



ABONOS VERDES

Para la sustentabilidad en predios familiares

ABONOS VERDES PARA LA SUSTENTABILIDAD EN PREDIOS FAMILIARES

Federico Bizzozero

Introducción

La aplicación de materia orgánica, el uso de leguminosas y la sucesión dirigida de especies de plantas para nutrir el suelo se remonta a los inicios de la agricultura.

Después de las investigaciones y conclusiones de Leibig y otros investigadores, el enfoque del modelo hegemónico de la agricultura industrial propició y multiplicó la demanda y utilización de fertilizantes inorgánicos, y marginó la utilización de materiales orgánicos como proveedores de nutrientes, además de monocultivar las producciones.

La simplificación de los sistemas a tenido consecuencias muy severas en los ciclos de nutrientes naturales y su reciclaje.

Entrando al siglo XXI, son muchos las investigaciones, trabajos, autores, experiencias y estudios que vuelven a incluir el manejo de las distintas formas de materia orgánica como central para la fertilidad.

En la producción de hortalizas y frutas se hace generalmente un uso muy intenso del suelo, con pequeños períodos de descanso entre los cultivos y/o con grandes extracciones (cosechas). También es habitual que queden cuadros sin usar llenándose de plantas arvenses invasivas y muchas veces se generan procesos de erosión y degradación.

Es prioritario considerar sinérgicamente la diversificación biológica de los agroecosistemas, como un sistema permanente de nutrición del suelo. Podemos materializar este enfoque con la aplicación de abonos verdes y cultivos de cobertura, el diseño de sucesiones vegetales favorables y la instalación de abonos verdes perennes en sistemas agroforestales.

Los **Cultivos de cobertura** o **Abonos verdes**, en combinación con una reducción del laboreo del suelo. El laboreo reducido (o **mínimo laboreo**) significa la reducción en el número de veces que se trabaja el suelo en un año, evitando además el uso de herramientas que perjudican las condiciones del suelo para el posterior crecimiento de los cultivos.



Los Abonos Verdes

Los abonos verdes son cultivos, residuos de cultivos y restos vegetales que se agregan a los suelos, con el fin de conservar o de recuperar sus propiedades. Con los abonos verdes se mejora el contenido de agua del suelo, el contenido de materia orgánica, se reduce la infestación de malezas, insectos y enfermedades.

En el cuadro siguiente SE puede observar cómo la aplicación de residuos en cobertura sobre el suelo reduce de manera muy importante la erosión.

Cuadro 1. Efecto de la cobertura del suelo en la reducción de la erosión

Porcentaje de suelo cubierto con residuo	Reducción de la erosión (en %)
10 %	30
20 %	50
30 %	65
40 %	75
50 %	83
60 %	88
70 %	91
80 %	94

Fuente: USDA. ARS. 1994, citado por D.L. Schertz

Características generales que deben reunir los abonos verdes

- Rápido establecimiento, rápido crecimiento y buena cobertura del suelo
- Gran cantidad de biomasa acumulada
- Fácil de finalizar e incorporar
- Lenta descomposición del residuo
- Producción de gran volumen de residuos

El efecto del agregado de abonos verdes en el suelo es muy positivo pues mejora sus propiedades físicas y químicas, especialmente en aquellos que se encuentran muy compactados y erosionados por efecto de la agricultura en laboreo continuo, mejorando su drenaje y su capacidad de retención del agua de lluvia o del riego.

También se aumenta la presencia de microorganismos y pequeños animales que viven en el suelo, y que son los encargados de degradar la materia orgánica, dejando los nutrientes disponibles para los cultivos.



Los abonos verdes perennes

Los árboles (y arbustos) son los organismos vivos que mejor utilizan la energía solar y su conversión en biomasa; activan el reciclaje de nutrientes en el suelo, en particular del nitrógeno; mientras que la sombra que proyectan atenúa la intensidad lumínica y la temperatura foliar de las plantas y mejora también el contenido de proteína cruda de las coberturas verdes o forrajes acompañantes.

Sin embargo, este proceso es mucho más complejo cuando se

asocian plantas arbóreas, arbustivas y herbáceas (sistemas multi-estratos) con diferentes senderos fotosintéticos, para lo cual es imprescindible determinar los métodos de manejo que garanticen el equilibrio adecuado y la sostenibilidad del sistema. La modalidad de “abonado” que se describe a continuación consiste en depositar el follaje de los árboles podados como mulch o cobertura sobre la superficie del suelo, o incorporarlo como abono verde para la producción de forraje, hortalizas y/o frutas, de los cultivos base, para lo cual tradicionalmente se han usado leguminosas y gramíneas herbáceas.



A continuación, una tabla con informaciones sobre la sustitución de nutrientes con distintos manejos

Table 2. Nutrient substitution table.

ISFM practice	Urea or CAN	DAP TSP	or	NPK 23-21-0+4S or 23:10:5+6S+1.0Zn
	Fertilizer reduction, % or kg/ha			
	N	P		K
Previous crop was a green legume manure (Mucuna, Crotalaria and Lablab) crop	100%	8 kg		28 kg [†]
Early incorporation of a green legume manure (Mucuna, Crotalaria and Lablab) crop	57 kg	3 kg		11 kg [†]
Use of agroforestry technologies (e.g. leaf prunings of Gliricidia, Leucaena, Sesbania, Senna spectabilis) applied, per 1 t of fresh material	10 kg	1 kg		6 kg ^{††}
Farmyard manure per 1 t of dry material	2 kg	1 kg		1 kg
Residual value of FYM applied for the previous crop, per 1 t	1 kg	0.4 kg		0.4 kg
Dairy or poultry manure, per 1 t dry material	24 kg	7 kg		14 kg
Residual value of dairy and poultry manure applied for the previous crop, per 1 t	5 kg	1.4 kg		3 kg
Compost, per 1 t/ha dry wt.	20 kg	1 kg		20 kg
Doubled-up legume-technology (pigeon pea)	In the second year of rotation a mean reduction of over 50 kg N ^{†††}			
Cereal-bean intercropping	Increase DAP/TSP by 18 kg/ha, but no change in N & K compared with sole cereal fertilizer			
Cereal-other legume (effective in N fixation) intercropping	Increase DAP/TSP by 20 kg/kg, reduce urea by 30 kg/ha, & no change in K compared with sole cereal fertilizer			
If Mehlich III P >18 ppm	Do not apply P			
If soil test K < 0.25 cmol/kg	Apply 20 kg KCl/ha			

Los sistemas sucesionales

Los sistemas agroforestales (SAFs) son agroecosistemas en los que se ha incluido en su diseño y manejo, comunidades de árboles y arbustos con diversos criterios y cumpliendo múltiples funciones, que involucran lo ambiental, lo sociocultural y lo económico.

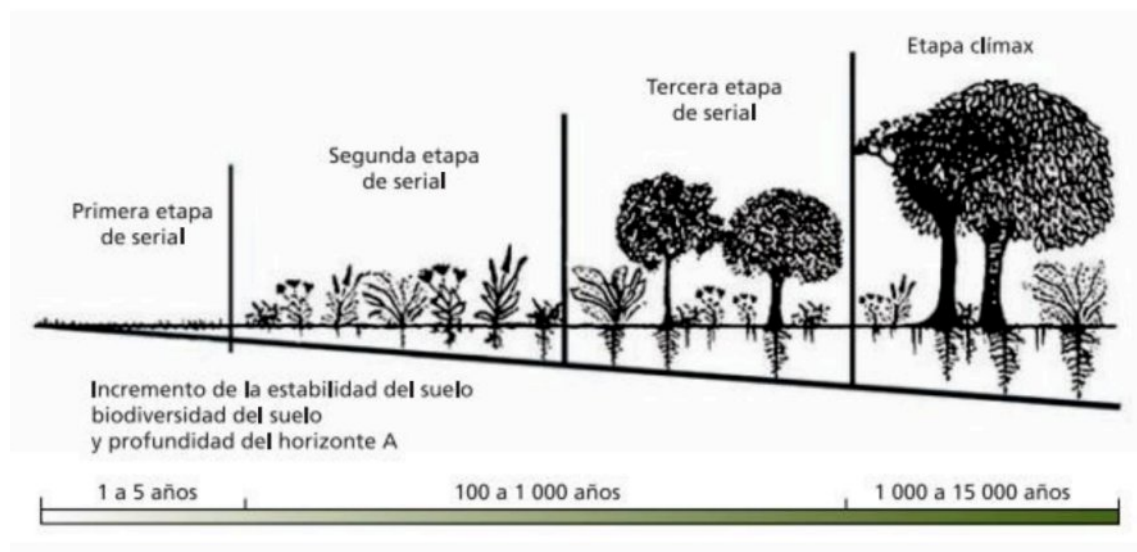
Como principio básico, en un manejo agroecológico, se nutre la fertilidad de suelo y la vida del suelo y esto permite encontrar equilibrios sustentables en la práctica productiva del predio. En los SAFs los árboles son fundamentales partícipes y reguladores de la fertilidad de suelo.

Cuando observamos los biomas y ecosistemas de los que formamos parte y en los que estamos incidiendo, con la intención de entender y cultivar, es propicio introducir la perspectiva de la sucesión ecológica. La sucesión ecológica, o también llamada sucesión natural de especies, es la estrategia que utiliza la naturaleza para

evolucionar en el proceso de maduración de los ecosistemas. Según Odum (1972), citado por Sarandon (2013) la sucesión ecológica se caracteriza por:

- 1) Ser un proceso ordenado y bastante predecible de desarrollo de la comunidad que comprende cambios en su estructura;
- 2) Resulta de la modificación del medio físico por la misma comunidad, aunque el medio físico condiciona el tipo y velocidad del cambio y;
- 3) Culmina con un ecosistema estabilizado en el que se mantiene la máxima biomasa por unidad de energía y el óptimo de relaciones simbióticas entre organismos. La sucesión de comunidades de plantas con distintas funciones y portes que en conjunto e interacción con el suelo, a través del tiempo, propician las condiciones para que la reproducción, multiplicación e interacción de especies fluya hacia a la vegetación clímax (ilustración 1).

Ilustración 1. Atributos en la sucesión de especies. Gamboa y Criollo 2012. Leisa.



Las asociaciones de plantas se suceden unas a otras, en un proceso dinámico y continuo. En este contexto la agricultura puede utilizar las fuerzas de la naturaleza para potenciar la concentración de la energía, la productividad y la vida

Uno de los enfoques teórico- prácticos para el manejo de SAFs es el de “imitar la naturaleza”, que consiste en desarrollar sistemas agrícolas que usan como modelo los procesos sucesionales que ocurren naturalmente en ese lugar (Gliessman 2001, Soule y Pipper 1996). Una corriente que ha aplicado este enfoque es la Forestería Análoga y se define como una forma de realizar silvicultura (cultivo de árboles), imitando los principios y dinámicas de la naturaleza. Nace de la observación, el estudio y la comprensión de huertos milenarios multifuncionales provenientes de distintas partes del mundo, como Asia, América central, África Tropical y China. La forestería análoga ha sido desarrollada en distintos lugares del Planeta principalmente con el objetivo de la restauración ecosistémica, a partir de la necesidad de la recuperación de áreas degradadas, pero el concepto y sus aplicaciones han evolucionado mucho desde entonces.

La metodología para el desarrollo de SAFs se basa en el diseño metódico, cuidadoso y sistemático con la finalidad de aumentar la cosecha de frutas y otros bienes y servicios, promoviendo la biodiversidad funcional de los agroecosistemas, maximizando las interacciones autosustentables de los mismos y logrando sistemas más eficientes energéticamente.

Los SAFs familiares son una excelente herramienta para ampliar y profundizar las sinergias positivas entre agricultores familiares y la sustentabilidad ambiental de los predios, diversificando la producción. Se congregan y sintetizan las funciones ambientales de árboles y comunidades de árboles, la abundancia y belleza de los bosques, y los saberes acumulados de prácticas y tecnologías agrícolas y pecuarias de la humanidad para la productividad y rendimientos necesarios.

Las Gramíneas

Los abonos verdes más usados son los cultivos cerealeros y gramíneas anuales de invierno y de verano. Las gramíneas son importantes para reducir o prevenir la erosión, controlar malezas y aumentar el contenido de materia orgánica en el suelo. Su principal ventaja es que producen **altos volúmenes de materia seca**, aunque

de menor calidad que las leguminosas por ser más fibrosas.



Las Leguminosas

Las leguminosas usadas como abonos verdes, tienen como principal característica la capacidad de **fijar nitrógeno atmosférico al suelo**, que puede ser utilizado por el cultivo siguiente. Además ayudan a reducir la erosión, adicionan materia orgánica al suelo y atraen insectos benéficos.

Las leguminosas normalmente son menos fibrosas que las gramíneas. El control sobre las malezas no es tan duradero como en el caso de las gramíneas, ni tampoco incrementan tanto la materia orgánica del suelo. Pero tienen la ventaja de agregarle nitrógeno que queda disponible para las plantas.

Las leguminosas invernales anuales deben ser plantadas más temprano que las gramíneas. Las mezclas de leguminosas y gramíneas ayudan a combinar las mejores características de ambas familias.



Las Crucíferas

Estos abonos verdes son de la misma familia que los repollos, coliflores y nabos. Tienen importante **acción contra plagas del suelo** como los nematodos, y logran un buen control de hongos y malezas. Esto ha llevado en los últimos tiempos, a que productores de hortalizas en invernáculo se interesen por su utilización.

Para aprovechar sus efectos positivos, las crucíferas deben ser picadas y enterradas en el suelo un tiempo antes de implantar un nuevo cultivo. Algunas crucíferas desarrollan raíces engrosadas, que dejan grandes canales que mejoran el drenaje del agua en el suelo. Este efecto es conocido como “arado biológico”.

Las mezclas de abonos verdes

El objetivo de utilizar **mezclas de abonos verdes** responde a la necesidad de combinar las características favorables de cada familia o especie (ver cuadro 2), para atender los distintos problemas que ocurren en los suelos. Las mezclas colaboran en:

- Producir mayor volumen de abono verde
- Balancear la fibrosidad de la mezcla y la velocidad de descomposición de los abonos verdes.
- Mejorar el control de arvenses invasivas y la cobertura del suelo.

Abonos Verdes de Verano

Los abonos verdes de verano se plantan temprano en la primavera o ya entrado el verano, con el propósito de ser aprovechados por los cultivos hortícolas comerciales a ser instalados en el otoño o inicios del invierno. Los más usados en verano son **sorgo y moha**. Los cuadros 2 y 3 muestran las características de las principales especies utilizadas como abonos verdes de verano.

Cuadro 2. Algunas características de los Abonos Verdes de Verano

Abonos Verdes	Arado Biológico	Control de Enfermedades	Alelo-patía	Control de Malezas	Resiembra	Cantidad de semilla (kg/ha)
Sorgo	Excelente	Muy bueno	Excelente	Excelente	Variable	40-50
Moha	Muy Bueno	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Buena	20-30
Maíz	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Mala	30-35
Girasol	Bueno	Regular	Excelente	Excelente	Buena	25

Fuente: Monegat, C. 1991, Bowman, 1998

Cuadro 3. Algunas características de los Abonos Verdes de Verano

Abonos Verdes	Aporte de Nitrógeno	Cantidad N	Mejorador del	Control de	Cantidad de	Duración del	Insectos
---------------	---------------------	------------	---------------	------------	-------------	--------------	----------

		(kg/ha)	Suelo	Erosión	Residuo	Residuo	Benéfi- cos
Sorgo	No aporta	-	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Bueno
Moha	No aporta	-	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno	Muy Bueno	Bueno
Maíz	No aporta	-	Bueno	Bueno	Muy Bueno	Excelente	Regular
Girasol	No aporta	-	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular

Fuente: Monegat, C. 1991, Bowman, 1998

Abonos Verdes de Invierno

Los abonos verdes de invierno se plantan temprano a la salida del verano, otoño o ya entrado el invierno para que puedan ser aprovechados por los cultivos hortícolas comerciales a ser instalados en la primavera-verano.

Los cultivos que están siendo más utilizados en invierno son: **Avena Negra, Avena Común, Trigo, Raigrás anual, Trébol Rojo, Trébol Alejandrino, Trébol incarnatum y Nabo Forrajero** (crucíferas). Los cuadros 4 y 5 muestran las características de las principales especies utilizadas como abonos verdes de invierno.

Cuadro 4. Algunas características de los Abonos Verdes de Invierno

Abonos Verdes	Arado Biológico	Control de Enfermedades	Alelopatía	Control de Malezas	Resiembra	Insectos Benéficos	Cantidad de Semilla (kg/ha)
A. Negra	Pobre	Bueno	Muy Bueno	Excelente	Buena	Pobre	60-80
A. Común	Pobre	Bueno	Muy Bueno	Excelente	Buena	Pobre	80-100
Trigo	Bueno	Regular	Regular	Muy Bueno	Variable	Pobre	60-150
Trébol Rojo	Muy Bueno	Regular	Bueno	Bueno	Variable	Muy Bueno	10-12
Trébol Alejandrino	Muy Bueno	Regular	Bueno	Bueno	Variable	Bueno	10-12
Nabo forrajero	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno	Muy Bueno	Buena	Bueno	30

Fuente: Monegat, C. 1991, Bowman, 1998

Cuadro 5. Algunas características de los Abonos Verdes de Invierno

Abonos Verdes	Aporte de Nitrógeno	Cantidad N (kg/ha)	Mejorador del Suelo	Control de Erosión	Cantidad de Residuo	Duración del Residuo
A. Negra	No aporta	-	Bueno	Muy Bueno	Bueno	Muy Bueno
A. Común	No aporta	-	Bueno	Muy Bueno	Bueno	Muy Bueno
Trigo	No aporta	-	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
Trébol Rojo	Bueno	70-150	Muy Bueno	Bueno	Pobre	Pobre
Trébol Alejandrino	Bueno	70-150	Muy Bueno	Bueno	Pobre	Pobre
Nabo forrajero	No aporta	-	Bueno	Bueno	Muy Bueno	Bueno

Fuente: Monegat, C. 1991, Bowman, 1998

Alternativas de Manejo del Residuo

- Corte, picado o aplastado (en verde)
- Picado (en Verde) + Enterrado, incorporación al suelo

En el marco de este proyecto sembramos

- . Otoño-invierno; avena negra, trébol alejandrino, haba forrajera (Vicia faba) y mezcla de Avena negra + trébol alejandrino.
- . Primavera-verano; moha y crotalaria (para semilla)

Las densidades de siembra fueron recomendadas por INIA en base a experiencia de trabajos anteriores en la temática.

Avena negra: 120 kg por hectárea.

Cultivo consorciado: Avena negra 40 kg/ha; Trébol alejandrino: 10 kg /ha.

La siembra se realizó al voleo manual, se acuerda realizar por separado la siembras en cultivos consorciados.

	Fechas de siembra	densidad de siembra para abono verde	Fijación biológica de nitrógeno	Momento para enterrado	Cosecha semilla	Materia seca producida por hectárea - MS kg/ ha

<i>Crotalaria juncea</i>	setiembre a diciembre	40 kg/ha	si	Floración-	7-8 meses	
(<i>Vicia faba L. minor</i>) Haba forrajera/ campana	Mediados marzo a junio	80-200 kg/ha - 150 kg/ha	50-200 kg/N/ha			tardía: 1600 kg/has a tempranas 5500 kg/has

A continuación compartimos información sobre las especies innovadoras cultivadas para producción de semilla en el marco del proyecto en Uruguay:

Crotalaria juncea

La *Crotalaria* es una planta de la familia de la arveja, fabaceae y género *crotalaria*. Presenta diversos usos, fuente de fibra y forraje, capacidad para repeler insectos y **controlar nemátodos, fija N y mejora la parte física del suelo**. Las semillas son tóxicas para el ganado.

Es una leguminosa **anual** de tallo erecto. Fruto de vainas largas de 10-20 semillas de color verde. De rápido crecimiento con efectos alelopáticos. No tolera heladas y se desarrolla en suelos arcillosos y arenosos.

La época de siembra es de desde INIA Las Brujas– Estación Experimental “Wilson Ferreira Aldunate” Serie Actividades de Difusión N° 673 9 **septiembre a diciembre**. Es posible cultivarla en forma consorciada con otros cultivos, la densidad de siembra es de 20 semillas por metro lineal con un espacio de 25 cm. Entre líneas, o al voleo. Las necesidades de **semilla por hectárea son de 40 kg/ha. Para la producción de semilla se recomienda el uso de 20-30 kg/ha**. El picado del abono verde se realiza en el estado de floración y se citan rendimientos de 3-9kg/ha de materia seca. La cosecha de semillas comienza al 70% de las vainas secas (200-240 dps).

***Vicia faba L. minor* - Haba forrajera o haba campana**

- Es una variedad anual invernal, originaria de la región mediterránea.
- Este cultivar es de semilla pequeña y caracterizado por una mayor producción de biomasa.

- El haba es una planta anual, adaptada a temperaturas templadas a frías, y a los más variados regímenes pluviométricos. Varios autores señalan que las siembras tempranas respecto de las tardías obtienen un mayor rendimiento en grano.
- Se planteó como objetivo evaluar el potencial de uso de esta especie como abono orgánico en nuestras condiciones agroecológicas. Para ello se caracterizó el crecimiento, desarrollo y producción de materia seca en distintas fechas de siembra y se estimó el aporte de nitrógeno realizado en cada condición. Se realizaron 3 fechas de siembra: 14 de marzo, 8 de abril y 4 de junio, a una densidad de 150 kg/ha.
- Durante el ciclo del cultivo se midió altura de planta y en cosecha se evaluó producción de materia seca. En ensayo macetero se evaluó además los volúmenes de materia seca radicular. Las fechas de siembra tuvieron un efecto significativo, las siembras tempranas aumentaron el largo del ciclo, la planta tuvo más tiempo y mejores condiciones para la producción de biomasa tanto aérea como radicular. Este resultado se vio reflejado al momento de la cosecha en donde las fechas de siembra temprana produjeron en promedio 5500 kg MS aérea/ha mientras que en la fecha más tardía el rendimiento fue de 1600 kg MS/ha.
- La estimación primaria de aporte de N (50- 200kg/ha) reafirma el valor de este cultivo como abono verde.





Producción: Centro Ecológico (www.centroecologico.org.br)

Elaboración: Federico Bizzozero

Revisión: Maria José Guazzelli

Diagramación: Miriam Sperb

Arte tapa: Amanda Borghetti

Primavera de 2018

“Este material ha sido financiado parcial o íntegramente por la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Asdi). Las opiniones en él vertidas no son compartidas necesariamente por Asdi. La responsabilidad sobre el contenido recae exclusivamente en los autores del material”.