



PROYECTO
BIOVALOR

*Generando valor con
residuos agro-industriales*

ESTIMACIÓN DE
N, P₂O₅ y K₂O:
DEMANDA DE LOS CULTIVOS y
OFERTA EN LOS RESIDUOS

Unidad de Gestión de Proyecto Biovalor

MSc. Ing. Agr. Florencia Benzano

Julio 2016



1. INTRODUCCIÓN	2
2. OBJETIVO.....	3
3. METODOLOGÍA	3
3.1. Demanda de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O de los cultivos	3
3.2. Oferta de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O en los residuos	3
3.3. Oferta – demanda	5
4. RESULTADOS.....	5
4.1. Mapas	5
4.2. Tablas	5
4.3. Gráficos de barras	8
4.3.1. Balance de Nitrógeno por departamento	11
4.3.2. Balance de Fósforo como P ₂ O ₂ por departamento	13
4.3.3. Balance de Potasio como K ₂ O por departamento.....	15
5. RESUMEN Y CONCLUSIONES	18
6. ANEXO.....	19
6.1. Información de partida.....	19
6.1.1. Demanda.....	19
6.1.2. Oferta.....	23
ÍNDICE DE TABLAS.....	24
BIBLIOGRAFÍA.....	26

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto Biovalor, es un proyecto del Gobierno Uruguayo, que surge de la articulación de tres ministerios:

- El Ministerio de Industria, Energía y Minería a través de la Dirección Nacional de Energía, organismo nacional de ejecución (MIEM/DNE);
- El Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente a través de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (MVOTMA/DINAMA);
- El Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP).

Es un proyecto de 4 años de duración, cuyo objetivo principal es la transformación de residuos generados a partir de actividades agropecuarias, agroindustriales y de pequeños centros poblados, convirtiéndolos en energía y/o subproductos, con el fin de desarrollar un modelo sostenible de bajas emisiones (contribuyendo a la reducción de Gases de Efecto Invernadero - GEI), a través del desarrollo y transferencia de tecnologías adecuadas.

Es cofinanciado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF¹ en inglés), así como por organismos públicos y privados. La Agencia implementadora del proyecto es la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

Los componentes del proyecto son:

- Fortalecimiento de políticas y del marco regulatorio;
- Fortalecimiento de capacidades en el campo de: tecnologías de transformación de residuos a energía, de valorización de residuos y tratamiento de residuos con tecnologías de bajas emisiones;
- Demostración de la aplicación de tecnologías de valorización de residuos y de tecnologías de energía renovable;
- Capacitación, formación y desarrollo de una campaña de difusión para la adopción de iniciativas de valorización de residuos de bajas emisiones.

Los sectores industriales priorizados por el proyecto son i) Frigorífico, ii) Engorde a corral, iii) Producción Intensiva de Porcinos, iv) Elaboración de productos cárnicos, v) Producción Intensiva de Aves, vi) Industrial Avícola, vii) Tambos, viii) Industria láctea, ix) Azúcar/Alcohol, x) Bodegas y Sidrerías, xi) Curtiembre, xii) Cervecería y Maltería, xiii) Oleaginosa, xiv) Lavadero de lanas, xv) Empaque y procesamiento de frutas y verduras y xvi) Pequeñas localidades

El documento resume el desarrollo y los resultados a nivel departamental de la demanda estimada de Nitrógeno, Fósforo (expresado como P_2O_5) y Potasio (expresado como K_2O) por parte de los cultivos y la oferta potencial existente en las corrientes de residuos consideradas. Los estudios fueron liderados por la Unidad de Gestión de Proyecto de Biovalor, con insumos de diversas fuentes contratadas y consultadas.

¹ FMAM (Fondo para el Medio Ambiente Mundial) o GEF por su sigla en inglés: Global Environment Facility

2. OBJETIVO

Estudiar la relación entre la demanda de N, P₂O₅ y K₂O por parte de los cultivos y la oferta de los mismos en los residuos que se generan a nivel nacional según departamento (sin considerar en la oferta la sangre de Frigoríficos y el suero de la Industria láctea).

3. METODOLOGÍA

3.1. Demanda de N, P₂O₅ y K₂O de los cultivos

La demanda se ha calculado considerando las superficies dedicadas a la producción de los principales cultivos en cada departamento, los rendimientos asociados a cada uno de ellos y las extracciones de macronutrientes relativas a cada unidad de producción en cada cultivo. Éstas últimas se definieron previamente en una consultoría realizada por Fichtner - Resa para Biovalor.

Fuentes de información utilizadas en la estimación de la demanda de los citados macronutrientes

- a) Para definir las superficies dedicadas a los cultivos sí considerados a nivel departamental:
 - MGAP-DIEA, Anuario Estadístico Agropecuario 2014, Censo Agropecuario, 2011.
- b) Para determinar las extracciones de cada cultivo:
 - b.1. Rendimiento promedio:
 - Anuario Estadístico Agropecuario 2014.
 - b.2. Extracción estimada de nutrientes según unidad de producción:

Determinación realizada por la consultora Fichtner - Resa considerando la siguiente información:

- Base de datos interna de Fichtner – Resa (2016) para: “otros frutales”, “viñedos”, “frutas cítricas” extracción de P₂O₅ y K₂O, “cultivos cerealeros e industriales menos arroz y caña de azúcar”, “cultivos forrajeros anuales”, “praderas artificiales”.
- Balance de nutrientes de los principales productos agropecuarios de Uruguay para los años 1990, 2000 y 2010. (Mancassola Victoria, Casanova Omar, 2015): extracción de Nitrógeno de “cultivos hortícolas” y de “frutas cítricas”.
- Fertilización del Arroz. (Catalá María del Mar, Pla Eva, Ortíz Carlos, Murillo Gemma, 2013) para el “arroz”.
- El Nitrógeno, Fósforo y Potasio en la Caña de Azúcar. (Marcos, 1999).

3.2. Oferta de N, P₂O₅ y K₂O en los residuos

Las cantidades totales de N, P₂O₅ y K₂O contenidas en los residuos orgánicos generados a nivel departamental se han obtenido de aplicar el 100% de las concentraciones de macronutrientes características de cada tipo de residuo a las correspondientes generaciones estimadas para cada departamento en el marco del proyecto Biovalor.

Fuentes de información utilizadas:

- a) Para definir la generación de residuos en cada sector productivo en cada departamento: información estimada en el marco del proyecto Biovalor.
- b) Para determinar la composición de N, P₂O₅ y K₂O de cada corriente de residuos considerada:
 - Caracterización de materiales orgánicos aplicados en sistemas agrícolas intensivos en Uruguay. (Barbazán Mónica, del Pino Amabelia, Moltini Carlos, Hernández Jorge, Rodríguez Jimena, 2011).

- Identificación de residuos en el Uruguay pasibles de ser valorizados por digestión anaerobia y estimación de su potencial de metanización. (Borzacconi Liliana, Passeggi Mauricio, López Iván, Castelló Elena, Odriozola Magela, Borges Luis Ignacio, Pinotti Gianina, 2015)
- Base de datos interna de Fichtner - Resa para las siguientes corrientes de residuos: Bagazo de caña de azúcar, lodos PTE de frigorífico y residuos de Cervecería – Maltería.

Es importante destacar que si bien no todas las corrientes de residuos identificadas y abarcadas por el proyecto fueron consideradas en la estimación de oferta de los macronutrientes en cuestión, la información disponible permitió considerar el 93.0% del total de residuos generados estimados (sin considerar la sangre de frigorífico y suero de industria láctea en el valor de la oferta total como se comentó previamente), 93.2% si consideramos los residuos con ubicación departamental. El 6.8% restante no pudo ser considerado por diversas razones según se detalla a continuación.

Sectores no considerados

- a) Por falta de información georreferenciada de la generación de residuos y/o de caracterización de los mismos:
 - “Procesamiento y empaque de frutas y verduras”, además de que tampoco se dispone de información productiva que permita estimar la generación de residuos.
 - “Bodegas y Sidrerías”, no se dispone de contenido de macronutrientes en las corrientes de residuos consideradas ni se dispone de ubicación de los puntos de generación del 3% de los residuos generados por el sector.
- b) Por falta de información de generación georreferenciada:
 - “Industria oleaginosa olivos - almazaras”. La información facilitada por ASOLUR (Asociación Olivícola del Uruguay) es a nivel de zonas, por lo que no se dispone de información que permita estimar la generación de residuo a nivel departamental.
- c) Por falta de caracterización de las corrientes de residuos:
 - “Elaboración de productos cárnicos”,
 - “Industria láctea”.

Corrientes de residuos no consideradas:

- a) Por falta de caracterización de las corrientes de residuos:
 - Sólidos de aguas rojas de frigorífico,
 - Barros grasos de frigorífico,
 - Lodos del lavadero de lanas.
- b) Por ser residuos cuya gestión difícilmente resulte en el aporte de sus macronutrientes a los cultivos:
 - Sangre de frigorífico,
 - Suero de industria láctea.

Nota: el bagazo generado en el sector Azúcar y Alcohol se considera un subproducto y no un residuo.

Sectores sí considerados a pesar de que no se dispone de información georreferenciada de la generación del 100% de sus residuos

- “Producción intensiva de aves”. Dada la información disponible, se estimó que la producción se distribuye 50% en Canelones y 50% en Montevideo.
- “Industrial aves”. Se estimó que la faena se realiza 40% en Canelones y 60% en Montevideo.

3.3. Oferta – demanda

Representa la diferencia entre la oferta de N, P₂O₅ y K₂O que se estima que contienen los residuos orgánicos generados a nivel departamental y la demanda de nutrientes asociada a los cultivos existentes en cada departamento.

4. RESULTADOS

La información generada se presenta en mapas, tablas y gráficos de barras.

4.1. Mapas

Los mapas disponibles en el sitio web de Biovalor (<http://biovalor.gub.uy/mapas-de-residuos>) muestran la distribución de la oferta y la demanda de N, P₂O₅ y K₂O a nivel departamental, así como la diferencia entre ambas.

4.2. Tablas

En las tablas presentadas a continuación se exponen los valores empleados en la confección de los mapas y gráficos de barras departamentales anteriormente mencionados.

La Tabla 1 reúne las necesidades (t/año) de N, P₂O₅ y K₂O asociadas al conjunto de cultivos de cada departamento.

Tabla 1: Demanda (t/año) de N, P₂O₅ y K₂O asociadas al conjunto de cultivos considerados de cada departamento.

Departamento	N	P₂O₅	K₂O
Artigas	6.805	3.980	8.948
Canelones	7.373	4.754	13.123
Cerro Largo	11.305	6.007	12.148
Colonia	26.215	15.986	35.138
Durazno	11.503	6.469	13.111
Flores	11.351	6.239	12.716
Florida	18.332	12.295	30.258
Lavalleja	7.565	4.376	9.622
Maldonado	2.201	1.468	3.955
Montevideo	344	156	615
Paysandú	17.650	9.841	19.950
Río Negro	21.044	10.702	19.452
Rivera	4.932	2.918	6.752
Rocha	12.150	6.836	16.114
Salto	7.722	4.787	10.856
San José	17.448	11.457	27.799
Soriano	31.695	16.615	31.004
Tacuarembó	8.332	4.988	11.098
Treinta y Tres	9.701	5.060	10.593
TOTAL	233.667	134.935	293.253

La Tabla 2 reúne los contenidos (t/año) de N, P₂O₅ y K₂O de los residuos considerados a nivel departamental.

Tabla 2: Oferta (t/año) de N, P₂O₅ y K₂O de los residuos considerados a nivel departamental.

Departamento	N	P₂O₅	K₂O
Artigas	189	298	151
Canelones	9.488	3.495	1.256
Cerro Largo	110	173	52
Colonia	838	987	378
Durazno	441	478	317
Flores	290	275	174
Florida	633	728	376
Lavalleja	173	269	118
Maldonado	41	78	26
Montevideo	8.897	1.946	671
Paysandú	898	817	464
Río Negro	873	893	656
Rivera	117	140	88
Rocha	283	382	199
Salto	268	375	178
San José	904	1.331	598
Soriano	1.017	1.109	759
Tacuarembó	117	142	86
Treinta y Tres	83	123	60
Total	25.661	14.039	6.609

La Tabla 3 resulta de la diferencia entre la Tabla 1 y Tabla 2. Por lo tanto, los valores negativos representan necesidades netas de nutrientes no satisfechas por la oferta.

Tabla 3: Diferencia entre la oferta de nutrientes y la demanda de los mismos por parte de los cultivos según departamentos.

Departamento	N	P₂O₅	K₂O
Artigas	-6.616	-3.682	-8.798
Canelones	2.115	-1.259	-11.867
Cerro Largo	-11.195	-5.834	-12.096
Colonia	-25.377	-14.999	-34.760
Durazno	-11.062	-5.991	-12.794
Flores	-11.061	-5.965	-12.543
Florida	-17.699	-11.566	-29.882
Lavalleja	-7.392	-4.108	-9.505
Maldonado	-2.160	-1.390	-3.928
Montevideo	8.554	1.791	55
Paysandú	-16.752	-9.024	-19.485
Río Negro	-20.171	-9.809	-18.796
Rivera	-4.814	-2.778	-6.663
Rocha	-11.866	-6.453	-15.915
Salto	-7.453	-4.412	-10.678
San José	-16.544	-10.126	-27.201
Soriano	-30.678	-15.506	-30.245
Tacuarembó	-8.215	-4.846	-11.012
Treinta y Tres	-9.618	-4.937	-10.533
TOTAL	-208.006	-120.897	-286.644

4.3. Gráficos de barras

En los dos siguientes gráficos se muestra por un lado la distribución de los cultivos considerados dentro de cada departamento y en el otro la distribución estimada de los residuos generados en cada uno de ellos.

En los siguientes gráficos se muestran los resultados de Oferta, Demanda y Balance de nutrientes a nivel departamental.

En el eje horizontal se detallan los departamentos.

En el eje vertical:

- positivo: se grafica la oferta de nutrientes según sector productivo,

- negativo: se grafica la demanda de los mismos según cultivo,

La diferencia entre ambos, balance, varía según el valor resultante para cada departamento.

Leyenda

<u>Demanda: Cultivos sí considerados</u>	<u>Oferta: sectores productivos</u>
■ Arroz	* ■ Engorde a corral
■ Caña de azúcar	* ■ Producción intensiva de Aves PP
■ Cvs cerealeros e industr. (s/arroz y caña azúcar)	* ■ Producción intensiva de Aves GP
■ Cultivos de huerta	* ■ Tambos
■ Cultivos forrajeros anuales	* ■ Prod. intensiva de porcinos
■ Praderas artificiales	* ■ Frigorífico
■ Frutas cítricas	* ■ Cervecería y Maltería
■ Otros frutales	* ■ Curtiembre
■ Viñedos	* ■ Azúcar y Alcohol
	* ■ Ind. Aves
	■ Ind. Oleaginosa
	■ Bodegas y Sidrerías
	■ Ind. Láctea
	■ Elaboración de productos cárnicos
	* ■ Ind. Lanera
<u>Balance: Oferta - Demanda</u>	
■ BALANCE	

Nota (*): sectores productivos considerados en la Oferta de N, P₂O₅ y K₂O.

Gráfico 1: Superficie de cultivos sí considerados en la estimación de demanda según departamento.

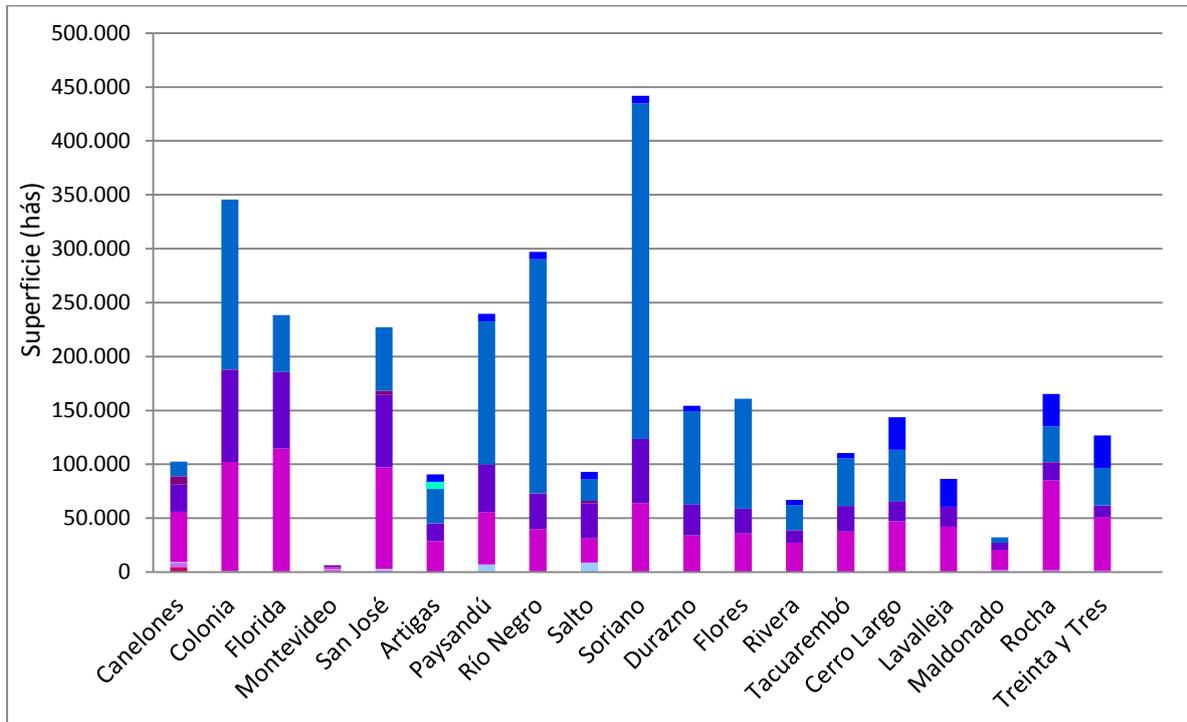
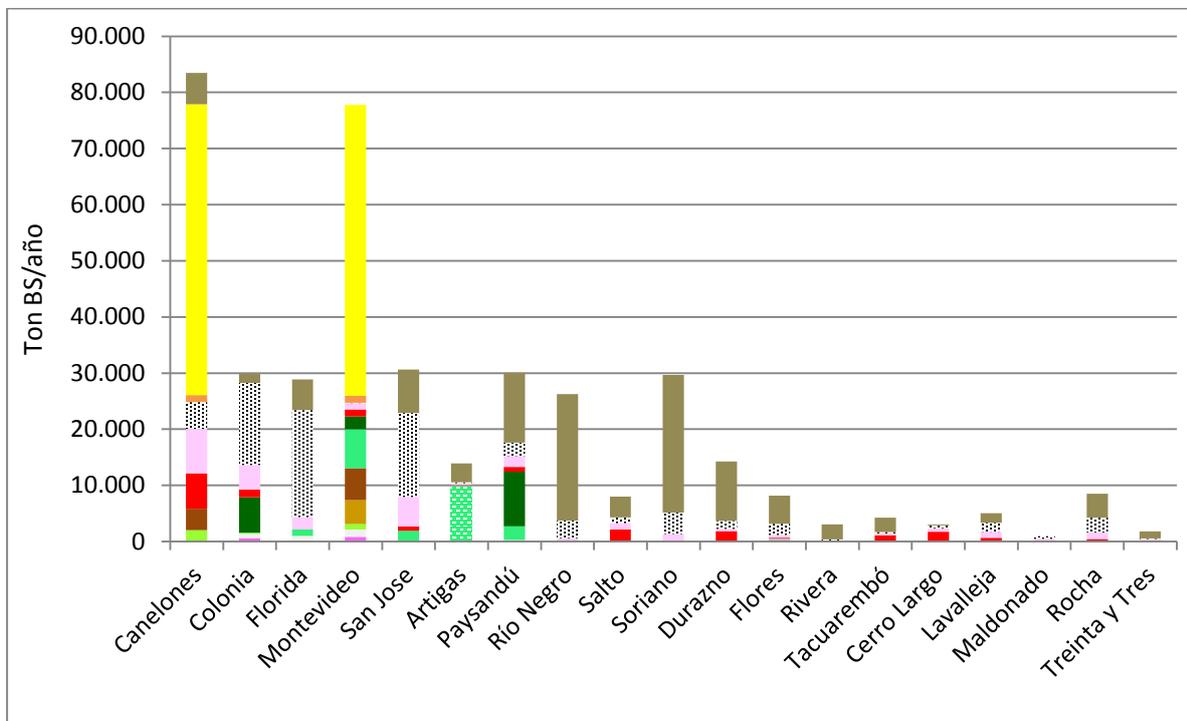


Gráfico 2: Generación estimada de residuos según sector productivo para cada departamento.



4.3.1. Balance de Nitrógeno por departamento

Gráfico 3: Balance Nitrógeno – Canelones, Colonia, Florida, Montevideo y San José (1/4).

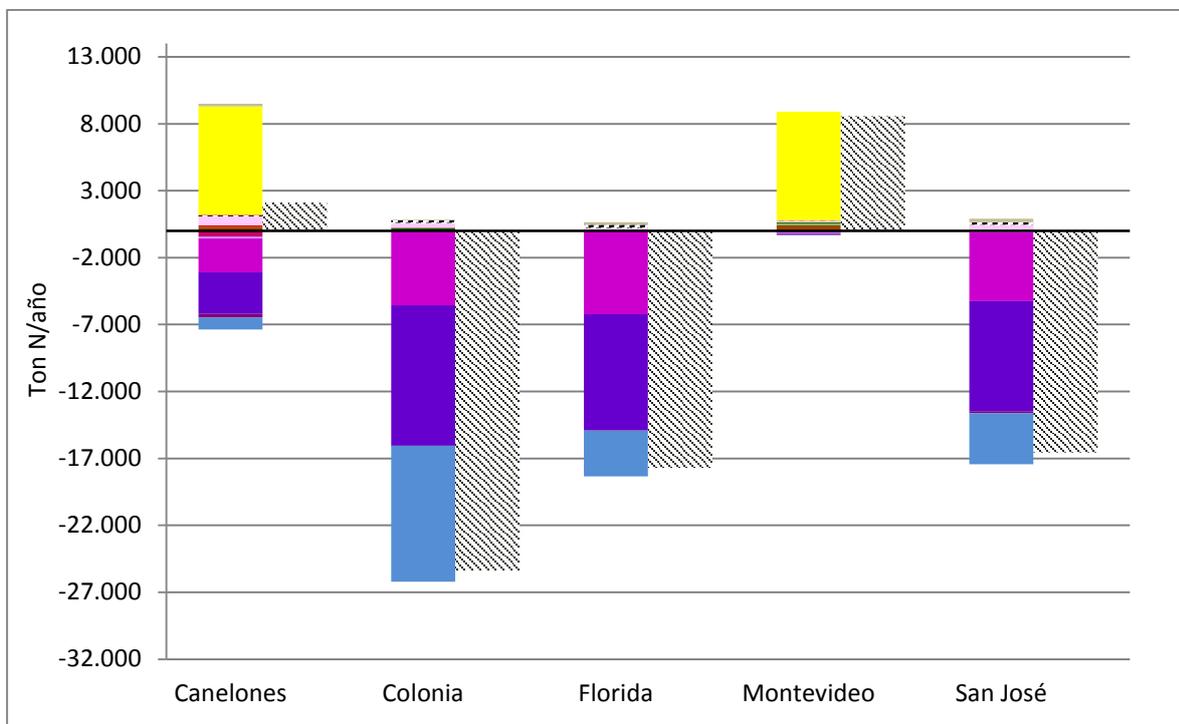


Gráfico 4: Balance de Nitrógeno – Artigas, Paysandú, Río Negro, Salto y Soriano (2/4).

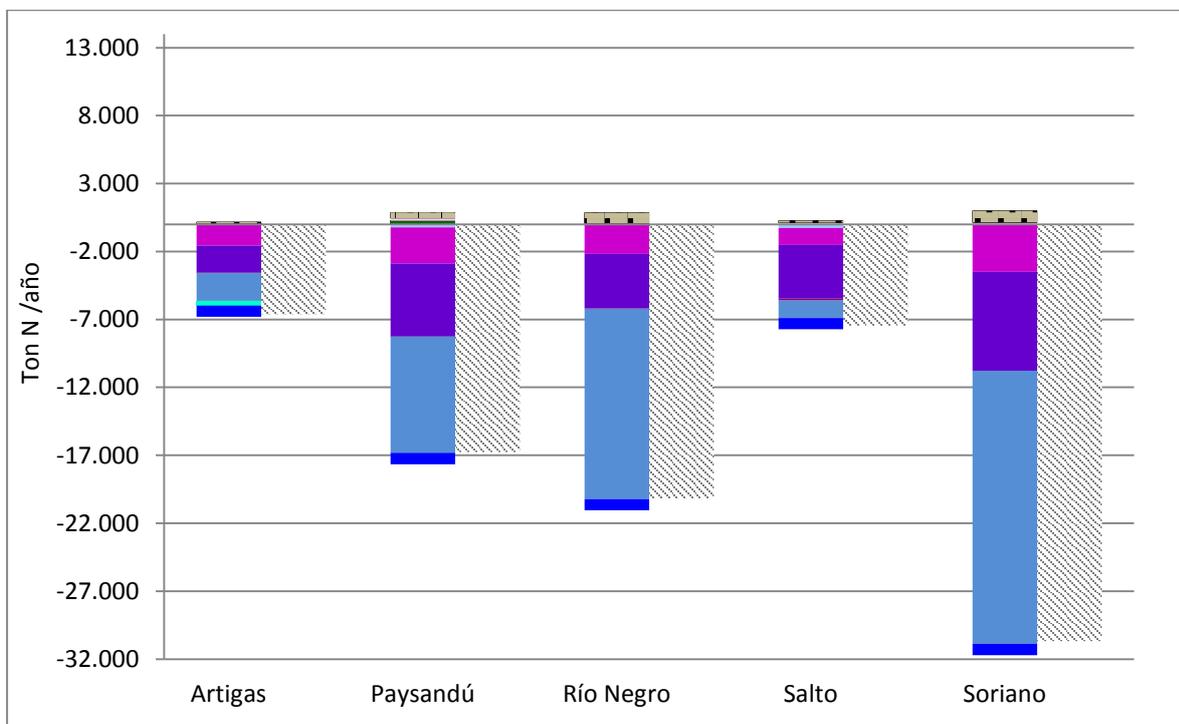


Gráfico 5: Balance de Nitrógeno – Durazno, Flores, Rivera y Tacuarembó (3/4).

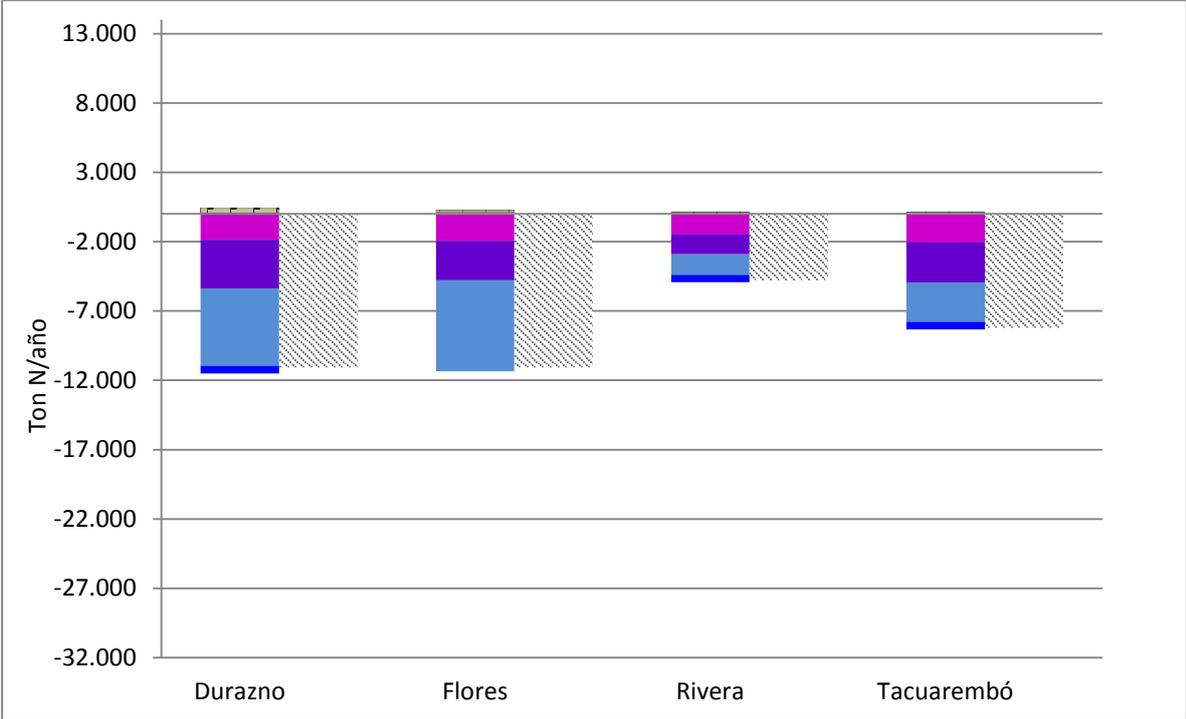
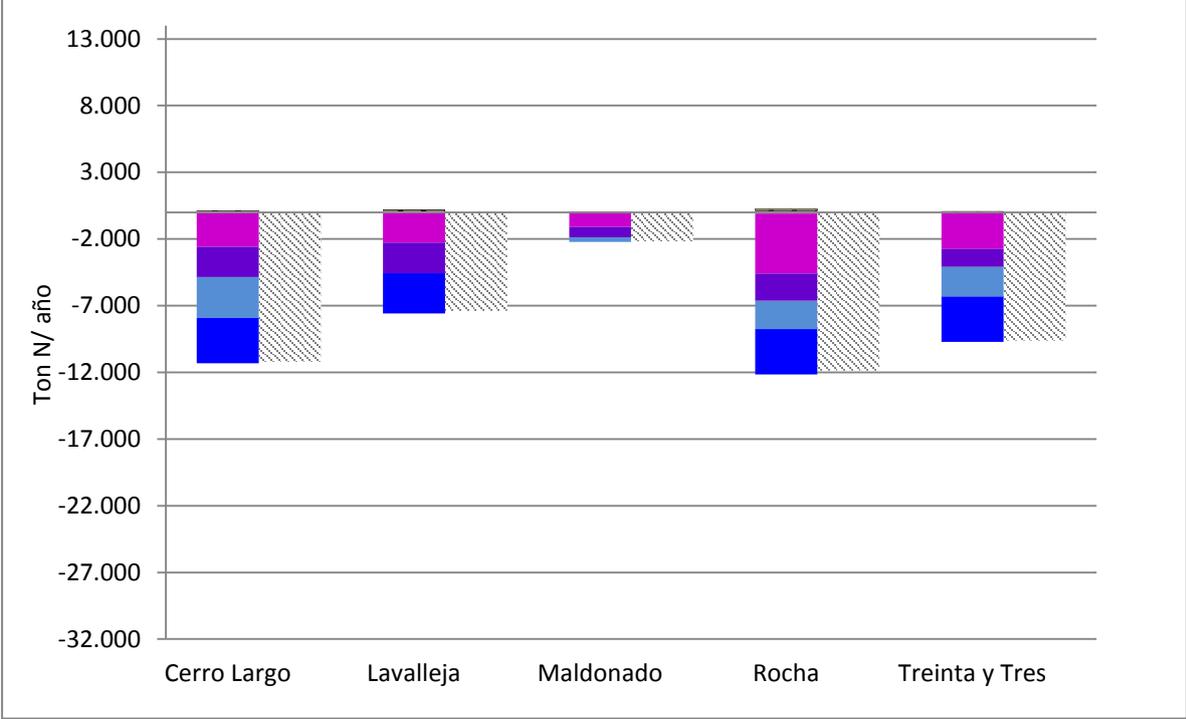


Gráfico 6: Balance de Nitrógeno – Cerro Largo, Lavalleja, Maldonado, Rocha y Treinta y Tres (4/4).



4.3.2. Balance de Fósforo como P_2O_5 por departamento

Gráfico 7: Balance de Fósforo como P_2O_5 – Canelones, Colonia, Florida, Montevideo y San José (1/4).

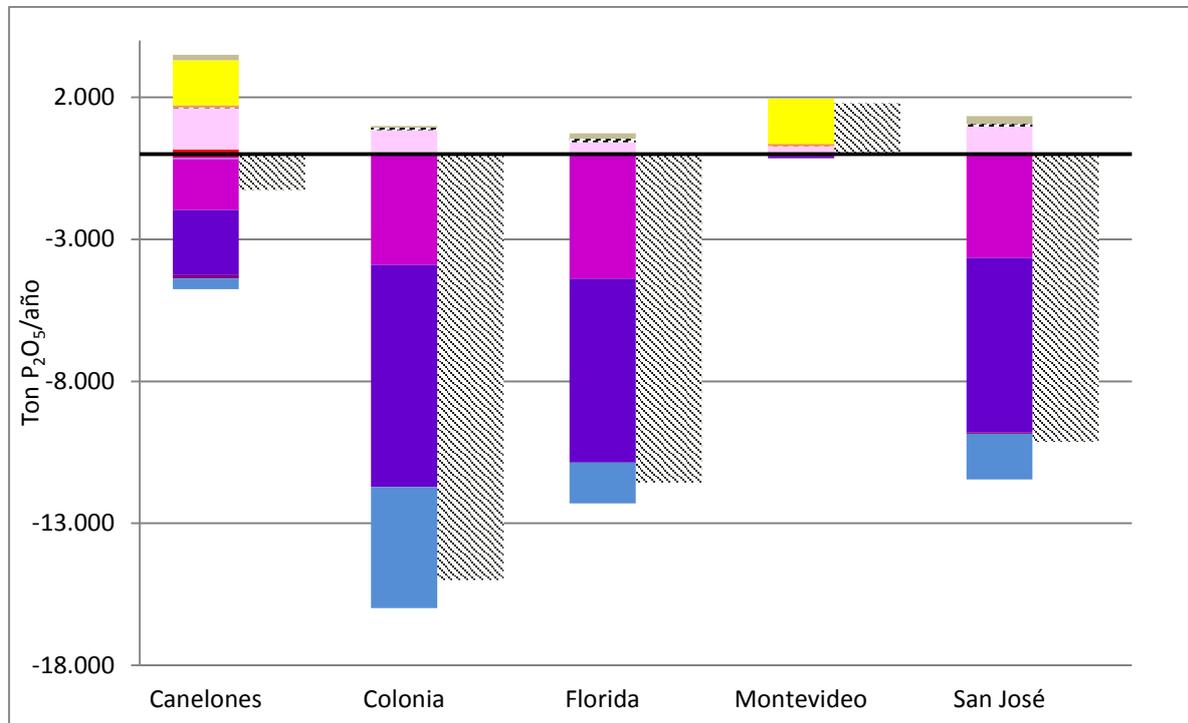


Gráfico 8: Balance de Fósforo como P₂O₅ – Artigas, Paysandú, Río Negro, Salto y Soriano (2/4).

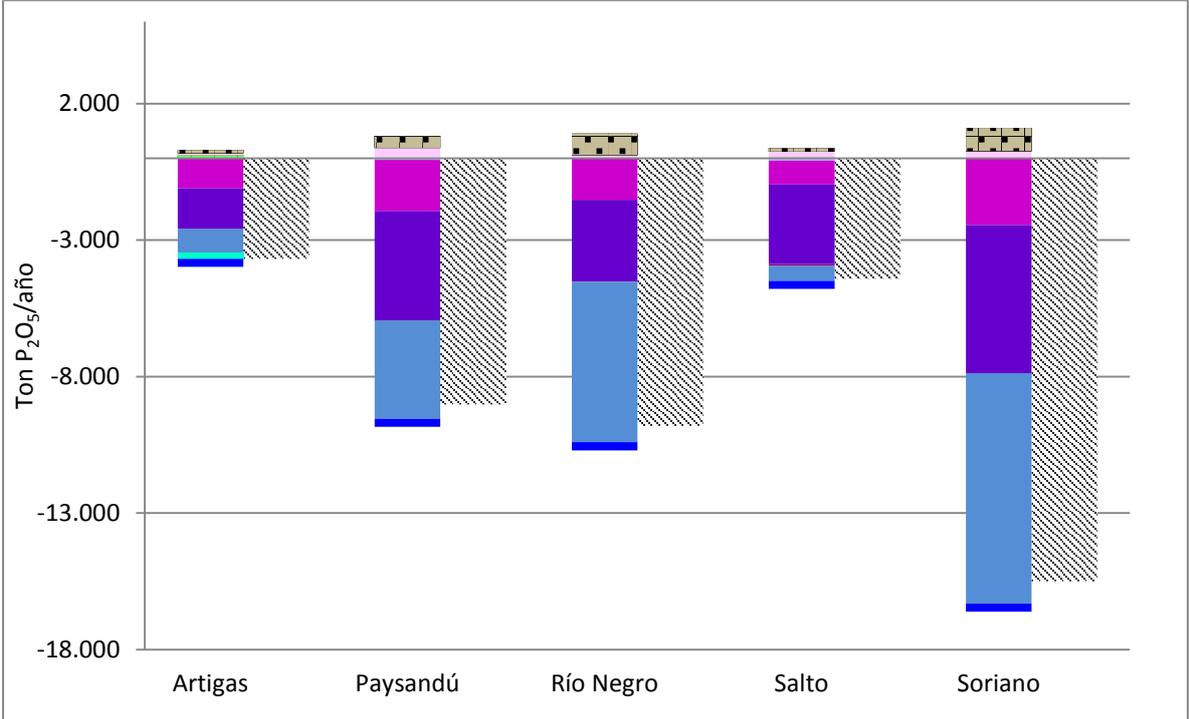


Gráfico 9: Balance de Fósforo como P₂O₅ – Durazno, Flores, Rivera y Tacuarembó (3/4).

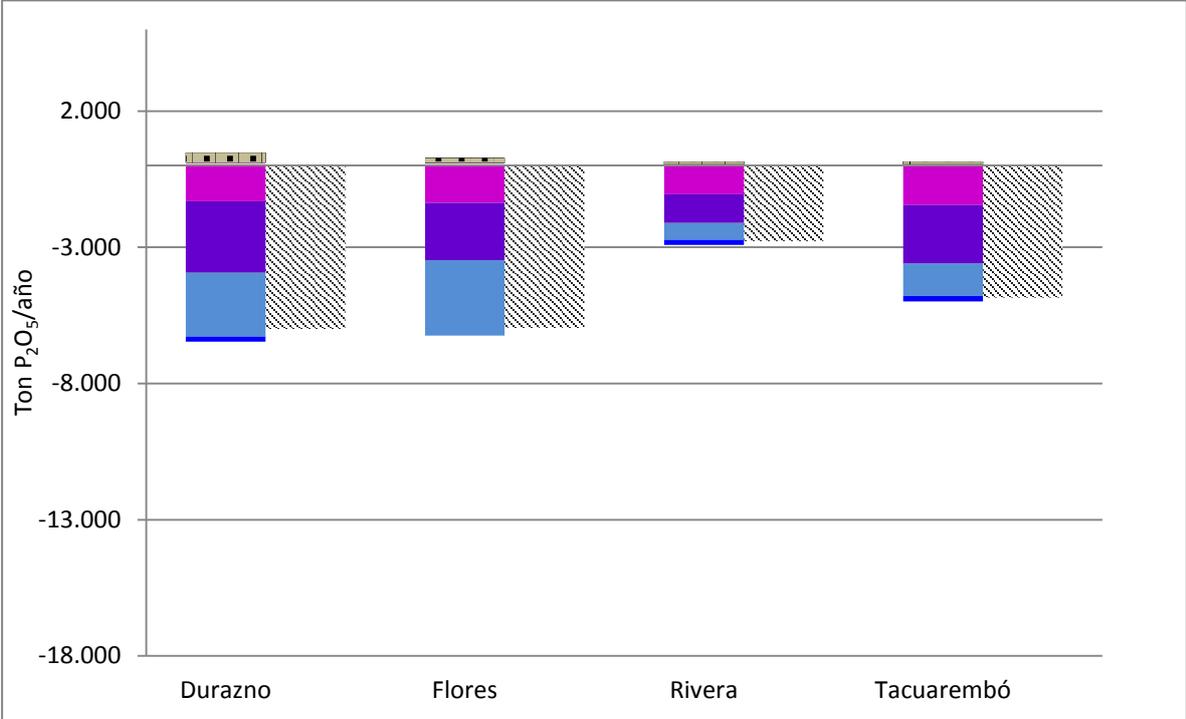
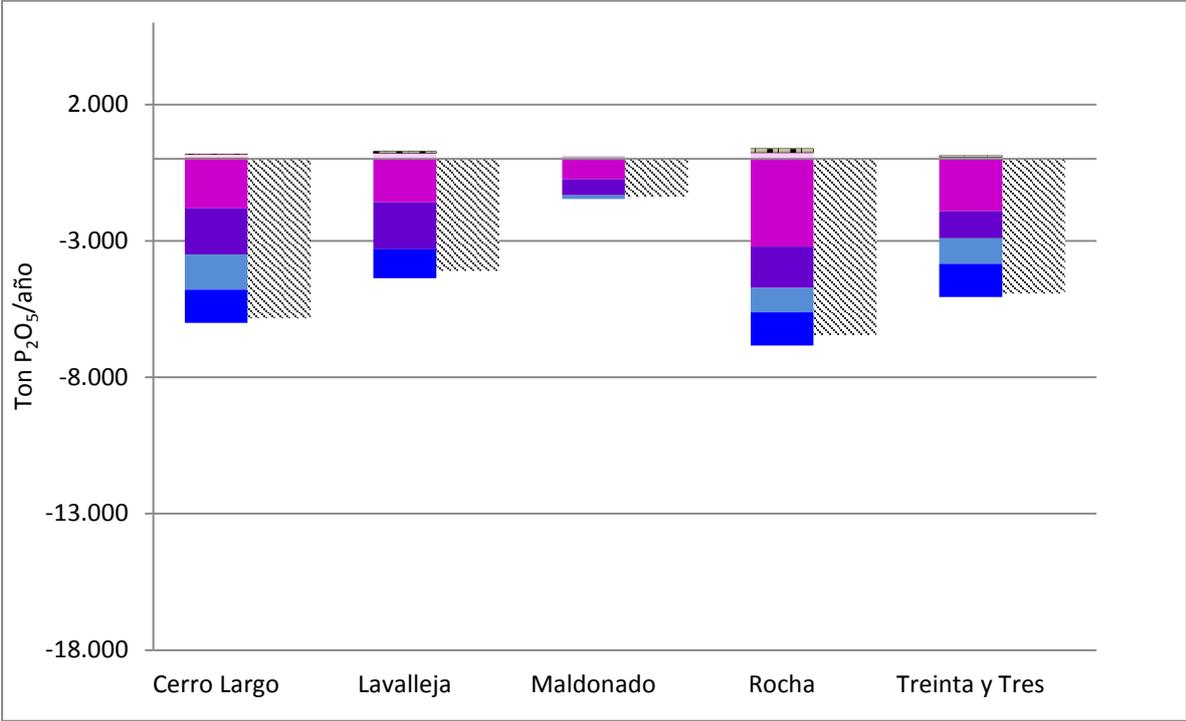


Gráfico 10: Balance de Fósforo como P₂O₅ – Cerro Largo, Lavalleja, Maldonado, Rocha y Treinta y Tres (4/4).



4.3.3. Balance de Potasio como K₂O por departamento

Gráfico 11: Balance de Potasio como K₂O – Canelones, Colonia, Florida, Montevideo y San José (1/4).

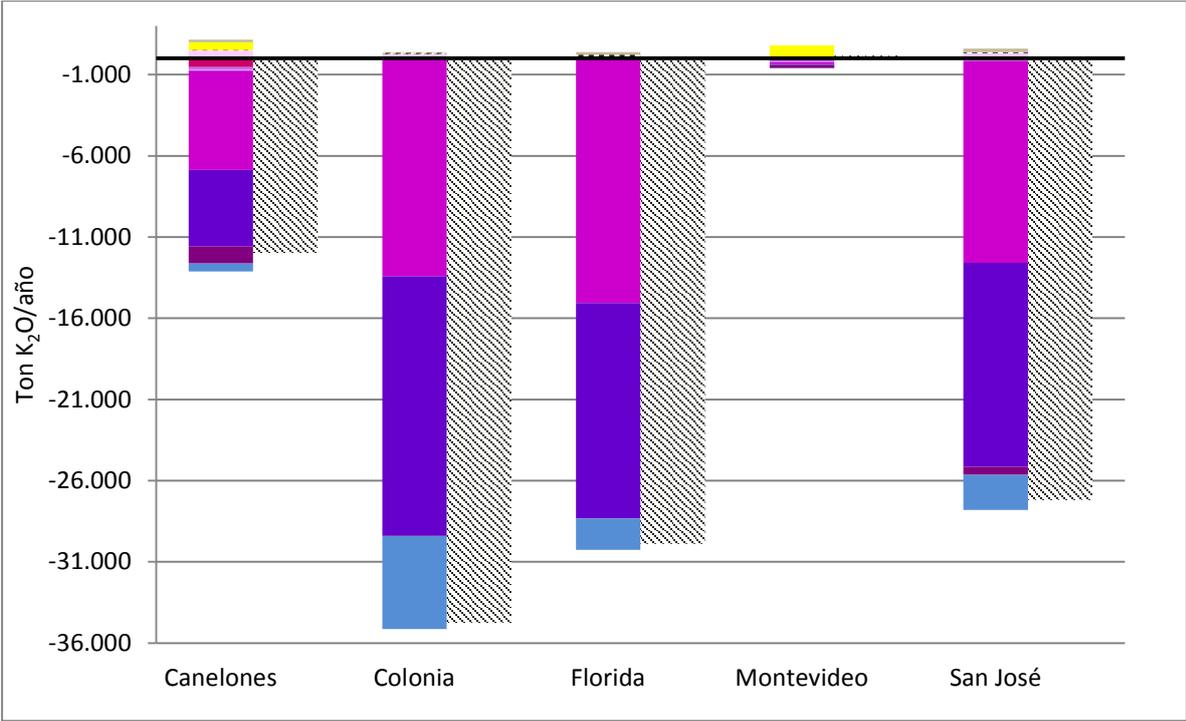


Gráfico 12: Balance de Potasio como K₂O – Artigas, Paysandú, Río Negro, Salto y Soriano (2/4).

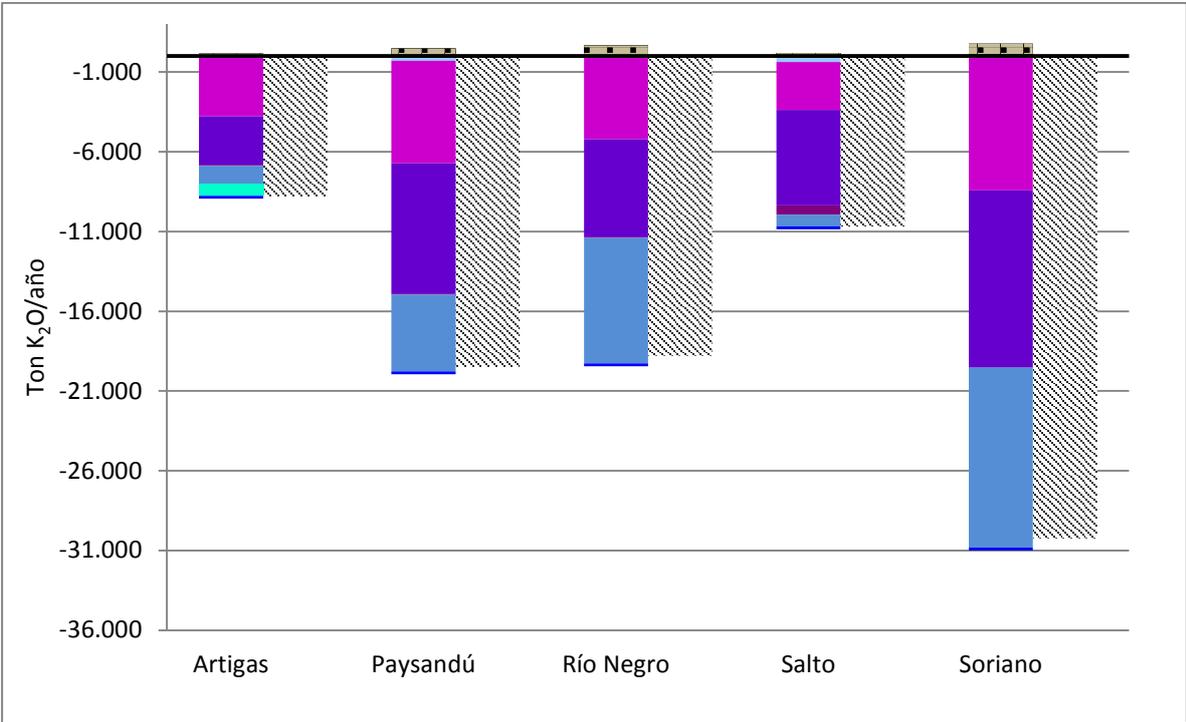


Gráfico 13: Balance de Potasio como K₂O – Durazno, Flores, Rivera y Tacuarembó (3/4).

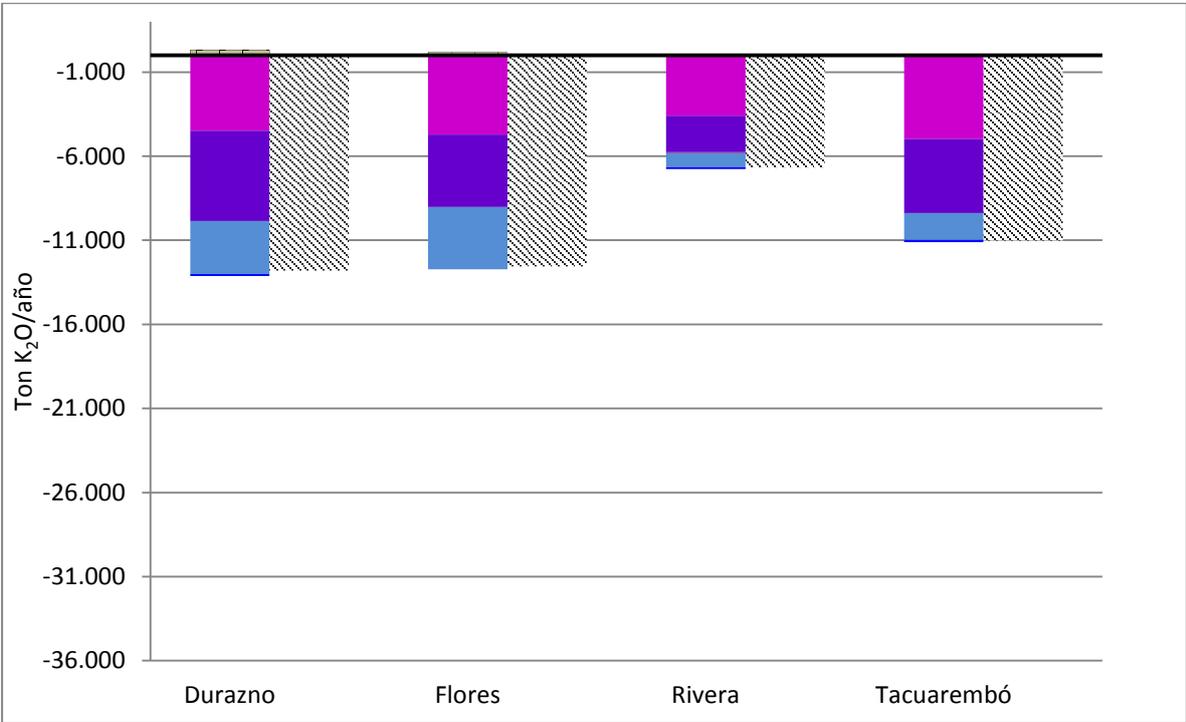
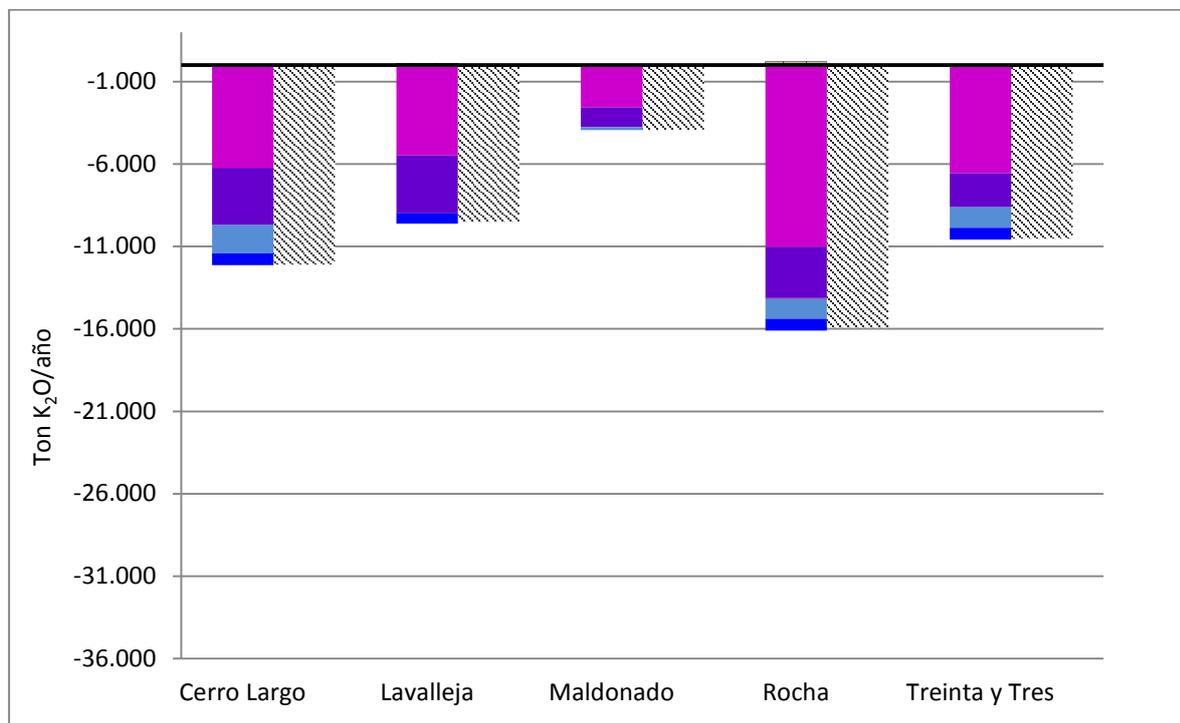


Gráfico 14: Balance de Potasio como K₂O – Cerro Largo, Lavalleja, Maldonado, Rocha y Treinta y Tres (4/4).



5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se ha realizado el estudio comparativo de oferta y demanda de macronutrientes a nivel departamental, resultando en una demanda neta muy importante. Esto indica que el área de cultivos y pasturas mejoradas existente a nivel nacional es más que suficiente para aprovechar los macronutrientes existentes en los residuos, por lo que un destino posible es emplear los mismos como bioabonos. En este sentido cabe además destacar, que la demanda supera ampliamente la oferta, incluso sobreestimando la segunda, dado que, sean residuos que no requieren de manejo previo o que sí lo requieren, la disponibilidad de nutrientes para los cultivos será menor al 100% considerado en el presente estudio. Según las estimaciones realizadas, considerando el 100% de los macronutrientes contenidos en los residuos, éstos aportarían tan sólo el 11, 10 y 2% de la demanda de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente.

Teniendo en cuenta la relación oferta - demanda según ubicación, solamente en Canelones y en Montevideo se aprecia un excedente de nutrientes, Nitrógeno principalmente, respecto a la demanda agrícola establecida sobre la misma base territorial. Según información generada previamente por Biovalor y publicada en la web, tales departamentos reúnen las mayores cantidades de residuos identificados, destacándose dentro de ellos el residuo generado en la cría de aves con destino a faena, residuo con alta concentración de Nitrógeno. En el caso de Montevideo, a la anterior circunstancia se le suma una muy baja producción de cultivos agrícolas, o sea baja demanda, y por otro lado, se suma que el 43% de los residuos no mapeados, que son el 7% del total estimado, se ubican en este departamento, por lo que la oferta de macronutrientes posiblemente sea aún mayor. En vista a que en estos departamentos la oferta estimada excede la demanda, a futuro se entiende necesario ajustar la estimación de la oferta, intentando acercarse a la disponibilidad real que los nutrientes existentes en los residuos tienen para los cultivos, dado que cabe la posibilidad que la relación entre oferta y demanda cambie o por lo menos disminuya el exceso existente en la oferta.

Considerando la existencia de suelos degradados existentes en la citada zona (Ilustración 1 e Ilustración 2 en anexo), el impacto positivo que el uso de residuos como mejoradores de suelo puede tener sobre las propiedades físico – químicas de los mismos y posteriormente sobre los cultivos, un balance de nutrientes favorable a la aplicación de los residuos en la zona, permitiría manejar la posibilidad de promover tal destino sin riesgo a generar una ecuación ambiental desfavorable por exceso de nutrientes. Restará en tal caso orientar en el uso y modo de empleo de los residuos para sean efectivamente mejoradores de suelo y además no impacten negativamente sobre el ambiente.

Por otro lado, a la vista de la información recopilada y los resultados obtenidos, en futuros estudios sería conveniente mejorar:

- la localización de la generación de residuos del sector primario de cría de aves (producción de pollos parrilleros y gallinas ponedoras).
- la localización de otras corrientes de residuos.
- caracterización de los residuos enfatizando en su contenido de N, P₂O₅ y K₂O.
- la estimación de la oferta de nutrientes considerando si el residuo puede efectivamente ser aplicado directamente a suelo o requiere de manejo previo, y además, considerando el aprovechamiento de sus nutrientes por parte de los cultivos. Seguramente la oferta resulte menor a la estimada en el presente informe.

6. ANEXO

6.1. Información de partida

6.1.1. Demanda

Tabla 4: Superficie de cultivos considerados para la estimación de la demanda de N, P₂O₅ y K₂O a nivel nacional (MGAP-DIEA, Anuario Estadístico Agropecuario 2014, Censo Agropecuario, 2011).

Departamento	Superficie total explotada (hás)		Superficie (hás) de Cultivos SÍ considerados en la estimación de la demanda								
	A nivel nacional	Considerada en la estimación de demanda	Frutas cítricas	Otros frutales	Viñedos	Cultivos de huerta	Cvs. cereal. e industr. (s/ Arroz y Caña de az.)	Arroz	Caña de azúcar	Cultivos forrajeros anuales	Praderas artificiales
Artigas	1.144.493	90.721	57	48	124	257	31.824	7.012	6.550	16.238	28.611
Canelones	336.805	102.407	866	3.946	4.654	7.754	13.607	0	0	25.169	46.411
Cerro Largo	1.325.852	143.798	0	0	0	3	47.673	30.368	0	18.513	47.241
Colonia	563.177	345.536	69	550	516	190	157.442	0	0	85.599	101.170
Durazno	1.098.847	154.364	63	38	40	18	86.381	5.126	0	28.804	33.894
Flores	502.914	160.820	0	111	0	9	101.992	0	0	23.080	35.628
Florida	973.091	238.516	36	423	45	243	52.856	0	0	70.905	114.008
Lavalleja	944.241	86.395	0	701	10	45	0	25.658	0	18.765	41.216
Maldonado	387.166	32.282	40	1.693	237	88	5.015	0	0	6.379	18.830
Montevideo	15.363	6.513	268	2.084	997	1.452	432	0	0	291	989
Paysandú	1.438.706	239.559	6.575	409	171	110	132.671	7.012	0	43.938	48.673
Río Negro	914.414	297.182	549	148	0	145	217.102	7.012	0	32.871	39.355
Rivera	865.692	66.978	139	12	49	213	22.719	5.126	0	11.553	27.167
Rocha	921.189	165.386	0	2.083	8	464	32.967	30.368	0	16.560	82.936
Salto	1.280.105	92.970	8.252	581	88	2.144	20.036	7.012	0	32.021	22.836
San José	442.926	227.320	1.478	996	475	3.715	59.170	0	0	67.254	94.232
Soriano	839.682	441.943	91	37	11	30	311.525	7.012	0	59.448	63.789
Tacuarembó	1.490.989	110.526	3	30	25	42	44.079	5.126	0	23.524	37.697
Treinta y tres	871.646	126.780	2	1.591	0	13	34.648	30.368	0	10.953	49.205
Total	16.357.298	3.129.996	18.488	15.481	7.450	16.935	1.372.138	167.201	6.550	591.865	933.888

La superficie explotada a nivel nacional que no fue considerada en la estimación de la demanda de N, P₂O₅ y K₂O corresponde a:

- Bosques artificiales
- Bosques naturales
- Tierra preparada
- Tierras de rastrojo
- Campo natural sembrado en cobertura
- Campo natural fertilizado
- Campo natural
- Tierras improductivas y espejos de agua

Tabla 5: Extracción de macronutrientes según rendimiento para cada cultivo considerado.

Cultivo	Rendimiento (kg/hás)	Extracciones (kg/kg)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Cultivos forrajeros anuales	13.917	0,0088	0,0066	0,0134
Cultivos de huerta. Artigas	33.772	0,0023	0,0009	0,0082
Cultivos de huerta. Canelones	16.650	0,0023	0,0009	0,0082
Cultivos de huerta. Montevideo	16.650	0,0023	0,0009	0,0082
Cultivos de huerta. Salto	33.772	0,0023	0,0009	0,0082
Cultivos de huerta. Cerro Largo	33.772	0,0023	0,0009	0,0082
Cultivos de huerta. Colonia	16.650	0,0023	0,0009	0,0082
Cultivos de huerta. Durazno	16.650	0,0023	0,0009	0,0082
Cultivos de huerta. Flores	16.650	0,0023	0,0009	0,0082
Cultivos de huerta. Florida	16.650	0,0023	0,0009	0,0082
Cultivos de huerta. Lavalleja	16.650	0,0023	0,0009	0,0082
Cultivos de huerta. Maldonado	16.650	0,0023	0,0009	0,0082
Cultivos de huerta. Paysandú	33.772	0,0023	0,0009	0,0082
Cultivos de huerta. Río Negro	33.772	0,0023	0,0009	0,0082
Cultivos de huerta. Rivera	33.772	0,0023	0,0009	0,0082
Cultivos de huerta. Rocha	16.650	0,0023	0,0009	0,0082
Cultivos de huerta. San José	16.650	0,0023	0,0009	0,0082
Cultivos de huerta. Soriano	16.650	0,0023	0,0009	0,0082

Cultivo	Rendimiento (kg/hás)	Extracciones (kg/kg)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Cultivos de huerta. Tacuarembó	33.772	0,0023	0,0009	0,0082
Cultivos de huerta. Treinta y Tres	16.650	0,0023	0,0009	0,0082
Arroz. Artigas	8.522	0,0140	0,0050	0,0030
Arroz. Cerro Largo	7.975	0,0140	0,0050	0,0030
Arroz. Durazno	7.650	0,0140	0,0050	0,0030
Arroz. Lavalleja	7.975	0,0140	0,0050	0,0030
Arroz. Paysandú	8.522	0,0140	0,0050	0,0030
Arroz. Río Negro	8.522	0,0140	0,0050	0,0030
Arroz. Rivera	7.650	0,0140	0,0050	0,0030
Arroz. Rocha	7.975	0,0140	0,0050	0,0030
Arroz. Salto	8.522	0,0140	0,0050	0,0030
Arroz. Soriano	8.522	0,0140	0,0050	0,0030
Arroz. Tacuarembó	7.650	0,0140	0,0050	0,0030
Arroz. Treinta y Tres	7.975	0,0140	0,0050	0,0030
Caña de azúcar	56.183	0,0009	0,0006	0,0020
Cultivos cerealeros e industriales sin arroz y caña azúcar	2.922	0,0221	0,0093	0,0124
Frutas cítricas	17.476	0,0016	0,0005	0,0023
Praderas artificiales	8.000	0,0068	0,0048	0,0165
Otros frutales	12.141	0,0029	0,0011	0,0035
Viñedos	8.503	0,0070	0,0021	0,0090
Viñedos. Canelones	13.017	0,0070	0,0021	0,0090
Viñedos. Montevideo	13.008	0,0070	0,0021	0,0090

Cultivo	Rendimiento (kg/hás)	Extracciones (kg/kg)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Viñedos. San José	12.204	0,0070	0,0021	0,0090
Viñedos. Colonia	9.229	0,0070	0,0021	0,0090
Viñedos. Paysandú	10.898	0,0070	0,0021	0,0090
Viñedos. Maldonado	4.777	0,0070	0,0021	0,0090
Viñedos. Durazno	10.068	0,0070	0,0021	0,0090
Viñedos. Florida	10.295	0,0070	0,0021	0,0090
Viñedos. Salto	7.575	0,0070	0,0021	0,0090
Viñedos. Artigas	3.002	0,0070	0,0021	0,0090
Viñedos. Rivera	5.938	0,0070	0,0021	0,0090
Viñedos. Tacuarembó	6.488	0,0070	0,0021	0,0090
Viñedos. Rocha	9.025	0,0070	0,0021	0,0090
Viñedos. Soriano	5.316	0,0070	0,0021	0,0090
Viñedos. Lavalleja	6.705	0,0070	0,0021	0,0090

6.1.2. Oferta

La información de residuos generados a nivel departamental utilizada para cuantificar oferta de N, P₂O₅ y K₂O fue estimada por Biovalor y tanto la metodología de cálculo como los valores alcanzados se detallan en el documento “Cuantificación de residuos generados en los sectores agroindustriales” disponible en la web del proyecto (<http://biovalor.gub.uy/informes-tecnicos>).

Para determinar el contenido de N, P₂O₅ y K₂O de las distintas corrientes de residuos abarcadas se usó la información que se detalla a continuación.

Tabla 6: Contenido de N, P₂O₅ y K₂O según corriente de residuos (kg/kg MS)

Sector. Residuo	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Avícola. Camas	0,1560	0,0307	0,0112
Avícola. Excretas	0,0595	0,0573	0,0126
Avícola. Barros	0,0560		
Avícola. Plumas	0,1500	0,0268	0,0022
Avícola. Residuos faena	0,0530		
Azúcar y Alcohol. Cachaza	0,0048	0,0151	0,0028
Azúcar y Alcohol. Ceniza	0,0007	0,0067	0,0110
Azúcar y Alcohol. Levadura	0,0162	0,0119	0,0236
Azúcar y Alcohol. Lodo	0,0012	0,0012	0,0010
Cervecería - Maltería. Residuos	0,0400		
Curtiembre. Pelos	0,0370	0,0032	0,0006
Curtiembre. Recorte cuero	0,1300		
Curtiembre. Trinchado	0,0050		
Engorde a corral. Excretas	0,0350	0,0344	0,0270
Frigorífico. Lodos PTE	0,0300	0,0300	0,0050
Frigorífico. Sólidos aguas verdes	0,0026	0,0060	
Lanera. Polvo	0,1030	0,0069	0,0014
Producción intensiva de porcinos. Excretas	0,0850	0,1832	0,0600
Tambo. Excretas	0,0123	0,0066	0,0049

Ilustración 1: Interpretación de la carta de erosión antrópica.

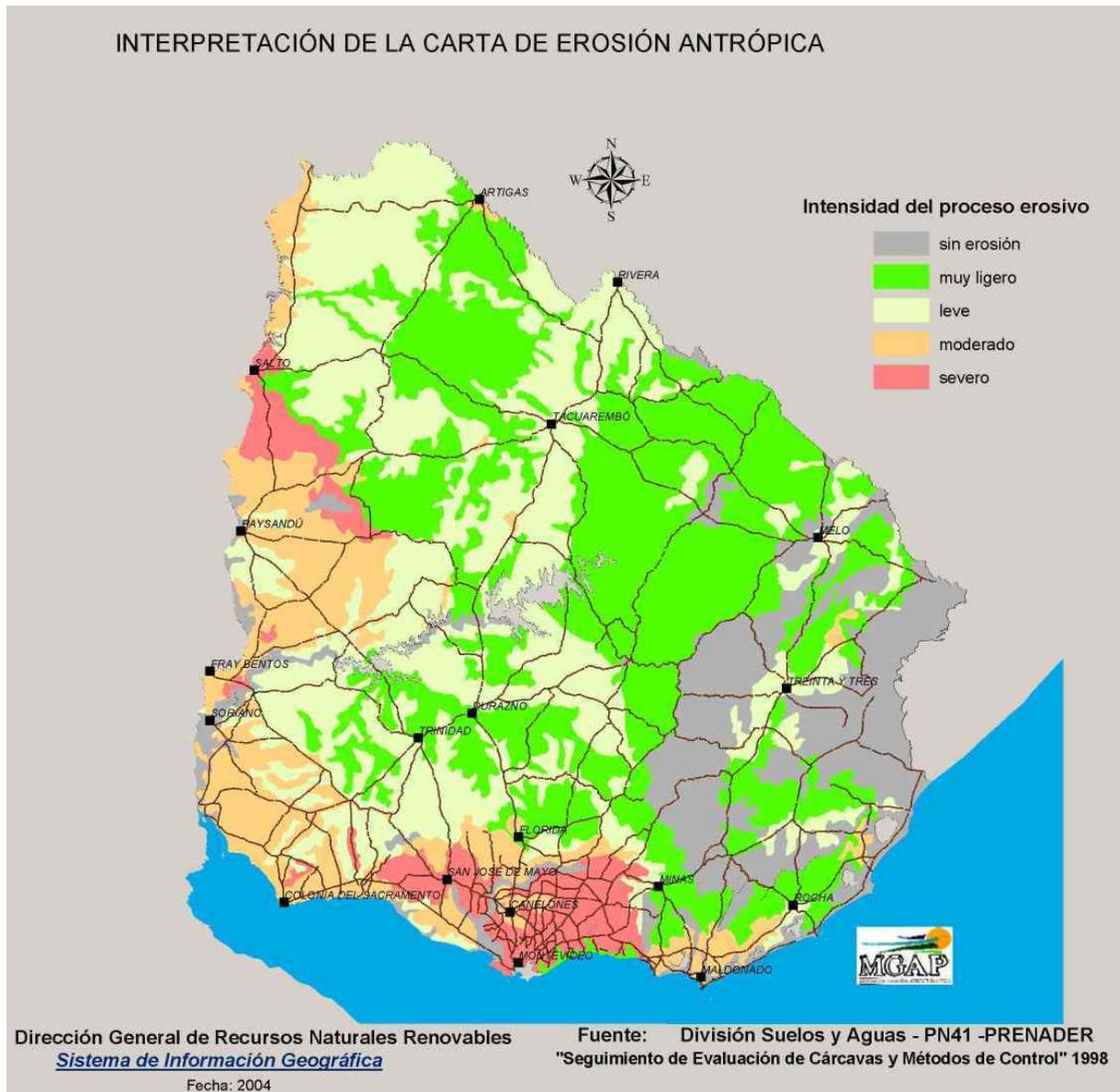
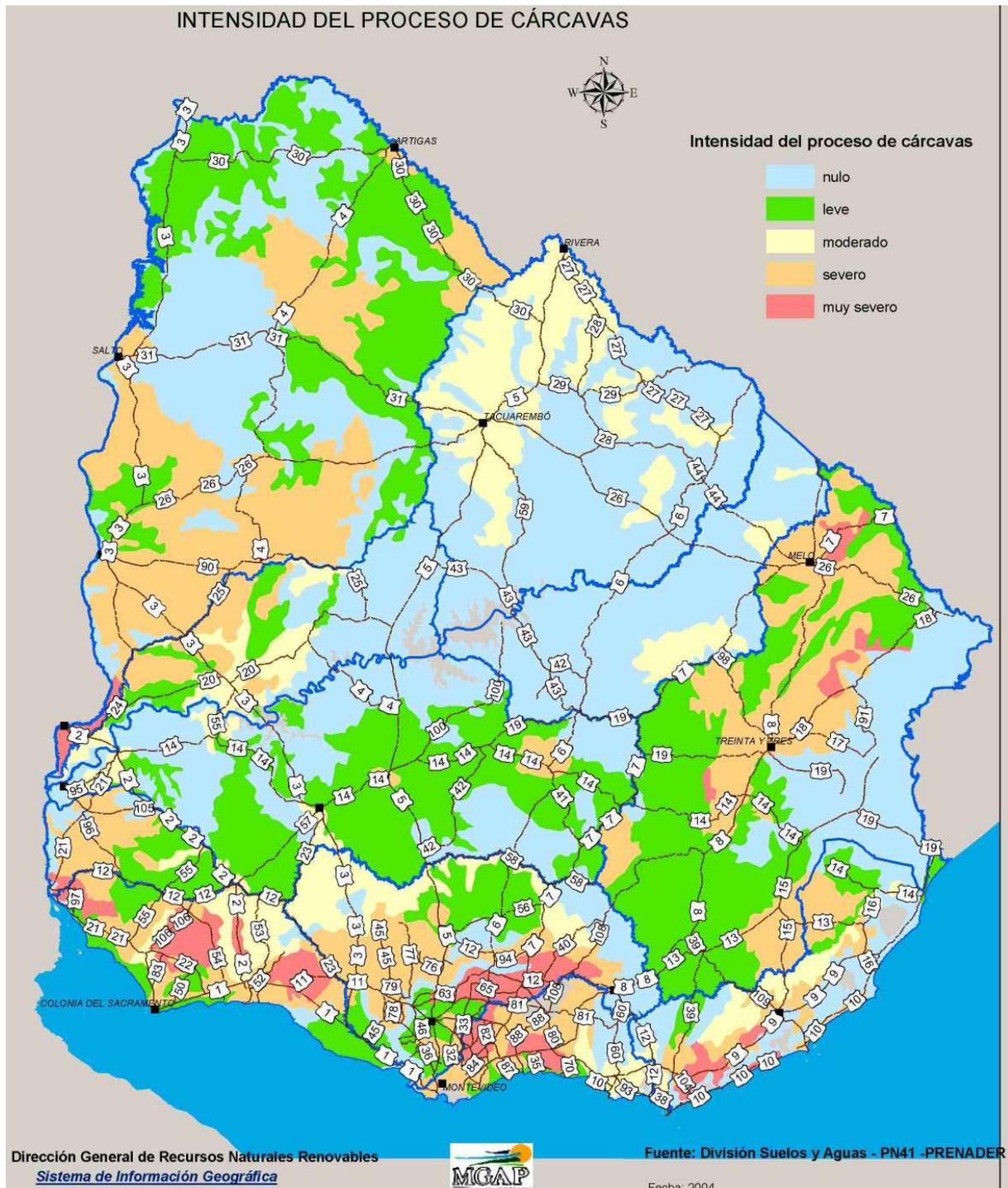


Ilustración 2: Intensidad del proceso de cárcavas.



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Demanda (t/año) de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O asociadas al conjunto de cultivos considerados de cada departamento.	6
Tabla 2: Oferta (t/año) de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O de los residuos considerados a nivel departamental.	7
Tabla 3: Diferencia entre la oferta de nutrientes y la demanda de los mismos por parte de los cultivos según departamentos.	8
Tabla 4: Superficie de cultivos considerados para la estimación de la demanda de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O a nivel nacional (MGAP-DIEA, Anuario Estadístico Agropecuario 2014, Censo Agropecuario, 2011).	19
Tabla 5: Extracción de macronutrientes según rendimiento para cada cultivo considerado.....	20
Tabla 6: Contenido de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O según corriente de residuos (kg/kg MS).....	23

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Interpretación de la carta de erosión antrópica.	24
Ilustración 2: Intensidad del proceso de cárcavas.	25

BIBLIOGRAFÍA

- Barbazán Mónica, del Pino Amabelia, Moltini Carlos, Hernández Jorge, Rodríguez Jimena. (2011). Caracterización de materiales orgánicos aplicados en sistemas agrícolas intensivos del Uruguay. *Agrociencia Uruguay*; vol. 15, 82-92.
- Borzacconi Liliana, Passeggi Mauricio, López Iván, Castelló Elena, Odriozola Magela, Borges Luis Ignacio, Pinotti Gianina. (2015). *Identificación de residuos en el Uruguay pasibles de ser valorizados por digestión anaerobia y estimación de su potencial de metanización*. Montevideo. Montevideo: BIOPROA Instituto de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, UDELAR.
- Catalá María del Mar, Pla Eva, Ortíz Carlos, Murillo Gemma. (5 de Febrero de 2013). Fertilización del Arroz. *XI Jornada Técnica del Arroz*. <http://www.recercat.cat>.
- Mancassola Victoria, Casanova Omar. (Marzo de 2015). Balance de nutrientes de los principales productos agropecuarios de Uruguay para los años 1990, 2000 y 2010. ([http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/1FBFE76748E1474185257E0A0065CD05/\\$FILE/2.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/1FBFE76748E1474185257E0A0065CD05/$FILE/2.pdf), Ed.) *IAH* 17, 2 - 13.
- Marcos, C. S. (Setiembre de 1999). El Nitrógeno, Fósforo y Potasio en la Caña de Azúcar. *liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar-DIECA*-. San José, Costa Rica.