

COSTOS DE IMPLANTACIÓN Y PRODUCCIÓN DEL ARUNDO DONAX.L CON DESTINO ENERGÉTICO EN LA REGIÓN CENTRO BONAERENSE

D. Menici, K. Block, L. Lázaro, C. Bongiorno y J. M. Ressia

Centro de Investigaciones Integradas sobre Sistemas Agronómicos Sustentables (CIISAS)

Facultad de Agronomía de Azul. UNCPBA.

Av. República de Italia 780, Azul, CP 7300, Provincia de Buenos Aires.

(54) (2281) 433291/3. E mail danielamenici@faa.unicen.edu.ar

Recibido: 02-05-2022; Aceptado: 31-05-2022.

RESUMEN.- La producción de cultivos energéticos podría constituir una alternativa de diversificación para establecimientos agropecuarios de la región Centro Bonaerense. Uno de los principales por su alta producción de biomasa y bajos requerimientos de insumos es el Arundo donax L. (caña de Castilla). Se trata de un cultivo plurianual de producción y cosecha anual, con dos etapas productivo-económicas diferenciadas: i) una de establecimiento del cultivo y ii) otra productiva. El inicio del cultivo puede realizarse por: plantines, rizomas o esquejes. Se determinaron los costos directos explícitos de ambas etapas, incluidos recolección y transporte, de esta herbácea perenne con destino a la combustión directa para la generación de energía térmica de una empresa cementera local. Algunos resultados arrojan que la alternativa de implantación más cara es por lejos la de plantines, le siguen con gran diferencia la de rizomas y más aún, la de esquejes. Del análisis porcentual de los costos en la segunda etapa se observa que la cosecha se convierte en un punto crítico representando el 70% del costo. El trabajo es un análisis parcial con resultados específicos para, en una próxima etapa, determinar la conveniencia o no de incorporar el Arundo donax L en un establecimiento de la región.

Palabras claves: Cultivos energéticos. Arundo donax L. Costos. Diversificación

COSTS OF PLANTING AND PRODUCTION OF ARUNDO DONAX.L FOR ENERGY USE IN THE CENTRAL REGION OF THE PROVINCE OF BUENOS AIRES

ABSTRACT. - Energy crops could constitute a diversification alternative for farms in the Central Buenos Aires region. Due to its high biomass production and low input requirements, Arundo donax L. (Giant reeds) is one of the most promising crops for this purpose. It is a perennial crop of annual production and has two different productive-economic stages: i) the crop establishment and ii) the production stage. The establishment of the crop can be from seedlings, rhizomes, or cuttings. The explicit direct costs of both stages of Arundo production for direct combustion thermal energy in a local cement company were determined. Costs included collection and transport. The results show that seedlings were the most expensive implantation alternative, followed far behind by rhizomes and cuttings. Harvest is a critical point, rising to 70% of the cost in the production stage. The work is a partial analysis with specific results; in the next step, we will search for the convenience of incorporating Arundo donax L in a farm in this region.

Keywords: Energy crops. Giant reeds. Arundo donax L. Production costs. Crop diversification

1. INTRODUCCIÓN

En los años 70 la crisis del petróleo trajo aparejado el incremento del precio del crudo y sus derivados, así como una gran preocupación mundial respecto de posibles desabastecimientos. Esto motivó el desarrollo de fuentes alternativas de energía, especialmente en aquellos países con gran dependencia exterior de estos insumos. Con el tiempo, la necesidad de lograr un desarrollo sostenible, y los efectos producidos por el cambio climático, hicieron que la comunidad mundial tomara medidas internacionales y regionales para favorecer la introducción de las fuentes de energía renovables.

La biomasa es una fuente de energía renovable que deriva directa o indirectamente del proceso de la fotosíntesis. Dentro de los diferentes tipos de biomasa se encuentran los cultivos energéticos. Los mismos tienen como única finalidad su aprovechamiento como energía, y brindan a los productores rurales la posibilidad de diversificar las opciones de cultivos y acceder a nuevos mercados, aunque con desafíos específicos. En comparación con los cultivos para alimento, la economía de los cultivos lignocelulósicos es particular, porque en general tienen mayores rendimientos de materia seca y menores niveles de insumos, pero mayores costos de establecimiento (Maletta y Lasorella, 2014).

Dentro de la categoría de los cultivos energéticos está el cultivo de caña de Castilla (*Arundo donax* L. AD). JámboryTörök (2019) señalan que en otras partes del mundo el AD tiene un alto potencial económico para laproducción de biomasa principalmente en zonas marginales y tierras desfavorecidas explotadas por pequeños agricultores. Bonfante et al. (2017) consideran que los establecimientos agropecuarios se dedicarán sólo parcialmente a la bioenergía introduciendo cultivos perennes como el AD para la producción de bioenergía en lotes de mediana a baja productividad.

El presente trabajo tuvo como objetivo la estimación de los costos de implantación y producción del AD con destino energético, como una posible alternativa de diversificación de la explotación agropecuaria en la región Centro Bonaerense. Resulta de fundamental importancia que al tiempo que se evalúan los aspectos técnicos-productivos del cultivo, sean considerados y estudiados los aspectos económicos de modo de generar información confiable e imprescindible para la toma de decisiones por parte de los productores.

El punto de partida del estudio fueron las investigaciones científicas preliminares y aún en curso de la producción de biomasa del AD en la región, llevadas adelante por el grupo de investigación de la Facultad de Agronomía de Azul de la UNCPBA en el marco del proyecto Estratégico de Investigación Desarrollo y Transferencia (PEIDyT-FII-03-02E, 2019): *Arundo Donax* L. como fuente de bioenergía para la sustitución de combustibles fósiles. Desde allí se estudió el comportamiento agronómico y tecnológico de esta herbácea perenne para ser utilizada, en su “vía seca” y en combustión directa, para la producción de energía térmica.

La institución privada vinculada en el marco del proyecto mencionado fue la empresa Cementos Avellaneda S.A. (CASA), quién durante los últimos años se enfocó en la búsqueda de fuentes alternativas de combustibles, tanto para sostener su producción de cemento en época invernal – cuando tiene prioridad de uso del gas natural el sector residencial-, como para abaratar costos y disminuir el impacto de las emisiones de gases de efecto invernadero.

2. ASPECTOS TEÓRICOS-METODOLÓGICOS

Desde el intercambio interdisciplinario de las áreas tecnológica y económica involucradas en el proyecto, pudieron establecerse los esquemas y estructuras necesarios para el cálculo de los costos. Se definió la división del proceso económico-productivo del *Arundo Donax* L en dos etapas fundamentales: i) etapa de establecimiento del cultivo y ii) etapa productiva, incluida la cosecha y el transporte. En la etapa de establecimiento, las posibilidades tecnológicas y la disponibilidad del material para la plantación permiten tres formas de inicio del cultivo: a) a partir de plantines de micropropagación b) a partir de rizomas y c) a partir de esquejes.

Delineadas las etapas y las posibilidades de comienzo del cultivo, se procedió a la confección para cada una, del detalle taxativo de las tareas, labores, calendario de las distintas labores, mano de obra necesaria, insumos recomendados disponibles en el mercado, dosis, cantidades a emplear, etc.

Con la información y datos procesados y sistematizados se procedió a la elaboración de un costo parcial en el que se

incluyeron sólo los costos explícitos directos. De acuerdo a Gonzales y Pagliettini (2013), los costos pueden definirse con diferentes propósitos y por lo tanto clasificarse de diversas maneras. Los costos explícitos comprenden los gastos y las amortizaciones; en tanto que los costos directos son los atribuibles a la actividad productiva bajo análisis, a diferencia de cuando se persigue conocer el resultado económico de un establecimiento en su conjunto (Van Den Bosch et al. 2011).

Van Den Bosch et al. (2011) señalan que en este tipo de cultivos, la etapa del establecimiento comienza en el año en que se realiza la plantación hasta alcanzar la productividad potencial. Mientras que en la etapa productiva o de madurez, el cultivo ha alcanzado su potencial y la producción se vuelve constante a lo largo de los años, y solo varía en función de condiciones ambientales y de algunas fisiológicas vinculadas al genotipo.

Por su parte, Fagnano et al. (2015) y Bonfante et al. (2017), consideran que para este cultivo en particular en Europa, la etapa de establecimiento abarcaría desde la plantación hasta el tercer a cuarto ciclo, mientras que la etapa productiva se extendería por al menos 10 años más. Otros autores (Angelini et al. 2009) mencionan una tercera etapa de rendimientos decrecientes luego de la etapa de crecimiento estacionario.

El *Arundo Donax* L es un cultivo que una vez iniciada su producción, lo hace durante varios años. Es decir que es una plantación de ciclo productivo plurianual con producción y cosecha anual. Las erogaciones necesarias en la etapa de establecimiento del cultivo dependerán de la modalidad de inicio del cultivo y conllevarán aquellas que son realizadas en el momento previo y en la misma implantación, más las que se efectúan en el período de crecimiento hasta la estabilización de la plantación. Estas erogaciones contribuyen a aumentar el valor del cultivo y por lo tanto constituyen inversiones y forman parte de la base de cálculo de la amortización del cultivo.

En la etapa productiva, no se observan diferencias de manejo agronómico según las distintas modalidades de inicio de cultivo analizadas, sin embargo, al momento de la determinación de los costos la diferencia estará dada por el valor de la cuota de amortización del cultivo, que dependerá de la forma seleccionada para dar comienzo al cultivo.

Como se ha mencionado, el objetivo perseguido en esta primera evaluación fue la estimación de un costo parcial para la actividad mencionada, en la que se consideraron solo los costos explícitos directos. Los costos directos, son los que origina (adiciona) la alternativa bajo estudio. Es decir, comprenden aquellos que inciden en su totalidad sobre cada actividad de la explotación agropecuaria, mientras que los indirectos son aquellos que sólo inciden parcialmente.

Los indirectos no están específicamente relacionados a la obtención de productos para la venta, sino que son realizados para mantener toda la estructura que posibilita y motoriza el conjunto de actividades de la empresa agropecuaria.

En cuanto a los costos explícitos, también denominados contables u objetivos, éstos contemplan los gastos propiamente dichos y las depreciaciones. En esta primera exploración no se incluyeron los costos implícitos, que reflejan la remuneración implícita de los factores de la producción, y que sumados a los costos explícitos comprenden la totalidad de los costos contemplados por la

teoría económica. Los costos implícitos, también denominados costo de oportunidad, son costos imputados o subjetivos, y son la antítesis de los anteriores. Los costos implícitos contemplan las alternativas que se abandonan para ganar dinero cuando se selecciona otra determinada decisión de inmovilización del capital.

Según Van Den Bosch et al. (2011) "...en un costo se deben computar todas las asignaciones requeridas para garantizar la continuidad de la producción. No involucra únicamente gastos en efectivo, sino también otros tipos de imputaciones y retribuciones que es necesario considerar a efectos de que los factores de producción permanezcan en la explotación, es decir amortizaciones y costos de oportunidad de los recursos. Por lo tanto, costo no es sinónimo de gasto, puesto que éste constituye sólo una parte de ellos..."

La consideración en este trabajo solo de los costos explícitos directos está relacionada con la obtención de un costo de implantación y producción orientativo, determinado *ex ante*, y que permita una primera aproximación y dimensión del desembolso de efectivo necesario para esta actividad productiva.

A continuación se exponen algunas observaciones metodológicas anexas que facilitarán la comprensión del trabajo:

- ❖ Se presentan los costos de las i) etapa de establecimiento del cultivo y ii) etapa productiva, incluidos cosecha y transporte. La etapa de establecimiento del cultivo se analiza en sus tres alternativas: a) plantines, b) rizomas y c) esquejes.
- ❖ En cualquiera de las tres modalidades de inicio del cultivo, el desembolso del primer año comprende la casi totalidad de la inversión necesaria, por lo que se la denomina etapa de establecimiento del cultivo y se utiliza de base para el cálculo de las amortizaciones del cultivo.
- ❖ La etapa productiva comprende entonces desde el 2º año de vida del cultivo en adelante.
- ❖ Se determinan los costos de insumos, labores y mano de obra necesaria en \$/Ha. Los costos totales se expresan en \$/ Ha y en U\$S/ Ha, y los unitarios se expresan en U\$S/ rollo y en U\$S/ Tn.
- ❖ El relevamiento de los precios se efectuó durante el mes de enero de 2021.
- ❖ Todos los precios se establecieron netos del Impuesto al Valor Agregado (IVA).
- ❖ Los precios de los insumos, el valor UTA, son los publicados en la Revista Márgenes Agropecuarios, edición Enero de 2021.
- ❖ El precio del dólar es el publicado por el Banco Nación Argentina tipo vendedor, promedio para el mes de enero de 2021 hasta la fecha del informe, 22/01/2021.
- ❖ El transporte en todos los casos se consideró contratado.
- ❖ Las referencias para establecer el valor del transporte de plantines, rizomas, esquejes, rollos, se obtuvieron de informantes calificados.
- ❖ Todas las labores se consideraron contratadas.
- ❖ La cosecha también se consideró contratada con valores

Tabla 1: Costos de implantación a partir de plantines de micropropagación.

de mercado para la henificación de rollos de 270 kg de MS con 1,20 metros de diámetro (incluye segado/acondicionado + eventual rastrillado + confección + juntado del campo). Se supone la entrega de los rollos en la cementera.

- ❖ En cuanto a los Derechos de extracción de rizomas y/o esquejes para la plantación, se estableció como supuesto que tanto la extracción de los rizomas y de los esquejes podrían obtenerse de cañaverales silvestres, y que por los mismos no se paga un canon o derecho de extracción. Si, se contemplaron todas las erogaciones que corresponderían por las tareas de extracción, corte, traslado, mano de obra, etc. de los rizomas y/o esquejes.
- ❖ El valor de las horas hombre se determinó en base al valor del jornal del peón rural con los Aportes y Contribuciones a la seguridad social según la Escala Salarial de Trabajadores Agrarios establecida por la Comisión Nacional de Trabajo Agrario en la Resolución 94/ 2020 con vigencia desde el 1º de noviembre de 2020, hasta el 31 de julio de 2021.
- ❖ Depreciaciones de las maquinarias y equipos necesarios: no se contemplan dado que todos los servicios se consideran contratados.
- ❖ El valor de la cuota de amortización del cultivo se determinó para cada una de las alternativas de inicio de la plantación. El método empleado es el lineal. La cuota de amortización se obtiene del cociente entre el costo de implantación (valor a nuevo) y la vida útil de cultivo.
- ❖ Para el cálculo de la cuota de amortización del cultivo se consideró que la etapa de establecimiento del cultivo – 1º año - incluye todas las actividades e insumos necesarios para la implantación.
- ❖ La vida útil del cañaveral se considera de 20 años.
- ❖ No se consideró el valor de arrendamiento de la tierra.
- ❖ Se propone una plantación bajo labranza convencional.
- ❖ Se presta especial atención al control inicial de malezas perennes (especialmente gramíneas), dado que serían las de más difícil control una vez establecido el cultivo.

3. RESULTADOS

3.1. Etapa de establecimiento del cultivo.

En las tablas 1, 2 y 3 se presentan la estructura de costos de implantación del cultivo y todos los conceptos involucrados para su determinación, así como las cuotas de amortización del cultivo, en función de las alternativas de inicio posibles.

En valores absolutos, los costos de implantación a partir del inicio del cultivo con plantines, resultan los más elevados, le siguen los costos de implantación por rizomas y finalmente con una gran diferencia la implantación por esquejes. Los montos determinados fueron de 2.842 U\$S/ Ha, 751 U\$S/ Ha y 358 U\$S/ Ha respectivamente. Las cuotas de amortización según la modalidad de inicio del cultivo, también se ordenan en el sentido mencionado con valores aproximados de 142 U\$S/ Ha, 38 U\$S/ Ha y 18 U\$S/ Ha.

En las figuras 1, 2 y 3 se exhibe la incidencia en términos porcentuales de los distintos componentes del costo respecto del costo total de implantación.

COSTO DE IMPLANTACIÓN	Cantidad /Ha	Unidad de medida	Precio unitario	\$/Ha
Materia orgánica, Fósforo p/millon, Ph.	1		1.030,00	1.030,00
Subtotal Análisis de suelo				1.030,00
Pulverización mecanizada	0,6	UTA	2.607,84	1.564,70
Glifosato	8	Lts	298,82	2.390,52
2,4D	0,8	Lts	534,25	427,40
Atrazina	7	Lts	298,82	2.091,71
S-Metolacloro	3	Lts	941,72	2.825,16
Subtotal Control de malezas y Barbecho químico				9.299,49
Cinzel (labor profunda)	1,2	UTA	2.607,84	3.129,41
Disco Doble acción (preparación del suelo)	1	UTA	2.607,84	2.607,84
Subtotal Laboreo del suelo				5.737,25
Plantines de micropropagación	10000	plantines	22,64	226.375,00
Traslado plantines Buenos Aires -Olavarría (con descarga en el lote sobre el carro)	350	Km	33.057,85	4.722,55
Subtotal Plantines y Traslado				231.097,55
Plantación	3	UTA	2.607,84	7.823,52
FDA	50	Kg	46,63	2.331,66
Subtotal Plantación semimecanizada con fertilización en surco				10.155,18
Total Costo Implantación -\$/Ha-				257.319,47
Total Costo Implantación -U\$S /Ha-				2.841,74
Cuota Amortización cultivo -\$/ Ha-				12.865,97
Cuota Amortización cultivo -U\$S/ Ha-				142,09

Tabla 2: Costos de implantación a partir de rizomas

COSTO DE IMPLANTACIÓN	Cantidad /Ha	Unidad de medida	Precio unitario	\$/Ha
Materia orgánica, Fósforo p/millon, Ph.	1		1.030,00	1.030,00
Subtotal Análisis de suelo				1.030,00
Pulverización mecanizada	0,6	UTA	2.607,84	1.564,70
Glifosato	8	Lts	298,82	2.390,52
2,4D	0,8	Lts	534,25	427,40
Atrazina	7	Lts	298,82	2.091,71
S-Metolacloro	3	Lts	941,72	2.825,16
Subtotal Control de malezas y Barbecho químico				9.299,49
Cinzel (labor profunda)	1,2	UTA	2.607,84	3.129,41
Disco Doble acción (preparación del suelo)	1	UTA	2.607,84	2.607,84
Subtotal Laboreo del suelo				5.737,25
Rizomas (derecho de extracción)	sin canon		0,00	0,00
Cinzel adaptado	1	UTA	2.607,84	2.607,84
Trozado manual	47	Hs	213,21	10.020,64
Recolección, embolsado y carga	63	Hs	213,21	13.431,92
Bolsones (tipo Big Bag)	12	BB	355,37	4.264,46
Traslado rizomas al lugar de plantación	300	Km	51.459,00	11.435,33
Subtotal Extracción, Procesado y Traslado de rizomas				41.760,19
Plantación	3	UTA	2.607,84	7.823,52
FDA	50	Kg	46,63	2.331,66
Subtotal Plantación semimecanizada con fertilización en surco				10.155,18
Total Costo Implantación -\$/Ha-				67.982,10
Total Costo Implantación -U\$S /Ha-				750,77
Cuota Amortización cultivo -\$/ Ha-				3.399,11
Cuota Amortización cultivo -U\$S/ Ha-				37,54

Tabla 3: Costos de implantación a partir de esquejes.

COSTO DE IMPLANTACIÓN	Cantidad /Ha	Unidad de medida	Precio unitario	\$/Ha
Materia orgánica, Fósforo p/millon, Ph.	1		1.030,00	1.030,00
Análisis de suelo				1.030,00
Pulverización mecanizada	0,45	UTA	2.607,84	1.173,53
Glifosato	7,5	Lts	298,82	2.241,11
2,4D	0,8	Lts	534,25	427,40
Atrazina	7	Lts	298,82	2.091,71
S-Metolacoloro	3	Lts	941,72	2.825,16
Subtotal Control de malezas				8.758,90
Cinzel (labor profunda)	1,2	UTA	2.607,84	3.129,41
Disco Doble acción (preparación del lote)	1	UTA	2.607,84	2.607,84
Subtotal Laboreo del suelo				5.737,25
Esquejes (derecho de extracción)	sin canon		0,00	0,00
Corte con Guadañadora	0,8	litros	91,30	73,04
Operario guadañadora (mano de obra)	1	Hs	213,21	213,21
Recolección, engavillado y carga	10	Hs	213,21	2.132,05
Hilo para engavillar	500	metros	1,20	601,47
Traslado de esquejes al lugar de plantación (flete corto)	180	Km		3.713,75
Subtotal y Traslado Extracción de esquejes				6.733,51
Plantación	3	UTA	2.607,84	7.823,52
FDA	50	Kg	46,63	2.331,66
Subtotal Plantación semimecánica con fertiliz. en surco				10.155,18
Total Costo Implantación -\$ /Ha-				32.414,84
Total Costo Implantación -U\$S /Ha-				357,98
Cuota Amortización cultivo -\$/ Ha-				1.620,74
Cuota Amortización cultivo -U\$S/ Ha-				17,90

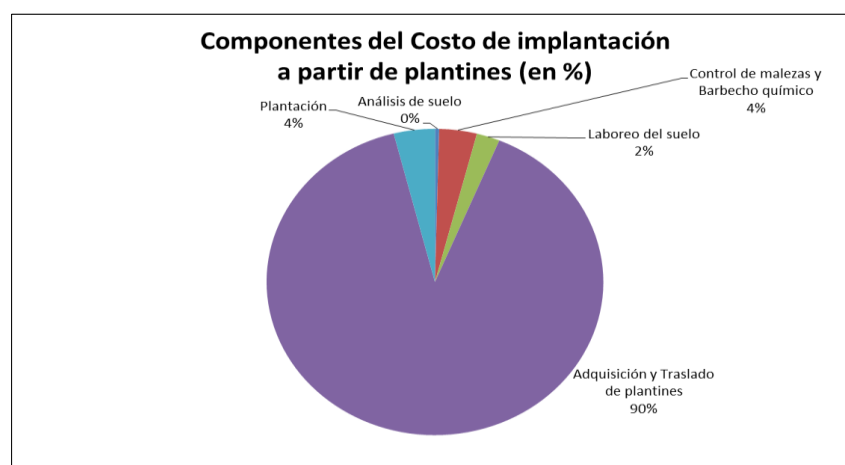


Fig. 1: Incidencia de los distintos componentes del costo de implantación por plantines (en %).

En la composición porcentual de los costos de implantación por plantines y rizomas, se observa que los de mayor relevancia son aquellos relacionados con la consecución y traslado del material para la plantación. En el inicio por plantines, los plantines constituyen el 88% del costo, mientras que en el inicio por rizomas la extracción, procesado y traslado de los mismos representa el 60% del costo.

Para el caso del inicio del cultivo a partir de esquejes, la extracción y traslado de los mismos alcanza el 21% de los costos totales de implantación, mientras que adquiere mayor importancia relativa el costo de plantación con un 31%

respecto del total.

3.2. Etapa productiva -incluida cosecha y transporte-

En la determinación de los costos de producción anuales – que incluyen los de la etapa productiva, los de la cosecha y el transporte– según las distintas modalidades de inicio del cultivo, se observa que éstos difieren únicamente en el valor de la cuota de amortización del cultivo. Por esto se exponen las tablas 4 y 5 en los que respectivamente se presentan los costos de producción anuales -sin y con- la amortización mencionada. También en la tabla 4 se presentan los costos de producción anuales desagregados en sus distintos componentes.

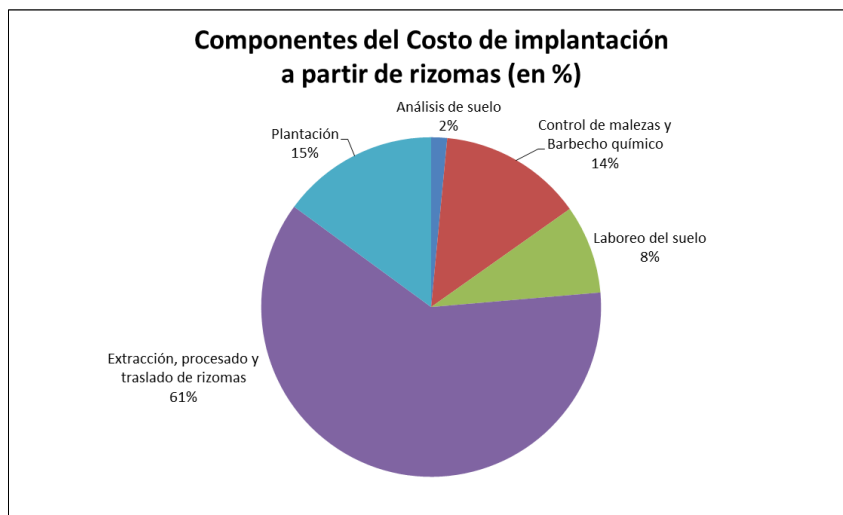


Fig. 2: Incidencia de los distintos componentes del costo de implantación por rizomas (en %).

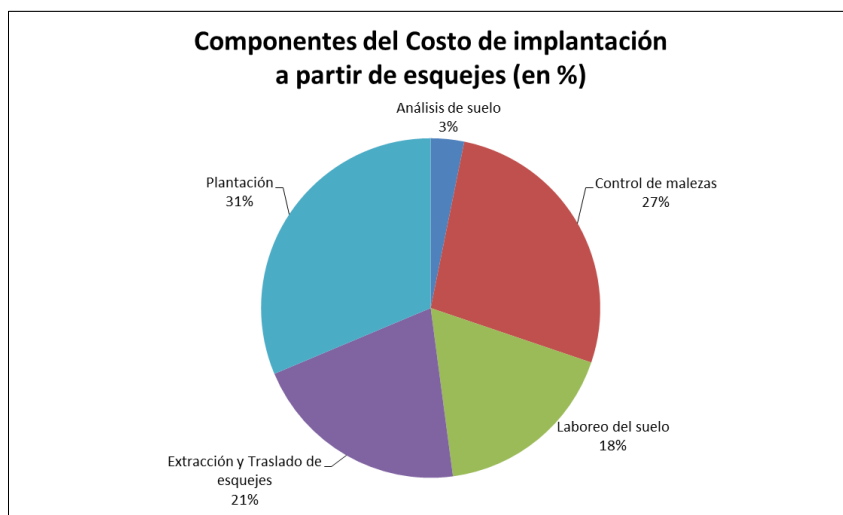


Fig. 3: Incidencia de los distintos componentes del costo de implantación por esquejes (en %).

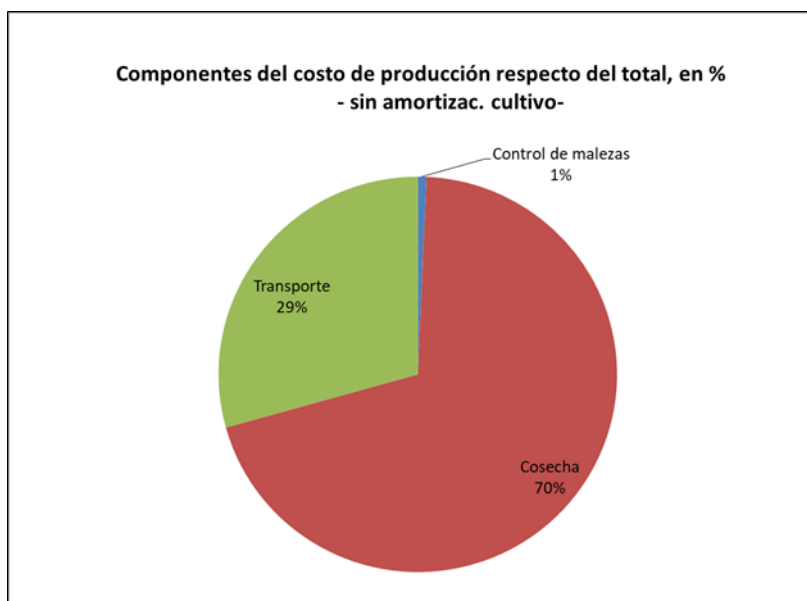


Fig. 4: Incidencia de los distintos componentes del costo de producción, en % - sin incluir amortización del cultivo-

En la tabla 5 se presentan directamente los costos totales según las distintas modalidades de iniciación del cultivo e incluyendo entonces las distintas cuotas de amortización.

En ambos cuadros los costos se expresan en totales, en \$/ Ha y en U\$S/ Ha. También se establecen en U\$S el costo del rollo y el costo por tonelada producida de Arundo Donax L.

Partiendo de los costos de producción anuales sin la amortización del cultivo, se presenta en la figura 4 con la finalidad de observar la incidencia relativa de los distintos componentes del costo de producción subdivididos en 3 grandes rubros: cosecha, transporte y control de malezas.

Por su parte en la figura 5 puede observarse la incidencia relativa de los distintos componentes del costo de cosecha respecto de este mismo rubro.

Mientras que la cosecha representa el 70 % de los costos de producción totales, cuando se analiza la cosecha en sí misma, el 60 % corresponde a la confección del rollo, siguiéndole la juntada del rollo con un 31% y más lejos se ubican el corte con acondicionador y el rastrillado con un 4 y un 1% respectivamente.

En lo que refiere a la tabla 5, cuando se incorpora la amortización del cultivo para determinar los costos de producción anuales, puede observarse que la modalidad de inicio por esquejes resulta en la determinación de los costos más bajos, claramente influenciados por el valor más bajo de la cuota anual de amortización. Le siguen los costos de producción anuales con inicio por rizomas, y finalmente los de inicio por plantines.

Tabla 4: Costos de producción anuales: Etapa Productiva, Cosecha y Transporte. Sin considerar la amortización del cultivo.

COSTOS DE PRODUCCIÓN ANUALES	Año	Cantidad /Ha	Unidad de medida	Precio Unitario	\$/ Ha				
					Año de implant.	2º Año	3º Año	4º Año	5º al 20º Año
Pulverización mecanizada	2º al 4º año	0,15	UTA	2.607,84		391,18	391,18	391,18	
Glifosato	2º al 4º año	3	Lts	298,82		896,45	896,45	896,45	
2,4D	2º al 4º año	0,8	Lts	534,25		427,40	427,40	427,40	
Atrazina	2º y 3º	3,5	Lts	298,82		1.045,85	1.045,85		
S-Metolacloro	2º y 3º	1,5	Lts	941,72		1.412,58	1.412,58		
Subtotal Control de malezas						4.173,45	4.173,45	1.715,02	
Corte con acondicionador	Todos		\$/ha	1.871,37	1.871,37	1.871,37	1.871,37	1.871,37	1.871,37
Rastrillado	Todos		\$/ha	664,03	664,03	664,03	664,03	664,03	664,03
Confección rollo	Todos	s/rendim.	Rollo	422,57	6.729,77	14.085,56	21.910,86	28.171,11	31.301,23
Juntada rollo	Todos	s/rendim.	Rollo	241,47	3.845,58	8.048,89	12.520,49	16.097,78	17.886,42
Subtotal Cosecha (C+R+C+J)					13.110,75	24.669,84	36.966,76	46.804,29	51.723,05
Subtotal Transporte	Todos	40	Km	10.000,00	4.684,10	9.803,92	15.250,54	19.607,84	21.786,49
COSTOS TOTALES -sin amortización cultivo - \$/ Ha					17.794,84	38.647,22	56.390,75	68.127,15	73.509,55
COSTOS TOTALES -sin amortización cultivo- U\$S/ Ha					196,52	426,81	622,76	752,37	811,81
Costo del rollo -U\$S/ rollo					12,34	12,80	12,01	11,29	10,96
Costo de producción de 1000 kg de Arundo Donax L -U\$S/ Tn					45,66	47,38	44,44	41,76	40,55

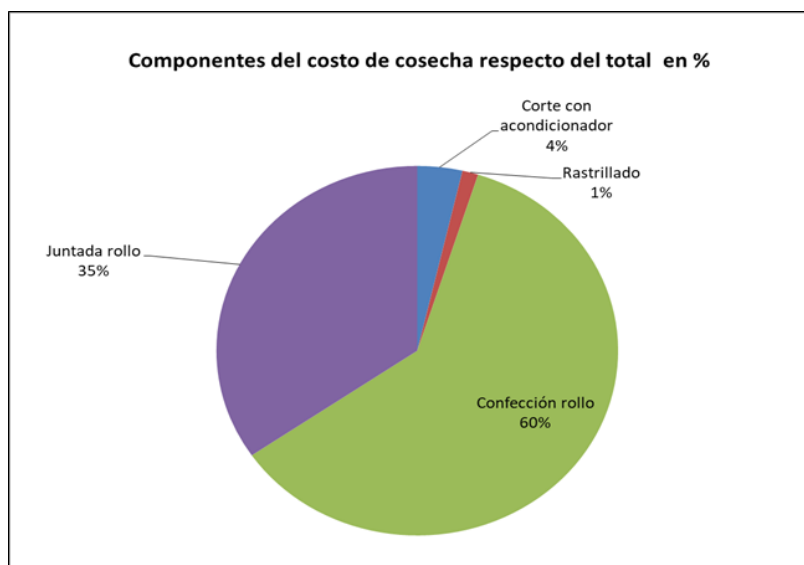


Fig. 5: Incidencia de los distintos componentes del costo de cosecha en %

Tabla 5: Costos de Producción anuales. Incluyendo la amortización del cultivo según las distintas modalidades de inicio.

COSTOS DE PRODUCCIÓN ANUALES -incluyendo amortización cultivo-		Año de implant.	2º Año	3º Año	4º Año	5º al 20º Año
A partir de plantines	\$/ Ha	30.660,81	51.513,19	69.256,73	80.993,12	86.375,52
	U\$S/ Ha	338,61	568,89	764,85	894,46	953,90
	U\$S/ rollo	21,26	17,07	14,75	13,42	12,88
	U\$S/ Tn	78,67	63,15	54,58	49,64	47,65
A partir de rizomas	\$/ Ha	21.193,95	42.046,32	59.789,86	71.526,25	76.908,65
	U\$S/ Ha	234,06	464,34	660,30	789,91	849,35
	U\$S/ rollo	14,70	13,93	12,73	11,85	11,47
	U\$S/ Tn	54,38	51,54	47,12	43,84	42,43
A partir de esquejes	\$/ Ha	19.415,58	40.267,96	58.011,49	69.747,89	75.130,29
	U\$S/ Ha	214,42	444,70	640,66	770,27	829,71
	U\$S/ rollo	13,46	13,34	12,36	11,55	11,20
	U\$S/ Tn	49,81	49,36	45,72	42,75	41,44

4. CONCLUSIONES

Se determinaron los costos directos explícitos de la etapa de implantación y de la etapa de producción incluida cosecha y transporte del Arundo Donax L.

En la etapa de implantación, las 3 modalidades de inicio del cultivo suponen casi la misma tecnología en cuanto al laboreo del suelo, control de malezas, y plantación. Sin embargo en la comparación de los costos de esta etapa, se observa que la alternativa más cara resulta por lejos el inicio del cultivo con plantines, le sigue por rizomas, mientras que la más económica es la alternativa por esquejes. Los costos de implantación determinados fueron de 2.842 U\$S/ha, 751 U\$S/ha y 358 U\$S/ha respectivamente. Es justamente en el material para la plantación -en el caso de los plantines-, o en las labores de obtención asociadas -en rizomas y esquejes- donde se presentaron notables diferencias, constituyendo, por lejos, la compra de los plantines de micropropagación el componente de costos más significativo. Se recuerda que a los efectos del presente trabajo, tanto la adquisición de rizomas como de esquejes se consideraron sin derecho de extracción.

Por su parte, dado que las 3 modalidades de inicio del cultivo en la etapa productiva se plantearon bajo un mismo esquema tecnológico, y de recolección y transporte, no existieron diferencias en la determinación de los costos de esta etapa, salvo hasta el momento de inclusión de la cuota de amortización del cultivo. Sin la amortización, en el análisis de la participación porcentual de los distintos componentes, la cosecha bajo la forma de rollos se convierte a la luz de los resultados obtenidos en un punto crítico dado que estaría representando el 70% del costo, mientras que el transporte de los rollos el 29% y solo el 1% restante estaría dado por el control de malezas. Cuando además se examina la cosecha en sí misma, en la discriminación de sus componentes se observa que la confección del rollo alcanzaría el 60% del costo, siguiéndole su recolección con un 34% y el corte con acondicionador más el rastrillado aportan aproximadamente un 6%.

Por su parte los costos anuales unitarios de los rollos y por tonelada de Arundo donax L producidos disminuyen hasta el

5º año al tiempo que se incrementan los rendimientos del cultivo. A partir de ese momento se estabilizan los rendimientos y los costos medios, ubicándose estos últimos en el siguiente orden : 12,88 U\$S/ rollo y 47,65 U\$S/ Tn en el inicio por plantines, 11,47 U\$S/ rollo y 42,43 U\$S/ Tn en el inicio por rizomas, y 11,20 U\$S/ rollo y 41,44 U\$S/ Tn en el inicio por esquejes.

Finalmente, se considera que el trabajo realizado, constituye un análisis parcial con información local específica y valiosa, que permitiría, en una próxima etapa, determinar la factibilidad y la conveniencia o no, de incorporar en un establecimiento agropecuario de la región, la producción de un cultivo plurianual como el Arundo Donax L. Estos cultivos que demandan una inversión inicial y originan flujos de ingresos y egresos futuros, requieren de una evaluación económica que incluya indicadores específicos para este tipo de inmobilizaciones a largo plazo. Siendo fundamental en el estudio de la viabilidad incorporar también el estudio de mercado, el estudio técnico y de ingeniería, y el estudio organizacional y legal.

REFERENCIAS:

- Angelini L., Ceccarini L., Nassi N. O Di Nasso y Bonari E. (2009). Comparison of Arundo donax L. and Miscanthus x giganteus in a long-term field experiment in Central Italy: Analysis of productive characteristics and energy balance. *Biomass and Bioenergy*, **33**: 4, 635-643.
- Baca Urbina G. (2001). Evaluación de Proyectos. Ed. Mc Graw Hill. 4ª Edición, México
- Bonfante A., Impagliazzo A., Fiorentino N., Langella G., Mori M. y Fagnano M. (2017). Supporting local farming communities and crop production resilience to climate change through giant reed (Arundo donax L.) cultivation: An Italian case study. *Science of the Total Environment*. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.05.214.
- Fagnano M., Impagliazzo A., Mori M. y Fiorentino N. (2015). Agronomic and environmental impacts of giant reed (Arundo donax L.): results from a long-term field experiment in hilly areas subject to soil erosion. *Bio Energy Research* **8**:415-422. <http://dx.doi.org/10.1007/s12155-014-9532-7>.

- Jámbor A. y Török A. (2019). The Economics of Arundo donax. A Systematic Literature Review. *Sustainability* **11**. 1-22.
- Maletta E. y Lasorella V. (2014). Land use, crop management and their impacts on economic, Environmental and social implications of biofuel production Chapter 13. En: *Biofuel Cropping Systems: Carbon, Land and Food* (2014) "Lignocellulosic crops. Editor: Hans Langeveld.
- Pagliettini L. y González M.C. (2013). *Los Costos Agrarios y sus Aplicaciones*. Ed. Facultad de Agronomía. 128 pp. Buenos Aires, Argentina.
- Román M. (2004) *Diseño y Evaluación financiera de Proyectos Agropecuarios*, 2da. edición. Edit. Facultad de Agronomía UBA.
- Van Den Bosch M. E., Lysiak E., Sabadzija G., Alvarado P., Vera L.M., Mosciaro M., y Rodríguez M. (2011). Indicadores económicos para la gestión de establecimientos agropecuarios con cultivos plurianuales. Proyecto Propio de la Red AEES-302001 Competitividad sustentable y dinámica territorial de los sistemas agroalimentarios y agroindustriales. INTA. Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales N° 14.
- Zegada-Lizarazu W. y Monti A. (2011). Energy crops in rotation. A review. *Biomass Bioenergy* **35**:12-25