



# Sustentabilidad de los sistemas agropecuarios: evaluación ambiental del algodón

Lic. (M.Sc.) Daniela Vitti - INTA EEA Reconquista

*El debate sobre la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios implica buscar alternativas y elementos de juicio para posibilitar la toma de decisiones y políticas sustentables que incluyan la dimensión social, ecológica y económica. Bajo este argumento, se trabajó en una evaluación ambiental del cultivo del algodón, mediante un “Análisis eMergético”.*

## ¿Por qué evaluar la sustentabilidad de los sistemas productivos regionales?

Contribuir a la sustentabilidad del sector agropecuario es uno de los objetivos institucionales a concretar en beneficio de la sociedad y el desarrollo regional. Actualmente, hay numerosas evidencias de los efectos no deseados vinculados a la expansión o intensificación agrícola, como así también importantes innovaciones tecnológicas que fueron implementadas, logrando mejoras en la productividad. De este modo, es necesario

el monitoreo permanente de los sistemas productivos y recursos naturales, la valoración de los servicios ecosistémicos y la generación de evaluaciones vinculadas al ambiente, destinadas al uso y manejo sostenible de los agroecosistemas, más aún, en un contexto de variabilidad y cambio climático.

Actualmente el algodón, es la fibra vegetal más usada por la industria textil mundial. El consumo mundial de fibra se duplicó desde 1980 a 2018. En los últimos cuarenta años, el cultivo ocupó el 2,5% de la superficie

cultivable mundial. En Argentina es el quinto cultivo en superficie, mientras que la provincia de Santa Fe ocupa el tercer puesto en producción nacional.

El análisis eMergético, es una evaluación ambiental que permite analizar los flujos de energías que intervienen en un proceso productivo, en una unidad común (diferentes calidades de energías son transformadas a energía de calidad equivalente solar) para posibilitar su cuantificación y comparación. Así, no solo se cuantifica la energía actual presente en un producto (algodón en este caso) sino toda la energía ya invertida en él. De este modo, la palabra eMergía, con “M”, proviene de memoria energética. Así, por ejemplo, la energía contenida en la lluvia, la energía contenida en la semilla o combustible, como así también la energía contenida en la mano de obra o una labor, es transformada a energía equivalente solar, para ser comparadas y cuantificadas en una unidad común.

Esta metodología permitió estudiar la interacción entre el soporte ambiental (es decir, la oferta biofísica de los agroecosistemas) y la intervención tecnológica de cada sistema productivo (los aspectos socioeconómicos de la actividad). Así, se pudo “cuantificar la contribución ambiental (que no está valorizada en el mercado actual) involucrada para producir una hectárea de algodón y generar herramientas para evaluar la sustentabilidad de los sistemas productivos y analizar políticas de mercado que reconozcan el verdadero valor de la oferta ambiental en la producción agropecuaria”.

### **¿Cómo se llevó a cabo esta evaluación ambiental y qué resultados arrojó?**

El objetivo de este trabajo fue analizar cómo impactan las innovaciones tecnológicas implementadas en la producción de algodón en bruto, en las campañas agrícolas 1979/80, 1999/00 y 2017/18, en la sustentabilidad socio-económico-ambiental, a través de un análisis eMergético. Para esto se entrevistaron a productores y profesionales vinculados a la producción del algodón del área de estudio, departamento General Obligado de la Pcia de Santa Fe, quienes aportaron la información de interés. Con los datos aportados en las entrevistas se caracterizaron los

sistemas productivos, se realizaron inventarios de los flujos de recursos naturales renovables y no renovables; flujos de materiales y energía que intervinieron en el proceso de producción de algodón en cada período, analizando los cambios de las tecnologías de cada momento. Posteriormente, para cada año, se calculó la eMergía correspondiente a cada flujo del sistema, utilizando unidades de valor eMergéticas (valores provenientes de bibliografía específica), los porcentajes que aporta cada componente y la eMergía total requerida para la producción del algodón. Finalmente se aplicaron indicadores ambientales (Porcentaje de eMergías renovables utilizadas; Tasa de Aprovechamiento Emergético; Presión Ambiental; e Indicador de Sustentabilidad).

En la Tabla 1, se presenta una síntesis de las principales tecnologías implementadas y manejos en los sistemas productivos de algodón (PA), en cada período analizado.

Así, los sistemas productivos de algodón (PA) en 2000 y 2018, expresaron mejoras en prácticas agronómicas, vinculadas a la conservación de suelos, uso más eficiente de semillas con mejoras biotecnológicas en las mismas, disminución de horas hombre por reemplazo de cosecha manual por mecánica, reducción en el uso de combustible fósil. En PA 2018, se consolidó el sistema de siembra o tecnología denominada “surcos estrechos” o de “altas densidades” que logró estabilizar significativamente la producción, con incrementos en rendimiento del 90 % en el tiempo y de 187 % en rentabilidad. No obstante, estos cambios implican un mayor uso de recursos externos al sistema y no renovables (principalmente herbicidas y fertilizantes) pudiendo provocar impactos no deseados y en consecuencia, creando la necesidad de la incorporación de nuevos insumos externos para compensar dichos desequilibrios.

El uso más intensivo de insumos y servicios externos, con mayores aportes de energías provenientes de la economía al sistema, lograron mayores eficiencias en términos de productividad y rentabilidad (kg/USD/ha), pero son considerados menos sostenibles al disminuir su dependencia de los flujos de recursos naturales renovables y aumentarla en el uso de recursos importados.

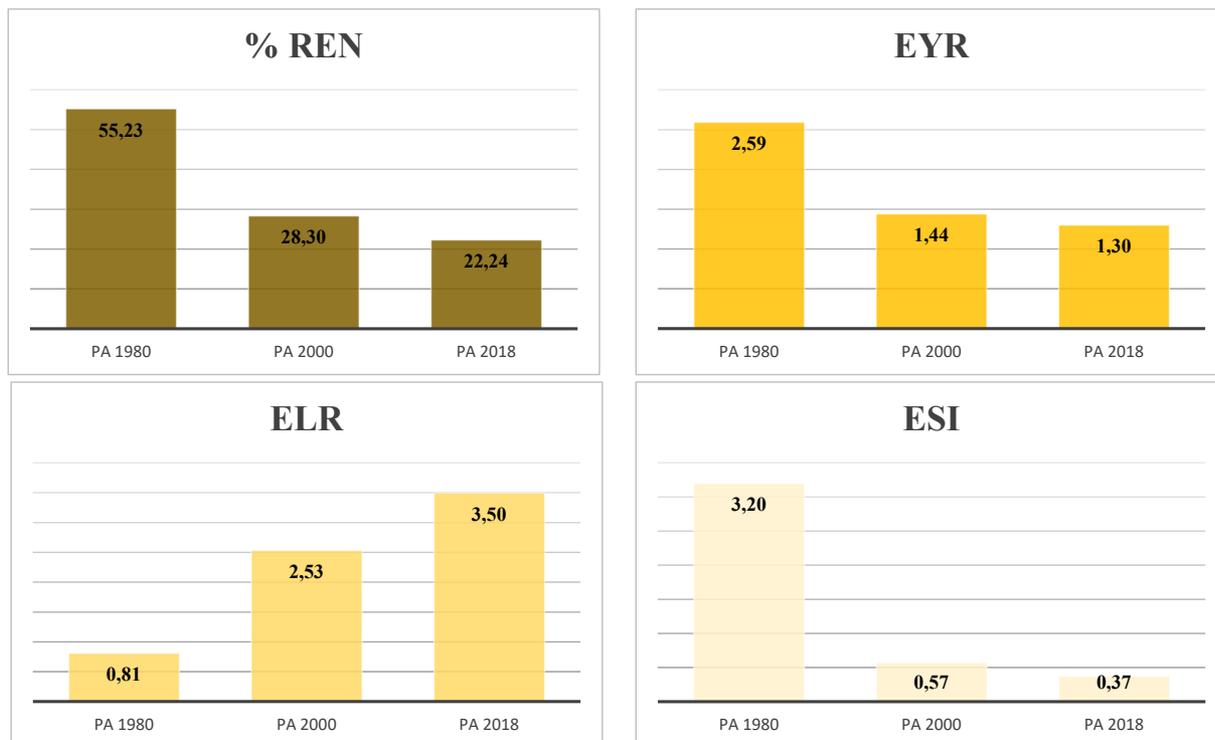
**Tabla 1.** Tecnologías implementadas y manejos en los sistemas productivos de algodón (PA), en los años 1980-2000-2018.

Manejos/Periodo	PA 1980	PA 2000	PA 2018
Rotación predominante	Monocultivo	Soja/algodón	Trigo/soja/algodón
Tipo barbecho	Mecánico	Mecánico	Químico
Tipo semilla (variedad)	Convencional	Convencional	OGM – Bt RR
Tipo labranza	Convencional (mov. suelo profundo)	Convencional reducida (mov. suelo superficial)	Siembra Directa
Distanciamiento entre surcos(m)	0,70 - 1	0,70	0,52
Mano de obra (h/ha)	180-185	8-12	5-10
Consumo gas oil (l/ha)	70-80	60-70	25-35
Carpidas y raleos	Únicamente manual	Eventualmente manual	No
Control de malezas	Manual y mecánico	Químico	Químico
Fertilización	No	Nitrógeno	Nitrógeno y Fósforo
Reguladores de crecimiento y defoliantes	No	No	Si
Sistema de cosecha	Manual	Mecánica Sapucay (autopropulsada-picker)	Mecánica Javiyú (arrastre-stripper)

En cuanto a la eMergía utilizada o soporte ambiental para lograr la producción del algodón, el estudio demostró que se requirió 3 veces más eMergía y los requerimientos energéticos por misma unidad de producto fueron un 44% más. Esto implica una menor eficiencia energética (más eMergía por misma unidad productiva). Los indicadores ambientales mostraron que los Porcentajes de energías renovables (%REN, Gráf. 1) utilizados fueron decreciendo (a mayores porcentajes de eMergías renovables utilizadas, más sustentables son los sistemas, así también sistemas con un 50% de renovabilidad, están indicando que la mitad de todos los recursos e insumos involucrados provienen de energías renovables). La Tasa de aprovechamiento energético (EYR, Gráf. 2) disminuyó a lo largo del tiempo de evaluación, sugiriendo en una conversión a eMergía externa, para finalmente exportarla (en muchos casos), similar a lo que ocurre en una industria y no a un sistema de producción primaria. La evolución de la Presión ambiental (ELR, Gráf. 3) por parte del pro-

ceso productivo fue 2 o 3 veces mayor en los sistemas actuales. Y finalmente, la Sustentabilidad (ESI, Gráf. 4) global del proceso productivo, ha disminuido en los sistemas actuales; siendo esto un punto de referencia para el análisis de la evolución de las tecnologías. Los resultados de los indicadores, coinciden con la tendencia nacional e internacional, en evaluaciones de producción de granos, fibras y otros sistemas.

Si bien los cambios y tecnologías implementadas en la producción del algodón en los años analizados impactaron positivamente en el esquema productivo y social histórico del cultivo, con mejores y mayores ventajas competitivas posicionándolo mejor frente a otras producciones agrícolas, mediante el análisis de la evolución en el uso de los recursos y los indicadores energéticos se logra detectar aspectos críticos que pueden poner en riesgo los sistemas productivos; hecho que no contribuiría a la sustentabilidad de los mismos a largo plazo.



Gráficos 1 a 4. Evolución de los indicadores energéticos en los sistemas Productivos de Algodón (PA) 1980, 2000 y 2018: De izq a dcha. (1) %REN; (2) EYR, (3) ELR y (4) ESI.

## Conclusiones

- ✓ Las transformaciones tecnológicas, se orientan a la tecnificación e intensificación productiva: de la mano de conversión de tecnología de procesos x insumos, con mejoras de prácticas agronómicas, rendimiento y rentabilidad.
- ✓ La evaluación energética permitió visibilizar y contabilizar el aporte de los servicios ecosistémicos y el soporte ambiental a la producción.
- ✓ La metodología brindó un análisis integral y superior a metodologías convencionales, que carecen de un enfoque sistémico.
- ✓ Se deberá trabajar en la adecuación de manejos en los sistemas productivos, permitiendo cambiar las tendencias, (mitigación/remediación), mejorando la sostenibilidad a largo plazo. Entre éstas, priorizar líneas de trabajos en generación y aplicación de fuentes de energías renovables en los sistemas productivos agrícolas; promoción de sistemas mixtos, diversificados e integrados, donde residuos de unos, puedan ser insumos para otros, así, lograr mayor eficiencia y disminuir uso de recursos no renovables en los sistemas actuales.