trazado de los nuevos corredores con las regiones de mayor crecimiento de la producción.

Conclusión

El análisis de los tres escenarios permite llegar a tres conclusiones objetivas.

Primera: la implementación de todos los proyectos de infraestructura previstos para 2035, con excepción del Ferrocarril Transoceánico, ya es suficiente para eliminar el riesgo de saturación en las terminales críticas de la red, especialmente Belém, que actualmente opera al límite de su capacidad para el maíz, y para generar un ahorro real en el costo del maíz (-R\$ 4,47/t), con mejoras menores, pero existentes, para la soja (-R\$ 1,88/t). Esta agenda, íntegramente nacional y con plazos de ejecución más definidos, debe tratarse como una prioridad de corto y mediano plazo.

Segunda: el Ferrocarril Transoceánico, combinado con el conjunto de proyectos, genera las mayores mejoras de eficiencia de este análisis: distancia de la soja – 0,50%, costo –0,36%, distancia del maíz –1,10% y costo –0,70% en relación con el escenario Actual. Estas mejoras son reales y económicamente significativas a escala agregada. Sin embargo, en este modelo, el corredor ferroviario opera principalmente como una ruta para el maíz, con el 4,6% del volumen del cereal pasando por Chancay, y no para la soja. La hipótesis de que el Transoceánico transformaría estructuralmente el flujo de soja no se confirma en los datos de este escenario, ya que la soja continúa siendo transportada por las mismas terminales y con participaciones prácticamente iguales.

Tercera: la ganancia marginal del Ferrocarril Transoceánico sobre el conjunto de proyectos, de R\$ 1,40/t de soja y R\$ 0,83/t de maíz, es real, pero modesta en relación con el esfuerzo de construcción requerido. La decisión de avanzar con el ferrocarril debe basarse en un análisis de costo-beneficio de largo plazo que vaya más allá de los indicadores de distancia y costo medio ponderado evaluados aquí, e incluya la valoración estratégica de la diversificación de las rutas de exportación, la captación de la creciente demanda del mercado asiático a través del Pacífico y el potencial de impulsar el desarrollo regional en los estados del arco noroccidental de Brasil.

Panel comparativo consolidado: 3 escenarios (todos los proyectos) × indicadores clave

Tabla 52 — Cuadro comparativo consolidado: 3 escenarios (todos los proyectos) × indicadores clave

INDICADOR	Actual	Todos, 2035 (Escenarios 8)	Transoceánica + Todos (Escenarios 10)
PANORAMA GENERAL, DISTANCIA Y COSTO MEDIO PONDERADO			
Dist. media, Soja (km)	15.734,86	15.716,52	15.656,31
Dist. media, Maíz (km)	12.143,34	12.103,52	12.010,24
Variación dist. soja vs. Actual	—	-18 km (-0.12%)	-79 km (-0.50%)
Variación dist. maíz vs. Actual	—	-40 km (-0.33%)	-133 km (-1.10%)
Costo medio, Soja (R\$/t)	908,93	907,05	905,65
Costo medio, Maíz (R\$/t)	757,79	753,32	752,49

INDICADOR	Actual	Todos, 2035 (Escenarios 8)	Transoceánica + Todos (Escenarios 10)
Variación costo soja vs. Actual	—	R\$ -1.88/t (-0.21%)	R\$ -3.28/t (-0.36%)
Variación costo maíz vs. Actual	—	R\$ -4.47/t (-0.59%)	R\$ -5.30/t (-0.70%)
Nº puertos, Soja	14	19	20
Nº puertos, Maíz	N/D	27	28
PUERTO DE SANTOS			
Participación, Soja	39,7%	40,1% (+0,4 pp)	38,7% (-1,0 pp)
Costo medio, Soja (R\$/t)	577	681	677
Util. máxima, Soja	81,3%	—	—
Participación, Maíz	52,5%	52,4% (-0,1 pp)	51,6% (-0,9 pp)
Costo medio, Maíz (R\$/t)	631	725	716
Util. máxima, Maíz	78,9%	—	—
PUERTO DE BELÉM (ARCO NORTE)			
Participación, Soja	16,3%	14,7%	13,7%
Util. máxima, Soja	83,9%	14,2%	13,3%
Participación, Maíz	25,6%	22,5%	18,9%
Util. máxima, Maíz	93,7%	16,0%	13,5%
PUERTO DE CHANCAY (PE), NUEVO EN EL ESCENARIO 10			
Participación, Soja	—	—	— (não absorve soja)
Participación, Maíz	—	—	4,6%
Costo medio, Maíz (R\$/t)	—	—	1.385
Util. máxima, Maíz	—	—	3,3%
RIO GRANDE Y PARANAGUÁ			
Rio Grande, part. soja	15,6%	15,6%	15,6%
Rio Grande, util. máx. soja	92,8%	—	—
Paranaguá, part. soja	13,0%	12,4%	12,4%
Paranaguá, part. maíz	12,0%	11,2%	11,2%
INFRAESTRUCTURA PORTUARIA, CAPACIDAD INSTALADA			
Santos (mil t/mes)	7.137	15.000	15.000
Belém (mil t/mes)	2.928	15.000	15.000
Rio Grande (mil t/mes)	2.456	15.000	15.000
Paranaguá (mil t/mes)	2.843	15.000	15.000

INDICADOR	Actual	Todos, 2035 (Escenarios 8)	Transoceánica + Todos (Escenarios 10)
CORREDORES HUÉRFANOS			
Corredor, Soja	Nenhum	Uruguay ~45 mil t	Uruguay ~45 mil t
Corredor, Maíz	Nenhum	Cartagena (CO) Antofagasta	Cartagena (CO) Antofagasta Chancay (activo)

9 Limitaciones del Método

Como todo enfoque ex ante, el estudio trabaja con previsiones y escenarios, y no con resultados observados. Las cifras presentadas describen lo que el modelo estima para cada configuración de la red, y no necesariamente lo que se verificaría después de la implementación de las obras. Los escenarios asumen, además, que cada proyecto está íntegramente implementado y operativo, lo que representa una simplificación respecto de los cronogramas reales de construcción y puesta en operación. Cabe recordar, como señala la propia síntesis comparativa, que se trata de un estudio preliminar, aún en curso, que acompaña los cambios en el sistema logístico continental.

Algunas limitaciones se relacionan con los datos. El propio análisis señala que las variaciones inferiores a aproximadamente 0,5% se encuentran dentro del margen de fluctuación natural de los modelos de ruteo y no deben interpretarse como ganancias reales de eficiencia. La identificación de corredores huérfanos, a su vez, señala flujos que merecen seguimiento a medida que avanza la infraestructura regional, pero que aún no están plenamente consolidados.

También existen límites de alcance. El modelo aborda costos logísticos, rutas, distancias y capacidad portuaria, pero no sustituye las evaluaciones ambientales e institucionales discutidas en la fundamentación conceptual. La viabilidad ambiental depende del análisis de los impactos acumulativos de cada corredor (IFC, 2013; DCP, 2022), y la operación efectiva de las rutas bioceánicas presupone cooperación y gobernanza compartida entre los países involucrados (ABREU, 2023; IPEA, 2024), dimensiones que exceden el alcance de la simulación logística. Por ello, los resultados deben interpretarse como uno de los criterios de un análisis

multicriterio más amplio, y no como una decisión aislada (SEREBRISKY et al., 2018; ARGUELHO et al., 2023).

10 Consideraciones Finales

La lectura conjunta de los escenarios muestra que las Rutas de Integración Sudamericana no son, en bloque, viables o inviables: su viabilidad depende del territorio, del producto y de las condiciones de cada tramo. La síntesis comparativa refuerza este punto de manera objetiva: seis de los siete escenarios alternativos no producen una mejora mensurable en distancia o costo con respecto al escenario Actual, y el escenario Rondon reduce modestamente el costo del maíz al precio de saturar por completo el puerto de Belém. El único escenario que genera una ganancia estructural significativa es la Ferrovia Transoceânica, que reduce de manera relevante la distancia y el costo de la soja, pero depende de una infraestructura ferroviaria aún no implementada. Los demás corredores tienen, sobre todo, valor analítico: al revelar rutas alternativas aún no catalogadas, muestran que la red logística continental es más densa y diversificada de lo que capturan los datos oficiales.

Para el agronegocio, por lo tanto, las mayores oportunidades tienden a concentrarse en el Cuadrante Rondon y en la Ruta Bioceánica de Capricornio, especialmente para orígenes próximos a los corredores y cuando exista un transporte ferroviario o hidroviario eficiente, mientras que, para buena parte del país, los puertos del Atlántico deberían seguir siendo más competitivos (BARROS; CARNEIRO, 2024; MPO, 2024). Desde esta perspectiva, la apertura hacia el Pacífico funciona como una alternativa complementaria, y no como un reemplazo automático de la estructura existente. Más que señalar un ganador, el ejercicio de simulación hace que la decisión sea más transparente: al comparar cada proyecto con el escenario de referencia, es posible medir su efecto sobre las rutas, los costos, las distancias y el uso de los puertos antes de comprometer recursos, proporcionando una base más sólida para seleccionar inversiones con criterios múltiples y reducir el riesgo de obras costosas que entreguen menos de lo que prometen (SEREBRISKY et al., 2018; DE RUS, 2021).

11 Referencias

ABREU, Silvana de. Infraestrutura regional e eixos de integração sul-americanos: os desafios da Rota Bioceânica. Campo Grande: Editora UFMS, 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). Corredor Ferroviário Leste-Oeste (FICO-FIOL). Brasília, DF: ANTT, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/ferrovias/novos-projetos-ferroviarios/Corredor%20Leste-Oeste>. Acesso em: 27 ago. 2026.

ALBERTI, Juan; PEREYRA, Andrés. IIRSA South Interoceanic Highway of Peru: a megaproject with express pre-investment. Washington, DC: Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18235/0001181>.

ARGUELHO, Joelma Fernandes; LOUBET, Luciano Furtado; DE EUGENIO, Carmen; BORGE, Pedro Pereira. Necessidade de Avaliação Ambiental Estratégica na Rota Bioceânica em Mato Grosso do Sul. *Interações*, Campo Grande, v. 24, n. 4, e2444167, 2023. DOI: <https://doi.org/10.20435/inter.v24i4.4167>.

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO (BID). IIRSA Estudio de Conectividad Argentina-Chile. Projeto RG-T1230. Washington, DC, 2008. Disponível em: <https://www.iadb.org/es/proyecto/RG-T1230>. Acesso em: 20 ago. 2026.

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO (BID). Plan Maestro Regional de Integración y Desarrollo del Corredor Bioceánico de Capricornio (PM-CBC). Projeto RG-T4399. Washington, DC, 2023. Disponível em: <https://www.iadb.org/es/proyecto/RG-T4399>. Acesso em: 20 ago. 2026.

BARROS, Pedro Silva; CARNEIRO, Helitton Christoffer. Chancay, o Brasil e a América do Sul: considerações sobre o megaporto peruano e a integração da infraestrutura regional. *Boletim de Economia e Política Internacional*, Brasília, DF, n. 40, p. 131-156, set./dez. 2024. DOI: <https://doi.org/10.38116/bepi40art6>.

BARROS, Pedro Silva; PADULA, Raphael; SEVERO, Luciano Wexell; SAMURIO, Sofia Escobar; GONÇALVES, Julia de Souza Borba (org.). Corredor bioceânico de Mato Grosso do Sul ao Pacífico: produção e comércio na rota da integração sul-americana. Campo Grande: UEMS; Brasília, DF: Ipea, 2020. 186 p. ISBN 978-65-89374-07-7. DOI: <https://doi.org/10.38116/978-65-89374-07-7>.

BEAUDRY, F., DEMAYNADIER, P. G., & HUNTER JR, M. L. (2008). Identifying road mortality threat at multiple spatial scales for semi-aquatic turtles. *Biological Conservation*, 141(10), 2550-2563. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.016>

BORDA-DE-ÁGUA, L.; GRILO, C.; PEREIRA, H. M. Modeling the impact of road mortality on barn owl (*Tyto alba*) populations using age-structured models. *Ecological Modelling*, 276, p. 29-37, 2014.

BURROUGH, P.A. Principles of geographical information systems for land resources assessment – Monograph on Soil and Resource. Oxford: Claredon, 194p. 1989.

CALDAS, Marcellus M.; GOODIN, Douglas; SHERWOOD, Steven; CAMPOS KRAUER, Juan M.; WISELY, Samantha M. Land-cover change in the Paraguayan Chaco: 2000–2011. *Journal of Land Use Science*, v. 10, n. 1, p. 1-18, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/1747423X.2013.807314>.

CASCETTA, E. Transportation Systems Analysis: Models and Applications. 2. ed. New York: Springer, 2009.

CASTRO, César Nunes de. O agronegócio e os desafios do financiamento da infraestrutura de transportes no Brasil. Brasília, DF: Ipea, 2015. 44 p. (Texto para Discussão, n. 2074). Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3898/1/td_2074.pdf. Acesso em: 20 ago. 2026.

CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. *Custos logísticos e competitividade do agronegócio*. Relatório técnico. Brasília: CNA, 2023.

COMISSÃO EUROPEIA. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects. Bruxelas: Publications Office of the European Union, 2014.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). *Transporte de cargas: abrindo novos caminhos*. Brasília, DF: CNI, 2022. 91 p. (Propostas da Indústria para as Eleições 2022, v. 7). ISBN 978-65-86075-78-6. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/64/85/64852a8d-bfc9-49e3-ad16-ef65151cc850/doc_7_-_transporte_de_cargas_web.pdf. Acesso em: 21 ago. 2026.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). Resolução CONTRAN n. 882, de 13 de dezembro de 2021. Estabelece os limites de pesos e dimensões para veículos que transitem por vias terrestres. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 24 dez. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/Resolucao8822021.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2026.

CUNHA, Claudio Barbieri da. Modelos computacionais e algoritmos aplicados ao planejamento de rotas e logística integrada de frotas. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2022.

CUSTODIO, Leslie Moreno; CARRASCO, Jorge C. O que está em jogo na ferrovia que liga o Brasil ao Peru. *Nexo Jornal*, São Paulo, 2 jun. 2026. Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/externo/2026/06/02/ferrovia-brasil-peru-impacto-meio-ambiente>. Acesso em: 21 ago. 2026.

DE RUS, G. *Introduction to Cost–Benefit Analysis: Looking for Reasonable Shortcuts*. 2. ed. Cheltenham: Edward Elgar, 2021.

DEVELOPMENT CORRIDORS PARTNERSHIP (DCP). *Impact assessment for corridors: from infrastructure to development corridors*. HOBBS, Jonathan; JUFFE-BIGNOLI, Diego (ed.). Cambridge: DCP, 2022. Disponível em: <https://ccsi.columbia.edu/sites/ccsi.columbia.edu/files/content/docs/ccsi-impact-assessment-development-corridors.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2026.

DORNAS, R.A.P.; TEIXEIRA, F.; GONSIOROSKI, G.; NOBREGA, R.A.A. Strain by the train: Patterns of toad fatalities on a Brazilian Amazonian railroad. *Science of Total Environment*, v.660, pp. 493–500, 2019.

FEARNSIDE, Philip M. Highway construction as a force in the destruction of the Amazon forest. In: VAN DER REE, Rodney; SMITH, Daniel J.; GRILO, Clara (ed.). *Handbook of road ecology*. Chichester: Wiley Blackwell, 2015. cap. 51, p. 414–424. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118568170.ch51>.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA). *Vehicle characteristics affecting safety*. In: *Comprehensive truck size and weight study*. Washington, DC: U.S. Department of Transportation, 1995. Disponível em: <https://www.fhwa.dot.gov/reports/tswstudy/vehiclsaf.htm>. Acesso em: 20 ago. 2026.

FLYVBJERG, B. Survival of the unfittest: why the worst infrastructure gets built. *Oxford Review of Economic Policy*, v. 25, n. 3, p. 344–367, 2009.

GLOBO ECONOMIA. *Ferrovia para ligar o Atlântico ao Pacífico: veja o que se sabe até agora do projeto do Brasil com a China*. G1, São Paulo, 8 jul. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2025/07/08/ferrovia-para-ligar-o-atlantico-ao-pacifico-veja-o-que-se-sabe-ate-agora-do-projeto-do-brasil-com-a-china.ghtml>. Acesso em: 21 ago. 2026.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). *Corredores Bioceânicos: integração, governança compartilhada e desenvolvimento de infraestrutura na América do Sul*. Brasília: IPEA, 2024.

INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION (IFC). Good practice handbook on cumulative impact assessment and management: guidance for the private sector in emerging markets. Washington, DC: IFC, 2013. 102 p. Disponível em: <https://www.ifc.org/en/insights-reports/2013/publications-handbook-cumulativeimpactassessment>. Acesso em: 20 ago. 2026.

JAEGER, J. A. G.; BOWMAN, J.; BRENNAN, J.; FAHRIG, L. et al. Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. *Ecological Modelling*, 185, n. 2, p. 329-348, 2005.

KLEINSCHROTH, Fritz; HEALEY, John R. Impacts of logging roads on tropical forests. *Biotropica*, v. 49, n. 5, p. 620-635, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/btp.12462>.

LAURANCE, William F.; GOOSEM, Miriam; LAURANCE, Susan G. W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 24, n. 12, p. 659-669, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.06.009>.

MARQUES, Tomás Costa de Azevedo; CAMPOS, Reinaldo. Uma análise do comércio bilateral Brasil-China: a deterioração dos termos de troca e o caso da soja. *Revista Tempo do Mundo*, Brasília, DF, n. 24, p. 379-402, dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.38116/rtm24art13>.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (MAPA). Nota Balança do Agronegócio I – 2025 (janeiro a dezembro). Brasília, DF: MAPA, 2026. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/relacoes-internacionais/NotaImprensa12_2025.docx. Acesso em: 20 ago. 2026.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO (MPO). Rotas de Integração Sul-Americana. Brasília, DF, 17 jul. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/planejamento/pt-br/assuntos/assuntos-internacionais-e-desenvolvimento/rotas-de-integracao-sul-americana>. Acesso em: 20 ago. 2026.

NAZÁRIO, P.; WANKE, P.; FLEURY, P.F.; (2000) O Papel do transporte na estratégia Logística. Artigo publicado na revista Tecnológica, visto no site: <http://www.centrodelogistica.com.br/new/fs-public.htm>

NOVAES, Antonio Galvão. Sistemas de transporte e logística: modelagem, análise e dinâmica regional. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

OLIVEIRA, Leise Kelli de. Modelagem computacional e dinâmica de sistemas aplicadas ao transporte de cargas. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia da UFMG, 2021.

ORTÚZAR, J. de D.; WILLUMSEN, L. G. *Modelling Transport*. 4. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.

PEDREIRA JUNIOR, J., NASCIMENTO, A. Avaliação do desempenho logístico do futuro transportes de cargas na Ferrovia de Integração Oeste Leste via Simulação de Eventos Discretos. XVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Porto de Galinhas – PE. 2015

PEREIRA, E. J. de A. L.; RIBEIRO, L. C. de S.; FREITAS, L. F. da S.; PEREIRA, H. B. B. (2020). Brazilian policy and agribusiness damage the Amazon rainforest. *Land Use Policy*, v. 92, 104491. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104491>.

PERU. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Decreto Supremo n. 058-2003-MTC, de 7 de outubro de 2003. Aprueba el Reglamento Nacional de Vehículos. Lima: MTC, 2003. Disponível em: https://drtcayacucho.gob.pe/dct/dtsv/ds_058-2003-MTC.pdf. Acesso em: 20 ago. 2026.

PRITSKER, A.A.B. *Principles of Simulation Modeling*. P. 31-51. In: BANKS, J. *Handbook of Simulation*. John Wiley & Sons, Inc. 1998.

ROBERTS, Mark; MELECKY, Martin; BOUGNA, Théophile; XU, Yan (Sarah). Transport corridors and their wider economic benefits: a quantitative review of the literature. *Journal of Regional Science*, v. 60, n. 2, p. 207-248, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/jors.12467>.

RONDINELLI, D.; BERRY, M. Multimodal transportation, logistics, and the environment: managing interactions in a global economy. *European Management Journal*, 18, n. 4, p. 398-410, 2000.

SANTOS DE LIMA, Letícia et al. Severe droughts reduce river navigability and isolate communities in the Brazilian Amazon. *Communications Earth & Environment*, v. 5, art. 370, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01530-4>.

SANTOS, Lucas Ribeiro dos; FERREIRA, Marieli. Da IIRSA às rotas de integração sul-americana: uma análise do projeto atual. *Monções: Revista de Relações Internacionais da UFGD*, v. 14, n. 28, 2025. Disponível no Repositório Digital Unila / OJS UFGD. Disponível em <https://dspace.unila.edu.br/items/7f113a0a-4082-46b8-b725-9b4aab8f8bcd>

SCHULZ, Christopher et al. Physical, ecological and human dimensions of environmental change in Brazil's Pantanal wetland: synthesis and research agenda. *Science of the Total Environment*, v. 687, p. 1011-1027, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.023>.

SEREBRISKY, Tomás; WATKINS, Graham George; RAMIREZ, Maria Cecilia; MELLER, Hendrik; FRISARI, Giovanni Leo; MELO, Rahissa; GEORGOULIAS, Andreas. IDBG framework for planning, preparing, and financing sustainable infrastructure projects: IDB Sustainable Infrastructure Platform. Washington, DC: Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18235/0001037>.

TISLER, T. R.; TEIXEIRA, F. Z; NÓBREGA, R. A. A. Conservation opportunities and challenges in Brazil's roadless and railroad-less areas. *Science Advances*, 8(9). 2002. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abi5548>

TOVAR, Carolina et al. Understanding climate change impacts on biome and plant distributions in the Andes: challenges and opportunities. *Journal of Biogeography*, v. 49, n. 8, p. 1420–1442, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/jbi.14389>.

VILLEN, Felipe Borim; FERREIRA, Tiago Toledo; NUNES, Bernardo Furtado; DALTO, Edson José; PINTO, Marco Aurélio Cabral; COSTA, Paulo Marcelo Raposo Machado. Descarbonização no transporte de cargas: alteração estrutural da matriz logística versus ganhos de eficiência nos modos de transporte. In: BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Descarbonização dos transportes: perspectivas diante da transição energética. Rio de Janeiro: BNDES, 2025. p. 131–154. ISBN 978-65-87493-08-4. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/27428>. Acesso em: 20 ago. 2026.