

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

M^a Florencia Benzano Naguila

Proyecto ONUDI 120323 - Proyecto Biovalor; MIEM-MGAP-MVOTMA.

Ing. Agr. especialización Producción Vegetal Intensiva, Maestría de la UDELAR en Ciencias Vegetales. Experiencia de trabajo en manejo y valorización de residuos agropecuarios y agroindustriales y en las normativas asociadas.

Proyecto ONUDI 120323

TEMA: 03.

CUENCA: todas, porque el estudio refiere a un análisis con visión nacional.

ODS: 12.



Dirección del autor principal (*): Sarandí 620 – Montevideo – Montevideo – 11000 – Uruguay – 2840 1234 int 8810 – e-mail: Florencia.Benzano@miem.gub.uy

RESUMEN

Atendiendo que en varios sectores productivos generadores de residuos, las características productivas permitirían su aplicación al terreno, se estudió a nivel nacional y según departamento, la relación entre la oferta de N, P₂O₅ y K₂O en los mismos y la demanda por parte de los cultivos y praderas existentes en la misma base territorial, de modo de determinar si a priori se detecta alguna restricción al manejo considerado. Los resultados obtenidos indican que a nivel nacional el pool de cultivos existente y la demanda que los mismos presentan por tales macronutrientes, permitiría la aplicación de los residuos a campo, dado que la demanda total excede la oferta que puede llegar a existir en los residuos asumiendo 100% de disponibilidad de nutrientes una vez aplicados al suelo, la que alcanzaría para cubrir el 11, 10 y 2% de la demanda de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente. Cuando tal análisis se realiza a nivel departamental la relación se mantiene en todos los departamentos excepto en Montevideo y Canelones, respondiendo a que en éstos últimos es donde se generan más residuos y además en el segundo, se registran las menores demandas de los citados macronutrientes. A la vista de los resultados se concluye que en los departamentos donde la ecuación es desfavorable, es de relevancia ajustar los valores de oferta, ajustando la disponibilidad que los nutrientes tendrán una vez aplicados los residuos al suelo, y caracterizando y/o ubicando aquellos residuos que en el presente análisis no pudieron ser considerados, 7% del total nacional generado en BS, de los que el 43% se ubica en Montevideo. En la zona sur de nuestro país, existen suelos erosionados que se verían favorecidos por el uso de los residuos como mejoradores de suelos. Una relación favorable a la aplicación de los residuos en la citada zona, permitiría manejar la posibilidad de promover tal destino y bajo determinados manejos, favoreciendo la restauración de suelos y sin riesgo de generar una ecuación ambiental desfavorable por exceso de nutrientes en la zona.

Palabras Clave (en negritas): aplicación, demanda, macronutrientes, oferta, residuos.

INTRODUCCION

El proyecto Biovalor, es un proyecto del Gobierno Uruguayo, que surge de la articulación de tres ministerios: el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM/DNE), el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente a través de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (MVOTMA/DINAMA) y el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP).

El 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 GEI), a través del desarrollo y transferencia de tecnologías adecuadas. Es cofinanciado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, 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 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.

Atendiendo que en varios de los sectores productivos generadores de residuos considerados por el proyecto, las características productivas de éstos últimos permitiría su aplicación al terreno, se estudió a nivel nacional y según departamento, la relación entre la oferta de N, P₂O₅ y K₂O en los mismos y la demanda por parte de los cultivos y praderas, de modo de determinar si a priori se detecta alguna restricción al manejo considerado.

OBJETIVO

Estudiar la relación entre la oferta de N, P₂O₅ y K₂O en los residuos generados en los sectores agropecuarios y agroindustriales abarcados por el Proyecto ONUDI 120323 y la demanda de los mismos por parte de los cultivos y praderas, a nivel nacional y departamental.

Determinar si tal relación indica restricciones para su uso como enmiendas orgánicas en su estado fresco, tanto a nivel nacional como departamental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para estimar la demanda de N, P₂O₅ y K₂O a nivel nacional y departamental se empleó la siguiente metodología:

Ecuaciones empleadas:

Oferta de macronutrientes en los residuos (ton) / departamento = G x C

G: cantidad total de residuo generado / sector productivo, según departamento (publicado en <http://biovalor.gub.uy/informes-tecnicos>) (ton BS/año).

C: contenido de cada macronutriente considerado según corriente de residuo (ton de macronutriente / ton de residuo BS)

Demanda de macronutriente de los cultivos y praderas /departamento (ton/departamento)= S x R x E

S: superficie de cultivos y praderas considerados (hás) / departamento.

R: rendimiento de cada cultivo y praderas (ton/hás).

E: extracción de cada macronutriente (ton de macronutriente extraído / ton cosechada).

Oferta – demanda de cada macronutriente = O – D.

O: Oferta de cada macronutriente en los residuos (ton) / departamento.

D: Demanda de macronutriente de los cultivos y praderas / departamento (ton/departamento).

Para definir la generación de residuos en cada sector productivo según departamento: se empleó la información estimada en el marco del proyecto Biovalor. La composición de N, P₂O₅ y K₂O de cada corriente de residuos se determinó considerando variadas fuentes: Barbazán *et al.*, (2011), Borzacconi *et al.*, (2015), e informe interno de Fichtner – Resa de 2015. Es importante destacar que 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), 93.2% si consideramos los residuos mapeados a nivel departamental. El 6.8% restante no pudo ser considerado por diversas razones, falta de ubicación y/o composición, según se detalla a continuación. En los sectores Procesamiento y empaque de frutas y verduras, Bodegas y Sidrerías e Industria Oleaginosa – Almazaras no se dispone de información de generación de residuos a nivel departamental. En los sectores Elaboración de productos cárnicos e Industria láctea no se dispone de caracterización de sus residuos. De las corrientes de residuos “Sólidos de aguas rojas” y “Barros grasos” de Frigoríficos y “Lodos” de Lavaderos de Lana, no se dispone de información de caracterización. Los residuos “Sangre” de Frigorífico y “Suero” de Industria láctea no fueron considerados porque difícilmente su gestión resulte en un aporte directo de nutrientes al suelo. El “Bagazo” generado en el sector Azúcar y Alcohol no se considera un residuo sino un subproducto, mientras que la Vinaza es alcanzada por el D253/79. El sector Producción intensiva de aves fue considerado a pesar de que no se dispone de información departamental precisa, asumiendo que las existencias se distribuyen 50% en Canelones y 50% Montevideo. Por la misma razón en el sector Industrial Aves se estimó que la faena se realiza 40% en Canelones y 60% en Montevideo. Para la estimación de la demanda se empleó información de superficies de cultivos y praderas según departamento y rendimiento promedio según cultivo, MGAP-DIEA, Anuario Estadístico Agropecuario 2014. La extracción estimada de nutrientes según unidad de

producción fue determinada por Fichtner – Resa en el 2015 empleando diversas fuentes de información según se detalla. Fuente de datos propia para determinar extracción de los tres macronutrientes en “cultivos cerealeros e industriales menos arroz y caña de azúcar”, “cultivos forrajeros anuales” y “praderas artificiales”. Fuente de datos propia para determinar extracción de P_2O_5 y K_2O en “otros frutales”, “viñedos” y “frutas cítricas”. Mancassola y Casanova (2015), para determinar la extracción de N de “cultivos hortícolas” y de “frutas cítricas”. Catalá *et al.* (2013), para determinar la extracción de macronutrientes en el “arroz”. Marcos, 1999, para determinar la extracción de macronutrientes de “caña de azúcar”.

RESULTADOS

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se exponen los valores obtenidos a nivel nacional, donde se observa que la demanda excede ampliamente la oferta que puede llegar a estar disponible a partir de los residuos considerados, asumiendo como se indicó previamente 100% de disponibilidad de los mismos una vez aplicados al suelo.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.: Macronutrientes, demanda, oferta y balance a nivel nacional (t/año).

	N	P_2O_5	K_2O
Oferta	25.661	14.039	6.609
Demanda	233.667	134.935	293.253
Balance	-208.006	-120.897	-286.644

Las dos siguientes tablas muestran los valores estimados de oferta de macronutrientes en los residuos y demanda por parte de los cultivos y praderas consideradas a nivel departamental.

Tabla 1: Oferta de N, P_2O_5 y K_2O de los residuos considerados a nivel departamental (t/año).

Departamento	N	P_2O_5	K_2O
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

Tabla 2: Demanda de macronutrientes en el conjunto de cultivos y praderas considerados, según departamento (t/año).

Departamento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
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 3** resulta de la diferencia entre la **Tabla 1** y la **Tabla 2**. Por lo tanto, los valores negativos representan necesidades netas de nutrientes que no serían cubiertas por la oferta de de macronutrientes estimada en los residuos considerados.

Tabla 3: Diferencia entre la oferta y demanda de macronutrientes (ton/año), según departamento.

Departamento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
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

En las tablas siguientes se detalla el aporte estimado de macronutrientes que cada sector productivo realiza a nivel departamental y también la demanda que los cultivos y praderas consideradas en el presente estudio realizan a nivel de los mismos.

Tabla 4: Oferta de N en cada departamento según sector productivo (ton N/año).

Depto.	Az. y Alcohol	Cerv. y Maltería	Curt.	Engorde a corral	Frig.	Ind. Aves	Ind. Lanera	Prod. intensiva aves (ponedoras)	Prod intensiva aves (parrilleros)	Prod. intensiva de porcinos	Tambos	Total
Artigas	35			118	3					32	1	189
Canelones				194	97	306		74	8.085	673	59	9.488
Cerro Largo				5	44					54	6	110
Colonia		206		54	27					370	180	838
Durazno				370	20					33	18	441
Flores				175			50			40	24	290
Florida			4	191			12			192	234	633
Lavalleja				59	3					91	20	173
Maldonado					1					34	5	41
Montevideo		91	72		15	459		74	8.085	100		8.897
Paysandú		235	22	436	14					162	29	898
Rio Negro				789						45	39	873
Rivera				93						22	2	117
Rocha				150	1					100	32	283
Salto				129	30					97	12	268
San Jose				270	2					447	184	904
Soriano				857						112	47	1.017
Tacuarembó				89	2					23	4	117
Treinta y Tres				45	1					35	1	83
Total	35	532	98	4.025	261	765	63	149	16.170	2.663	899	25.661

Tabla 5: Demanda de N en cada departamento según cultivo (ton N/año).

Depto.	Arroz	Caña de azúcar	Cvs. cerealeros e industriales menos arroz y caña azúcar	Cultivos de huerta	Cultivos forrajeros anuales	Frutas cítricas	Otros frutales	Praderas artificiales	Viñedos	Total
Artigas	837	342	2.053	20	1.991	2	2	1.556	3	6.805
Canelones			878	300	3.085	24	137	2.525	424	7.373
Cerro Largo	3.391		3.075		2.270			2.570		11.305
Colonia			10.156	7	10.494	2	19	5.504	33	26.215
Durazno	549		5.572	1	3.531	2	1	1.844	3	11.503
Flores			6.579		2.829		4	1.938		11.351
Florida			3.410	9	8.692	1	15	6.202	3	18.332
Lavalleja	2.996			2	2.300		24	2.242		7.565
Maldonado			324	3	782	1	59	1.024	8	2.201
Montevideo			28	56	36	8	72	54	91	344

Paysandú	837		8.558	9	5.386	185	14	2.648	13	17.650
Río Negro	837		14.005	11	4.030	15	5	2.141		21.044
Rivera	549		1.466	17	1.416	4		1.478	2	4.932
Rocha	3.391		2.127	18	2.030		72	4.512	1	12.150
Salto	837		1.292	168	3.925	232	20	1.242	5	7.722
San José			3.817	144	8.245	42	34	5.126	41	17.448
Soriano	837		20.096	1	7.288	3	1	3.470		31.695
Tacuarembó	549		2.843	3	2.884		1	2.051	1	8.332
Treinta y Tres	3.391		2235	1	1343		55	2677		9701
Total	18.998	342	88.512	770	72.557	520	536	50.804	628	233.667

Tabla 6: Oferta de P₂O₅ en cada departamento según sector productivo (ton P₂O₅/año).

Depto	Az. y Alcohol	Cerv. y Maltería	Curt.	Engorde a corral	Frig.	Ind. Aves	Ind. Lanera	Prod. intensiva aves (ponedoras)	Prod intensiva aves (parrilleros)	Prod. intensiva de porcinos	Tambos	Total
Artigas	108			116	3					70	1	298
Canelones				190	132	29		72	1.590	1.451	32	3.495
Cerro Largo				5	48					116	3	173
Colonia				53	40					797	97	987
Durazno				363	35					71	10	478
Flores				172	1		3			86	13	275
Florida				187			1			414	127	728
Lavalleja				58	5					195	11	269
Maldonado					2					73	3	78
Montevideo			4		21	43		72	1.590	216		1.946
Paysandú			2	428	22					350	16	817
Río Negro				774						98	21	893
Rivera				92						47	1	140
Rocha				148	2					216	17	382
Salto				127	32					210	7	375
San José				265	3					964	99	1.331
Soriano				842						242	25	1.109
Tacuarembó				87	4					49	2	142
Treinta y Tres				44	2					76	1	123
Total	108		6	3.950	349	72	4	143	3.181	5.740	485	14.039

Tabla 7: Demanda de P₂O₅ en cada departamento según cultivo (ton P₂O₅/año).

Depto.	Arroz	Caña de azúcar	Cultivos cereales e industriales menos arroz y caña azúcar	Cultivos de huerta	Cultivos forrajeros anuales	Frutas cítricas	Otros frutales	Praderas artificiales	Viñedos	Total
Artigas	299	228	862	8	1.483		1	1.099	1	3.980
Canelones			369	119	2.298	7	52	1.782	127	4.754
Cerro Largo	1.211		1.291		1.691			1.814		6.007
Colonia			4.264	3	7.817	1	7	3.885	10	15.986
Durazno	196		2.339		2.630	1	1	1.302	1	6.469
Flores			2.762		2.108		1	1.368		6.239
Florida			1.431	4	6.475		6	4.378	1	12.295
Lavalleja	1.070			1	1.714		9	1.583		4.376

Maldonado			136	1	583		22	723	2	1.468
Montevideo			12	22	27	2	28	38	27	156
Paysandú	299		3.593	3	4.012	55	5	1.869	4	9.841
Río Negro	299		5.880	5	3.002	5	2	1.511		10.702
Rivera	196		615	7	1.055	1		1.043	1	2.918
Rocha	1.211		893	7	1.512		28	3.185		6.836
Salto	299		543	67	2.924	69	8	877	1	4.787
San José			1.602	57	6.141	12	13	3.619	12	11.457
Soriano	299		8.437		5.429	1		2.449		16.615
Tacuarembó	196		1.194	1	2.148			1.448		4.988
Treinta y Tres	1.211		938		1.000		21	1.889		5.060
Total	6.785	228	37.161	305	54.046	155	205	35.861	188	134.935

Tabla 8: Oferta de K₂O en cada departamento según sector productivo (ton K₂O/año).

Depto.	Az. y Alcohol	Cerv. y Maltería	Curt.	Engorde a corral	Frig.	Ind. Aves	Ind. Lanera	Prod. intensiva aves (ponedoras)	Prod. intensiva aves (parrilleros)	Prod. intensiva de porcinos	Tambos	Total
Artigas	36			91						23	1	151
Canelones				149	12	2		16	463	475	23	1.141
Cerro Largo				4	7					38	3	52
Colonia				42	3					261	72	378
Durazno				285	2					23	7	317
Flores				135			1			28	10	174
Florida				147						135	94	376
Lavalleja				45						64	8	118
Maldonado										24	2	26
Montevideo			1		2	3		16	694	71		786
Paysandú				337	1					115	12	464
Río Negro				609						32	15	656
Rivera				72						15	1	88
Rocha				116						71	13	199
Salto				100	5					69	5	178
San José				209						316	74	598
Soriano				661						79	19	759
Tacuarembó				68						16	2	86
Treinta y Tres				35						25		60
Total	36		1	3.105	32	6	1	32	1.157	1.880	360	6.609

Tabla 9: Demanda de K₂O en cada departamento según cultivo (ton K₂O/año).

Depto	Arroz	Caña de azúcar	Cultivos cerealeros e industriales menos arroz y caña azúcar	Cultivos de huerta	Cultivos forrajeros anuales	Frutas cítricas	Otros frutales	Praderas artificiales	Viñedos	Total
Artigas	179	729	1.154	71	3.031	2	2	3.777	3	8.948
Canelones			493	1.055	4.698	35	170	6.126	545	13.123
Cerro Largo	727		1.729	1	3.456			6.236		12.148
Colonia			5.710	26	15.978	3	24	13.354	43	35.138
Durazno	118		3.133	2	5.377	3	2	4.474	4	13.111
Flores			3.699	1	4.308		5	4.703		12.716

Florida			1.917	33	13.235	1	18	15.049	4	30.258
Lavalleja	642			6	3.503		30	5.441	1	9.622
Maldonado			182	12	1.191	2	73	2.486	10	3.955
Montevideo			16	198	54	11	90	131	117	615
Paysandú	179		4.812	30	8.202	268	18	6.425	17	19.950
Río Negro	179		7.874	40	6.136	22	6	5.195		19.452
Rivera	118		824	59	2.157	6	1	3.586	3	6.752
Rocha	727		1.196	63	3.091		90	10.948	1	16.114
Salto	179		727	592	5.977	336	25	3.014	6	10.856
San José			2.146	505	12.554	60	43	12.439	52	27.799
Soriano	179		11.298	4	11.097	4	2	8.420	1	31.004
Tacuarembó	118		1.599	12	4.391		1	4.976	1	11.098
Treinta y Tres	727		1.257	2	2.045		68	6.495		10.593
Total	4.071	729	49.763	2.711	110.480	753	665	123.273	807	293.253

Los resultados obtenidos indican que a nivel nacional el pool de cultivos y praderas existente y la demanda que los mismos presentan por los macronutrientes en estudio, permitiría la aplicación de los residuos al suelo, dado que la demanda total excede la oferta que puede llegar a existir en los mismos, asumiendo entre otras cosas 100% de disponibilidad de nutrientes una vez aplicados los residuos al suelo, la que alcanzaría para cubrir el 11, 10 y 2% de la demanda de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente (¡Error! **No se encuentra el origen de la referencia.**). Cuando tal análisis se realiza a nivel departamental la relación se mantiene en todos los departamentos excepto en Montevideo y Canelones (Tabla 3, Tabla 2 y Tabla 3), donde si consideramos el N, el aporte estimado en los residuos superaría la demanda por parte de cultivos y praderas, y si consideramos el P₂O₅ y el K₂O tal situación se mantiene en el depto. Montevideo. Éstos resultados responden a que en éstos departamentos es donde se genera la mayor cantidad de residuos expresados en Base Seca, Benzano *et al.* (2016), y además en la capital es donde se registran las menores demandas de los macronutrientes considerados, dada la baja producción de cultivos agrícolas y praderas (Tabla 2, Tabla 5, Tabla 7 y Tabla 9). Si consideramos el aporte de macronutrientes que cada sector productivo realiza a nivel departamental, el desfase observado en éstos departamentos entre oferta y demanda de macronutrientes, parece responder a la incidencia que tiene la presencia de predios donde se producen pollos parrilleros, cuyo residuo, la cama de pollo, presenta alto contenido de nutrientes, especialmente de N, traduciéndose tal situación en importantes aportes de nutrientes en comparación con los restantes sectores considerados (Tabla 4, Tabla 6 y Tabla 8). En el caso de Montevideo, a la anterior circunstancia se le suma que el 43% de los residuos no mapeados, que son el 7% del total estimado, se ubican en éste departamento, por lo que la oferta de macronutrientes estimada puede llegar a ser mayor.

A partir de la información presentada en tablas en el presente artículo, se generaron mapas que están disponibles en el sitio web de Biovalor (<http://biovalor.gub.uy>). En los mismos se muestra la distribución de la oferta y la demanda de N, P₂O₅ y el K₂O a nivel departamental, así como la diferencia entre ambas.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Los resultados muestran una demanda nacional de N, P₂O₅ y K₂O marcadamente superior a la potencial oferta que puede haber de los mismos en los residuos agropecuarios y agroindustriales generados a nivel nacional considerados en el presente estudio. O sea que el área de cultivos y praderas existente a nivel nacional es más que suficiente para aprovechar los macronutrientes que contienen los residuos generados, por lo que a nivel nacional un destino posible para los mismos es emplearlos como enmiendas orgánicas, restando de todos modos atender determinados parámetros agronómicos, para no generar una ecuación ambiental desfavorable por excesos de nutrientes. Cabe destacar que la demanda supera ampliamente la oferta incluso sobreestimando la segunda, dado que, sean residuos que no requieren de manejo previo aplicación al suelo o que sí lo requieren, la disponibilidad de sus nutrientes para los cultivos será menor al 100% considerado en el presente estudio. Teniendo en cuenta la relación oferta - demanda según departamento, solamente en Montevideo y Canelones se aprecia un excedente

de nutrientes, Nitrógeno en ambos casos, respecto a la demanda establecida sobre la misma base territorial. A la vista de los resultados obtenidos en éstos departamentos, se entiende necesario a futuro 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 observado en la oferta. Específicamente en la zona sur, donde existen suelos erosionados, una ecuación favorable y/o un manejo que posibilite la aplicación de los residuos como enmiendas orgánicas, potenciaría la opción de transformar un pasivo ambiental en un activo, ya que su uso recompondría, aunque sea parcialmente y a mediano-largo plazo, los suelos degradados. En éste sentido será determinante orientar a los usuarios en el manejo y modo de empleo de los residuos para que sean efectivamente enmiendas orgánicas que mejoren la condición del suelo y no impacten negativamente sobre el ambiente.

Agradecimientos. – A los consultores de Fichtner – Resa, Ing. David Herránz e Ing. Joan Carles Moré, por la metodología de estudio y los diversos valores aportados durante la realización de la consultoría contratada por Proyecto ONUDI 120323, Proyecto Biovalor.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.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.
- 2.Benzano Florencia, Emmer Víctor, González María José. (2016). Cuantificación de residuos generados en sectores agroindustriales uruguayos. <http://biovalor.gub.uy/documents/20182/22680/Cuantificaci%C3%B3n+de+residuos+s%C3%B3lidos/646a751a-4cab-49c2-9901-9cc309dce637>.
- 3.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.
- 4.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>.
- 5.Mancassola Victoria y 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/1FBFE76748E1474185257E0A0065CD05/\\$FILE/2.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/1FBFE76748E1474185257E0A0065CD05/$FILE/2.pdf), Ed.) IAH 17, 2 - 13.
- 6.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.