

FICHA TÉCNICA

Producción: Centro Ecológico y Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas

Elaboración: Federico Bizzozero, Gastón Carro y Maria José Guazzelli

Colaboración: Agustina Alonso (contenidos) y Rosana Greciet (arte de los mandalas e infografías)

Ilustraciones: Los diseños y esquemas fueron realizados por Gastón Carro

Fotos: Las fotografías del acervo de CEUTA fueron tomadas y retocadas por Federico Bizzozero

Revisión: Maria José Guazzelli y Federico Bizzozero

Arte mandala tapa: Rosana Greciet

Arte y diagramación: Amanda Borghetti

Verano de 2018

Datos Internacionales de Catalogación en la Publicación (CIP)

B625s Bizzozero, Federico
Sistemas agroforestales agroecológicos – Bioma Pampa /
Federico Bizzozero, Gastón Carro y Maria José Guazzelli. – Ipê, RS :
Centro Ecológico, 2018.
76 p. : il. ; 30 cm

Presenta bibliografía.

1. Agrosilvicultura. 2. Agricultura. 3. Bosques. 4. Sustentabilidad.
5. Política forestal. I. Carro, Gastón. II. Guazzelli, Maria José. III.
Título.

CDU 2. ed.: 630*26

Catalogación en la publicación preparado por la bibliotecaria Paula Fernanda Fedatto Leal – CRB 10/2291



Apoyo a la publicación:



Apoyo a la sistematización e informaciones:



“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”.

“La humanidad es una población en desequilibrio que busca su lugar dentro de la familia de la vida. Reequilibrar la presencia humana en el planeta es nuestra saludable utopía en construcción.”

Jorge Vivan, 1998.

La práctica de la Agricultura Ecológica crece cada año. En todos los rincones latinoamericanos hay familias agricultoras preocupadas en rescatar o mantener un modo de pensar y hacer agricultura conectado con valores de preservación de la vida en su sentido más integral.

Al lado de esas familias innúmeros profesionales se suman a esta labor. Algunos lo hacen en órganos estatales que mantienen una postura de independencia en relación a instituciones que históricamente se han mostrado más preocupadas en atender el interés de las empresas del sector agrícola, que el de la agricultura misma. Otros, en organizaciones de la sociedad civil, que se desdoblán por sobrevivir y contribuir con una agricultura sana para la naturaleza y la gente.

Centro Ecológico y CEUTA son dos de esas organizaciones. Aliados desde décadas, recientemente están ejecutando el proyecto titulado “Intercambio Regional de Investigaciones, Saberes y Prácticas Agroecológicas y Agroforestales - profundización y consolidación”. Tal proyecto tiene como uno de sus objetivos, asesorar a familias agricultoras interesadas en SAFs,- Sistemas Agroforestales y generar documentos y materiales de apoyo para la planificación y la implantación de los mismos.

El Centro Ecológico, CEUTA y CETAP vienen sistematizando informaciones sobre SAFs hace ya años. Para nosotros los SAFs son una especie de clímax en el concepto y practica de la Agricultura Ecológica. El presente trabajo busca difundir algunas de las informaciones recogidas durante estos años para el Bioma Pampa y, más específicamente, en la ejecución de dicho proyecto. Esperamos con este material contribuir con aquellos que, ya sea iniciados o experimentados, se interesen en esta perspectiva de la agricultura. Quizás pueda contribuir para la implantación de otros SAFs a partir de las experiencias aquí sistematizadas.

Agradecemos a todas y todos los que, de una forma u otra, contribuyeron a esta publicación.

Y agradeciendo, es que los invitamos a recorrer este camino, entendiendo que solo es posible una nueva agricultura si la construimos entre todos, y para todos.

Laércio Meirelles y Leandro Venturin
Coordinadores Centro Ecológico

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las y los agricultores y técnicos, custodios de saberes y pioneros, junto con sus organizaciones y grupos de base, fundamentales para construir procesos de todo tipo.

Muy especialmente agradecemos a todo el equipo de Centro Ecológico, de CEUTA, a los compañeros del CETAP y todos los integrantes de Framtidsjorden.

También agradecemos a Framtidsjorden, al Instituto de Investigaciones Biológicas (IIBCE) y al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), en especial a la estación Las Brujas.

Centro Ecológico



A mi familia y amigos que me apoyaron en todo el proceso.

A los compañeros de CEUTA, por sostener el entusiasmo.

A mi compañera Rocío porque sin su colaboración y apoyo no hubiese sido posible.

Gastón Carro



Por todo tu amor y apoyo, tu paciencia y profundidad. Sun Sun Corda

A Luca, Ailen, Iara y Zen.

A la inmensa familia de mi corazón.

Fe



PRÓLOGO

Alberto Gómez Perazzoli

El árbol de la vida o del conocimiento así como los árboles sagrados, son presencias comunes a varias religiones y mitologías de todo el mundo. La Ceiba es el árbol sagrado de los mayas, sus ramas señalan los cuatro puntos cardinales, su copa une, a través del tronco, al mundo de los dioses del viento y de la lluvia con las raíces, que señalan el reino del inframundo, donde viven los espíritus y otros seres sobrenaturales. Bajo su sombra los seres humanos descansan y se alimentan con alimentos y bebidas que nunca se agotan. El árbol nacional de la India y sagrado para el hinduismo es el Banyan, pertenece a la misma familia que nuestro higuerón, con múltiples raíces aéreas que terminan formando un tronco múltiple. Filósofos hindúes proponen utilizar el Banyan como metáfora de los múltiples caminos o puntos de partida para llegar al conocimiento. Es una forma diferente a la visión europea donde se privilegia una sola forma de acceder a la verdad, representada por el tronco central (por ejemplo el conocimiento científico representado por las ciencias físico matemáticas) frente a otros conocimientos periféricos.

La agroecología, al igual que el Banyan, se nutre de múltiples raíces, incluyendo diferentes disciplinas científicas y también del conocimiento tradicional o popular. Buscando mejorar la sustentabilidad de los agroecosistemas y de los sistemas alimentarios, propone principios de manejo entre los cuales es central el promover las interacciones biológicas óptimas para cada ecosistema y territorio. Los sistemas agropecuarios modernos implican una simplificación extrema de la biodiversidad presente en los paisajes dedicados a la producción de alimentos. Recomponer las múltiples funciones que proveen los seres vivos es clave y esta publicación de Centro Ecológico juntamente con CEUTA, pone la atención en el manejo de árboles y arbustos como elementos relevantes para el rediseño de los agroecosistemas, buscando sustentabilidad y resiliencia. Uno de los principios de la agroecología es conocer e imitar los procesos naturales y si bien las praderas son la vegetación característica de esta región, los árboles llegaron a ocupar el 25% de la superficie, lo que justifica incorporarlos como parte de nuestra estrategia de diversificación. Las tendencias que marca el cambio climático en esta zona de Sudamérica señalan un aumento de las precipitaciones, generando condiciones para el crecimiento del área de bosques.

Los aportes de esta publicación buscan que tanto profesionales como agricultores y agricultoras dispongan de mejores herramientas para incorporar a los árboles en los sistemas productivos. En la publicación se presentan propuestas técnicas y ejemplos que surgen de la experiencia de campo junto a agricultores y agricultoras familiares de Uruguay y del intercambio con experiencias de Centro Ecológico y CETAP, organizaciones referentes en Sistemas Agroforestales en el sur de Brasil. Espero que también promueva un mayor interés de los sectores académicos, de los gestores de políticas públicas vinculados al ambiente y al desarrollo rural y de todos los interesados en la sustentabilidad de los sistemas alimentarios.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	5
2. SAFS Y AGROECOLOGÍA	9
3. SAFS Y CAMBIO CLIMÁTICO	15
4. CARACTERÍSTICAS DE LOS SAFS	19
Alta Diversidad	20
Alta Estabilidad	20
Trabajar con la Naturaleza y no en su contra	20
Eficiencia	22
Rendimiento	22
Amplio Rango de Productos	23
Productos de Alto Valor Nutricional	25
Mayor Adaptabilidad a Climas Extremos	26
Biológicamente Sostenible	28
Estéticamente Hermosos	28
Beneficios al Medio Ambiente	29
Potencial Comercial	30
Estructura en Capas	31
5. TECNOLOGÍAS DE LOS SAFS	33
Sistemas de Soporte	33
Calendarios de Floración, Frutificación y Cosecha	40
Micorrizas	41
Presupuesto de Nutrientes	42
Manejo de Coberturas y Aplicación de Mulch	44
6. APLICACIONES DE LOS SAFS	47
Bosques Comestibles	47
Cortina de Viento Multipropósito	49
Parcelas de Proteína / Producción de Forraje	53
Cultivo en Callejones	55
Células de Paisaje Autosuficientes	57
Parcelas de Energía	58
Zonas de Amortiguación (Zonas <i>Buffer</i>)	60
Sistemas Silvopastoriles	62
7. CONCLUSIÓN	63
8. BIBLIOGRAFÍA	65
9. ANEXOS	68
Infografía de Frutales Nativos	68
Infografía de Frutales Raros / No Convencionales	70
Infografía de Especies de Soporte Fijadoras de Nitrógeno	72



1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo busca proporcionar a los lectores aportes y herramientas para estimular la incorporación y manejo de árboles en los agroecosistemas de una región delimitada. Se considera vital observar y conocer la importancia, la relación y co-evolución de comunidades humanas con los bosques y diferentes comunidades de árboles.

Foto 1. Mesófilo de hoja con diseño de red

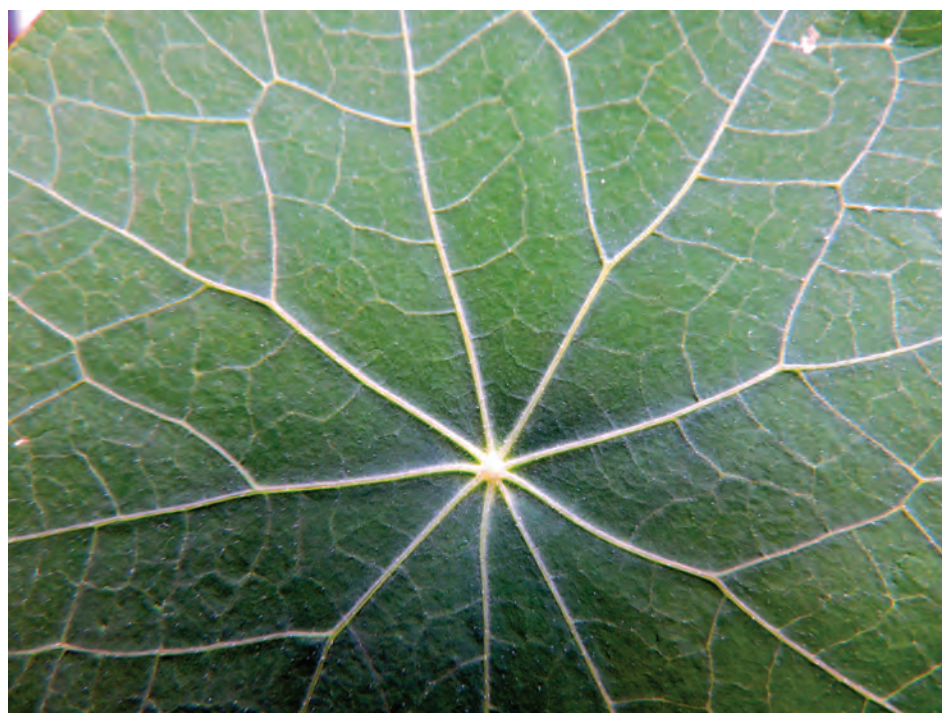


Foto: Acervo CEUTA

El aporte se centra en la región comprendida por el Bioma Pampa (sur de Rio Grande do Sul, Centro este Argentino y Uruguay). (Ver ilustraciones 1 y 2).

Ilustración 1. Mapa Bioma Pampa



Fuente: Alianza del Pastizal



Ilustración 2. Macrocuenca del Río de la Plata



Gentileza del Instituto Clemente Estable, IIBCE

Desde un enfoque de cuencas, podemos correlacionar estos territorios de pampa y sabanas, con las Sub-cuencas del Bajo y Medio Uruguay, Cuencas de Laguna de los Patos y Laguna Merín, y Sub-cuenca del Bajo y Medio Paraná. Como tantas, esta región padece los efectos e impactos del sistema de producción agropecuaria industrial haciendo un uso extractivo del suelo y utilizando grandes cantidades de insumos químicos, sumado además a los efectos del cambio climático. Ambos, combinados, ponen en riesgo el funcionamiento saludable de los ecosistemas y los sistemas de producción basados en los recursos naturales, y por ende la vida de nuestras comunidades en relación con los territorios.

Foto 2. Bosques de parque, diseño natural de parque, con pradera natural y árboles

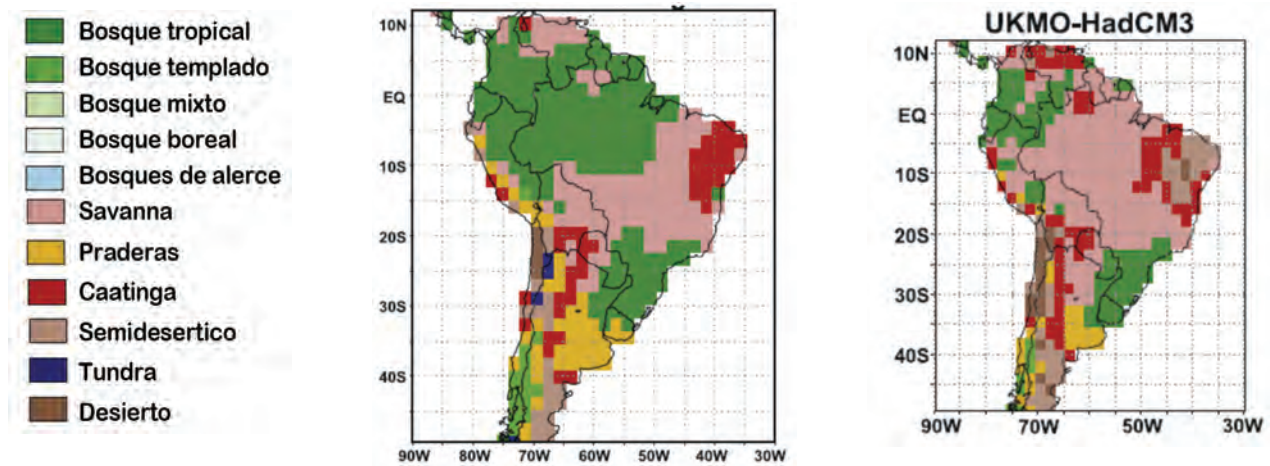


Foto: Acervo CEUTA, 2017

El territorio del Bioma Pampa, donde la vegetación predominante es la pradera, tiene también diversas formaciones de bosques, parches y rodales de árboles o bien árboles dispersos consorciados con las pasturas, alternados en todo el territorio. Las formaciones de bosques predominantes están asociados principalmente a cursos y cuerpos de agua. Estudios de O. del Puerto (1987) estimaban la presencia de bosque nativo en un 25 % del total del territorio de Uruguay, hoy en día ese porcentaje es cercano al 4,8 % debido al avance de la ganadería, la agricultura y la forestación.

Sin embargo a raíz de las proyecciones derivadas del cambio climático, Salazar (2007), ha elaborado un modelo que predice la tendencia hacia condiciones favorables para la expansión de los bosques subtropicales en el Bioma Pampa, en el periodo de los próximos 100 años, que obviamente dependen de la interacción con la acción humana (agricultura, ganadería, forestación, etc.).

Ilustración 3. Tendencia para la expansión de los bosques subtropicales en el Bioma Pampa



Fuente: Salazar

El papel ecológico de los árboles en la agroforestería

Los árboles tienen la capacidad de alterar drásticamente las condiciones del ecosistema de cual forman parte (Reifsneyder y Darnhofer 1989, Farrell 1990). La productividad sostenible de los sistemas agroforestales se debe, en gran parte, a esta capacidad característica de los árboles.

Bajo el suelo, las raíces penetran a niveles más profundos que las de los cultivos anuales, afectando la estructura del suelo, el reciclaje de nutrientes y las relaciones de humedad de suelo. Sobre el suelo, el árbol altera el ambiente de luz mediante la sombra, lo cual afecta a su vez, la humedad y la evapo-transpiración. Las ramas y hojas proveen hábitats para una diversidad de vida animal y modifican los efectos locales del viento. Las hojas proveen de cobertura de suelo y modifican el ambiente edáfico. Conforme se descompone, esta hojarasca se convierte en fuente importante de materia orgánica. (Gliessman, 2002).

Precisamos recordar que, cuando hablamos de comunidades de árboles, debemos considerar e integrar los innumerables hilos de conexión implícitos de éstas, con los ecosistemas y sus innúmeras redes tróficas de vida (y la humanidad incluida en estos). Entonces podemos entender que también hablamos de procesos virtuosos de reciclaje de materia orgánica, de nichos para albergar múltiples especies, de la fertilidad de suelo, de fuentes de agua abundantes y de calidad y de comida sana, fresca y diversa, de los tan importantes espacios para nuestro esparcimiento y descanso, etc.

Foto 3. Monte nativo en Uruguay

Foto: Brazeiro, 2015

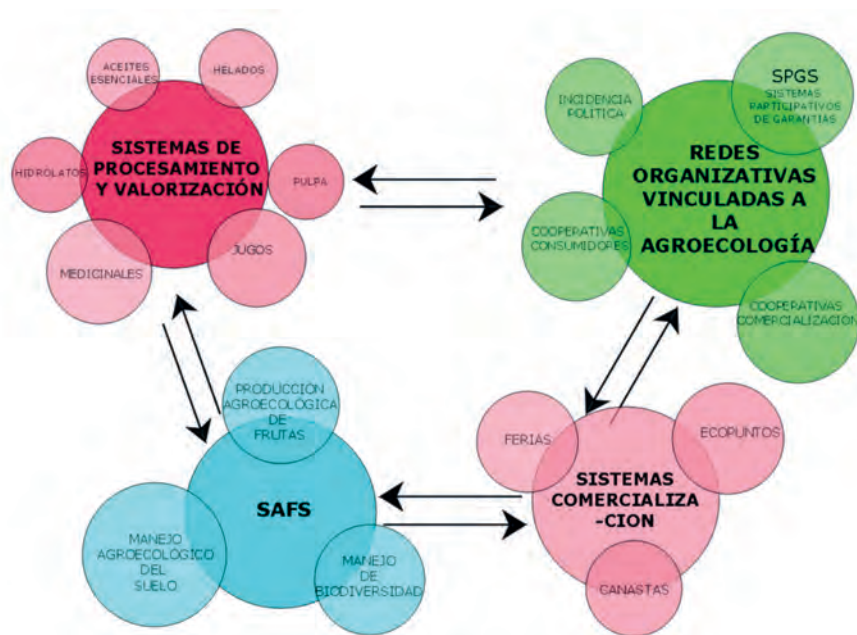
2. SAFS Y AGROECOLOGÍA

Desde los años 80”, Centro Ecológico, CEUTA y CETAP, así como muchas otras diversas organizaciones de la sociedad civil y movimientos de agricultores, y más recientemente sectores académicos, han promovido, estudiado, investigado y aplicado, cada vez con más y mayor experiencia, muy diversas experiencias y ejemplos de procesos agroecológicos tanto en la dimensión rural como en lo urbano.

La agroecología se define como un enfoque científico que aplica conceptos y principios ecológicos en el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables (Gliessman, 2001). Gomez Perazzoli (2012), cita a Altieri (1999): la Agroecología es una disciplina que provee los principios ecológicos básicos para estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que sean productivos y conservadores del recurso natural, y que también sean culturalmente sensibles, socialmente justos y económicamente viables. Luego, Gomez Perazzoli agrega otra cita según la cual el alcance de la Agroecología se ha ampliado para incluir diferentes enfoques científicos, prácticas agrícolas (como la agricultura ecológica u orgánica) o la gestación de un movimiento social o político (Wetzel et al., 2009).

Entendemos también la agroecología como el enfoque que recoge el flujo dinámico de conocimientos interdisciplinarios, saberes y tecnologías, apropiados por las comunidades, grupos familias y personas, en sus contextos concretos, en sintonía con los principios ancestrales de la ecología de los sistemas vivos, en un proceso continuo de innovación y coevolución, para contribuir a la Soberanía Alimentaria sustentable de los pueblos en los territorios. En la ilustración 4 se ejemplifica un diagrama de flujo con enfoque agroecológico retratando las relaciones sistémicas del intercambio de productos, energía y conocimientos, entre los Sistemas Agroforestales Prediales, los Sistemas de procesamiento, los Sistemas sociales y organizativos y los Sistemas de comercialización, tal y como han sido relevados en las jornadas de Intercambio CE-CEUTA, actividad de la Red Tierra del Futuro, en octubre 2017.

Ilustración 4. Diagrama representando el intercambio de saberes agroecológico de SAFs entre las regiones pampeanas y la región de Mata Atlántica de la costa de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil



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.

La agroecología se nutre de la vida de gente que habita una profunda relación con los territorios. Las comunidades humanas coevolucionan con las comunidades de árboles.

Foto 4. Árboles y gente de la tierra - Abayubá Ilario Rodríguez, viverista de plantas nativas, hace entrega de plantas de arazá (*Psidium cattleianum*) a la productora familiar Cristina Ramos de Vieta, para instalación de SAF en zona de amortiguación de Laguna del Cisne, Canelones, Uruguay

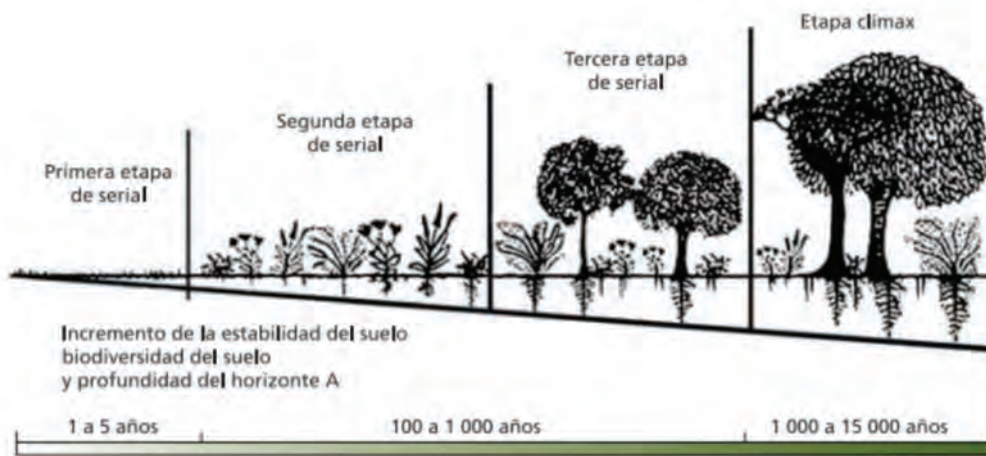


Foto: Acervo CEUTA, 2017

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 5).

Ilustración 5. Atributos en la sucesión de especies



Fuente: 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. En las imágenes 5, 6 y 7, observamos paisajes de SAF juvenil (7años), y SAF maduro (+ de 15 años).

Foto 5. SAF juvenil, Isla Verde, Canelones, Uruguay, 2014



Foto: Acervo CEUTA, 2014

Foto 6. SAF juvenil, Isla Verde, Canelones, Uruguay, 2015



Foto: Acervo CEUTA, 2015

Foto 7. SAF maduro de manejo de yerba mate. Sierra Gaucha, Rio Grande do Sul. Agricultores y técnicos uruguayos y brasileños durante intercambio de saberes agroecológicos, 2017



Foto: Acervo CEUTA, 2017

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 beneficios ambientales, 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.

Foto 8. Monte de citrus diversificado con sistema de gallinero móvil comercial y cortina de viento productiva. Predio La Oriental, Puntas de Manga, Uruguay



Foto: Acervo CEUTA, 2015

Son sistemas inteligentes y diversificados que producen alimentos, maderas, aceites, entre otros productos, que pueden aumentar la renta del agricultor, reduciendo la presión sobre los montes nativos, ayudando a conservar y mantener el suelo, agua, biodiversidad y fijando carbono, entre otros beneficios (Nuñez y Vivan, 2011). Cada elemento del sistema cumple múltiples funciones, valoradas por la familia.

Los SAFs son interesantes para la agricultura familiar por reunir ventajas ambientales y económicas. La utilización sustentable de los recursos naturales unida a una menor dependencia de insumos externos, caracterizan estos sistemas, resultando en una mayor seguridad y soberanía alimentaria para productores y consumidores (FAO, 2002).

Estos sistemas son considerados cada vez más importantes en Brasil y también en Paraguay, como estrategia de desarrollo sustentable en ecosistemas amenazados, y en el contexto de agricultura ecológica de base campesina y familiar (Amaral et al, 2013, citado por Vivan, 2014). Las imágenes 9 y 10 corresponden a un SAF basado en el consorcio de banana con açaí. Este tipo de SAFs ha tenido un buen desarrollo en ciertas zonas de Brasil, como es el caso en la zona de Torres, en Rio Grande do Sul.

Foto 9. SAF de la familia Steffen, Comunidad Três Passos, Morrinhos do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil, con ñame, banana y açaí



Foto: Acervo CEUTA, 2017

Foto 10. SAF de la familia Steffen, la cosecha de açaí



Foto: Acervo CEUTA, 2017

3. SAFS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Una de las principales amenazas ambientales de la actualidad, consecuencia directa de lo que es genéricamente conocido como efecto invernadero, es el cambio climático. El cambio climático en América Latina ha causado grandes impactos en los sistemas de producción en los últimos años. Según el estudio realizado por CEPAL en el marco de la COP21 (2015), Latinoamérica solo produce el 9 % de los gases de efecto invernadero, pero sin embargo es una de las regiones más vulnerables y afectadas por el cambio climático. Asegura que si “el calentamiento global continúa incrementándose, la agricultura latinoamericana sería uno de los sectores más afectados porque el rendimiento agrícola disminuiría en 16 %”.

Además del cambio climático, la variabilidad del precio de los alimentos, la escasez de tierra y agua de calidad, y el aumento de los costos de energía (y el agotamiento del petróleo), presentan grandes retos para la soberanía alimentaria de todos. Esta es la razón por la cual la estrategia agroecológica también debe trabajar la soberanía energética y tecnológica, además de la soberanía alimentaria (Ilustración 6).

Ilustración 6. Tres tipos de soberanía a ser considerados por una comunidad agrícola o una región, siguiendo una estrategia agroecológica en un contexto de resiliencia



Fuente: Altieri et al. 2011

Si la salida para el calentamiento global requiere nuevas alternativas de energía, y el sol debe ser una de las principales fuentes a ser adoptadas, nada más lógico que buscar una producción agrícola que tenga como matriz energética el sol. Cambiando insumos industriales basados en el petróleo por insumos naturales basados en la fotosíntesis – urea por leguminosas, plaguicidas por asociaciones y rotaciones (...). (Meirelles, 2008).

Los efectos del cambio climático en el sur de América del Sur están pautados por la influencia del fenómeno climático Niño-Niña desde ya hace más de dos décadas. El fenómeno de “El Niño” es una ruptura del sistema océano-atmósfera en el Pacífico Tropical, teniendo importantes consecuencias para en todo el globo terrestre. Entre esas consecuencias están el aumento de precipitaciones en el sur



de América del Sur, alcanzando proporciones catastróficas como en 1983, y secas en el mismo período en las regiones norte y nordeste de Brasil. (Rizzi, Lopez, Maldonado, 2001).

En la región bioma Pampa anteriormente citada, cuando ocurre el fenómeno de “El Niño” aumenta la probabilidad de que ocurran precipitaciones por encima de lo normal en primavera y principios del verano (octubre, noviembre y diciembre). Cuando ocurre el fenómeno de “La Niña” sucede lo inverso, y existe mayor probabilidad de precipitaciones por debajo de lo normal en primavera e inicios del verano.

Los efectos más importantes del fenómeno Niño-Niña son:

- Incremento de lluvias en primavera y verano;
- Decrecimiento de la temperatura máxima media en primavera y verano;
- Incremento de la temperatura mínima media todo el año;
- Heladas menos severas dado por un período de heladas más corto (primera y última) y un menor número de días con heladas;
- Mayor ocurrencia de eventos climáticos, como tormentas, ciclones, granizos, sequías.

Los modelos de agricultura conocidos como Sistemas Agroforestales (SAFs) han sido señalados por su potencial para mitigar el efecto invernadero a través de la fijación del carbono (Gonçalves, 2006). Según estudios realizados en México, los SAFs acumularon mayores volúmenes promedio de carbono total que los sistemas tradicionales de similares edades (Roncal et al. 2008).

Es posible también aumentar la estabilidad, la resiliencia y adaptación de la agricultura frente al cambio climático aumentando la diversidad. Una estrategia clave en agricultura sostenible es reincorporar la diversidad en el paisaje agrícola y manejarlo con mayor eficacia (Gliessman, 2001). Para ello es posible diseñar, rediseñar y/o manejar los agroecosistemas integrando SAFs, policultivos, variedades criollas adaptadas a condiciones locales, cría de animales, prácticas de manejo ecológico de suelo y agua, etc .

Tabla 1. Opciones de manejo predial para reducir emisión de carbono y aumentar capacidad de secuestro

Opciones para reducción de la emisión de carbono y otros gases con efecto invernadero	Opciones para aumentar el secuestro de carbono
Conservar y reducir el uso de energía	Reducir la labranza para evitar la emisión de CO ₂ de los suelos
Compostar el estiércol para la reducción del metano	Utilizar abonos verdes y cultivos de cobertura
Sustituir combustibles fósiles por biocombustibles y energías renovables	Potenciar captura de C en base a manejo racional de pasturas
Reducir el uso de máquinas	Recuperar y proteger las áreas húmedas y riparias (humedales, bosques fluviales, zonas de amortiguación/ <i>buffer</i> , etc)
Reducir el uso de fertilizantes inorgánicos	Reforestar áreas agrícolas subutilizadas
Utilizar abonos poco solubles	Adopción de sistemas agroforestales

Opciones para reducción de la emisión de carbono y otros gases con efecto invernadero	Opciones para aumentar el secuestro de carbono
Mejora de base nutricional para ganado en base a manejo de pasturas naturales para disminuir la intensidad de emisiones por kg/carne de ganado producida ¹	Desarrollo de sistemas silvopastoriles
	Utilización de cultivos con potencial uso como biocombustibles.

Adaptado de Gonçalves (2006)

La imagen 11 presenta policultivos como estrategia de resiliencia en un predio donde se intercalan cultivos perennes en callejones en un cuadro hortícola. Existen múltiples retroalimentaciones positivas a raíz de ello.

Foto 11. Policultivos como estrategia de resiliencia, predio de Erica y Juan Pablo Bentancor, Sauce, Uruguay



Foto: Acervo CEUTA, 2015

¹ Esta medida figura dentro del documento de “Primeras Contribuciones Nacionales Determinadas al Acuerdo de París” para Uruguay, 2017. Disponible en www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/Uruguay%20First/Uruguay_Primer%20Contribuci%C3%B3n%20Determinada%20a%20nivel%20Nacional.pdf



Pitanga. Foto: Amanda Borghetti / Guayabo del país. Foto: Cesar Volpato.

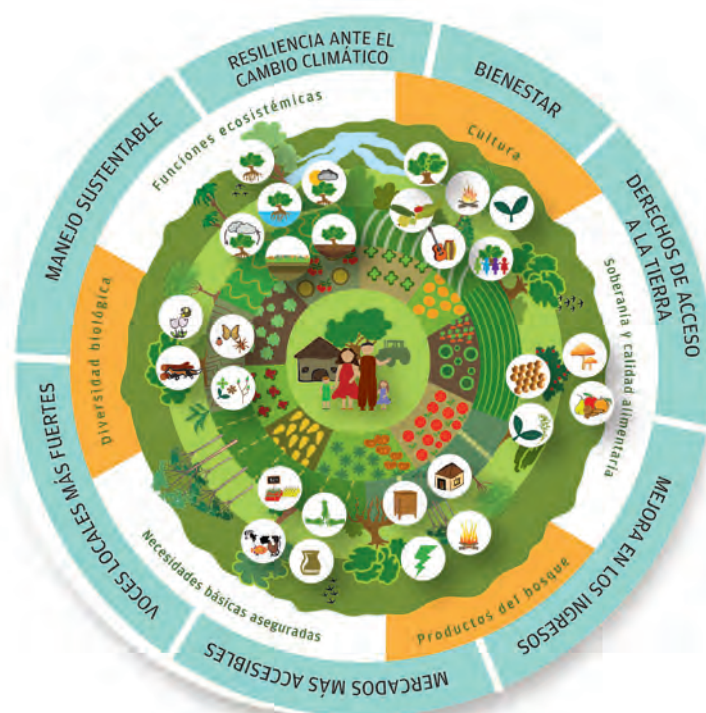


4. CARACTERÍSTICAS DE LOS SAFS

Los SAFs agroecológicos son centralmente apropiados para la agricultura familiar. En la figura 7 se ilustra en forma de diagrama circular o “mandala”², los múltiples alcances y potencialidades de los SAFs. Potencialmente, las familias de agricultores viviendo en y de estos sistemas, contribuyen a los aspectos que figuran en el círculo externo del mandala: manejo sustentable, bienestar, mejora en los ingresos, resiliencia frente al cambio climático, etc. Estas contribuciones tienen una dimensión predial, pero también puede tener una dimensión regional en la medida que la escala se amplifique. También tienen una dimensión política que siempre deberá apoyarse en los sistemas organizativos, que son esenciales para la Agroecología.

En el círculo interior se expresan los atributos directos e inherentes al manejo de SAFs prediales: diversidad biológica, soberanía y calidad alimentaria y nutricional de las familias, funciones ecosistémicas, cultura (entendida como la relación no productiva con el medio: recreación, arte, festejos, simbolismo y ambiente vital) y un aporte concreto y sustancial a las necesidades básicas (energía, fibras, medicina, materiales de construcción). Luego en el dibujo se representan la diversidad de productos del bosque y funciones benéficas para las familias, comunidades y el ambiente. A continuación se describen y ejemplifican algunas de las características fundamentales de los SAFs, que figuran en la ilustración 7.

Ilustración 7. Diagrama ilustrando la multiplicidad de dimensiones, atributos, aportes, relaciones y productos de los Sistemas Agroforestales Agroecológicos Familiares



Fuente: CEUTA 2015. Adaptado de Forest and Farm Facility, 2014

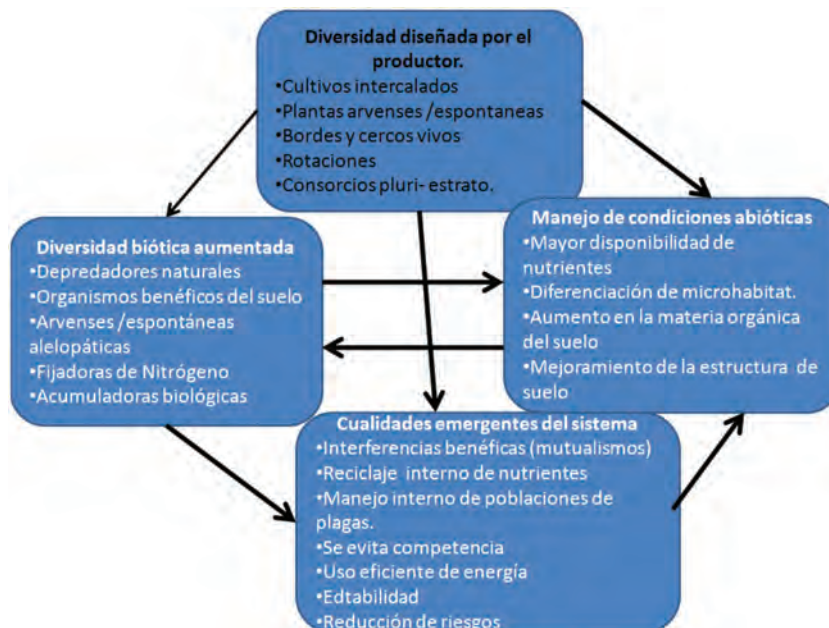
² Los *mandalas* son diseños circulares originarios de culturas religiosas orientales, que luego se han utilizado en multiplicidad de expresiones. Si bien este mandala no expresa ideas religiosas, integra las posibles dimensiones espirituales, simbólicas y culturales. Además hemos considerado apropiada la relación entre *macrocosmos* y *microcosmos* expresada por estos diseños milenarios.

ALTA DIVERSIDAD

El manejo agroecológico reconoce que incluir diversidad en el agroecosistema fortalece la sustentabilidad. Los SAFs contienen un conjunto de especies de uso directo y además un conjunto de especies para beneficio del propio sistema, por ejemplo, plantas que atraen polinizadores, plantas que repelen insectos perjudiciales, plantas que extraen nutrientes de capas profundas del suelo donde otras especies no pueden y plantas que contribuyen a mantener la fertilidad del sistema.

Además de la alta riqueza de especies, los SAFs tienen varios niveles o capas (diversidad estructural) y una alta diversidad genética. Los bosques comestibles son lo más cercano a bosques naturales, siendo estos producidos y manejados por el humano. La ilustración 8 describe las cualidades emergentes de los agroecosistemas a partir del diseño y manejo de biodiversidad en el sistema, pasando por efectos positivos en medios bióticos y abióticos.

Ilustración 8. Dinámica del sistema basado en diseño y manejo de la agrobiodiversidad en agroecosistemas



Fuente: Adaptado de Agroecología, Gillesman, 1998

ALTA ESTABILIDAD

Existe una correlación positiva entre diversidad y estabilidad y resiliencia en los sistemas biológicos. En los SAFs una parte de las especies son perennes, esto hace que el periodo de permanencia de las plantas sea más largo, reduciendo los laboreos, y aumentando las redes de sucesiones naturales. Las plantas perennes otorgan una cobertura estable al suelo, protegiéndolo de los agentes climáticos.

TRABAJAR CON LA NATURALEZA Y NO EN SU CONTRA

El estudio, comprensión y uso de la sucesión natural de especies y sus ciclajes de nutrientes, como una fuerza a favor del sistema productivo permiten entender los mecanismos de regeneración de la naturaleza y acompañar ese movimiento incluyendo al sistema productivo en él.

Las fotos 12 y 13 son de un *monte de parque*³ (natural) y de un *parque comestible* (diseñado y manejado) en la zona serrana, en Maldonado, Uruguay. Es clara la similitud estructural adoptada por el

³ El monte de parque se caracteriza por la presencia de especies arbóreas y arbustivas que se desarrollan dispersas en un tapiz vegetal de pradera. En términos generales se lo encuentra ubicado entre el monte ribereño y la pradera típica desprovista de árboles.

agroecosistema que “imita” el diseño natural. En ambas parcelas puede realizarse un manejo de las pasturas naturales de forma de garantizar una buena conservación de la cobertura y composición.

Foto 12. Monte de parque compuesto por 5 o 6 especies leñosas principales, Maldonado, Uruguay



Foto: Acervo CEUTA, 2017

Foto 13. Parque comestible con 25 especies frutales comestibles en 0,5 ha, Establecimiento “la Horqueta”. Maldonado. Uruguay



Foto: Acervo CEUTA, 2015



EFICIENCIA

Desde el punto de vista de la sustentabilidad, es importante analizar la eficiencia con que se utiliza la energía para la conversión de energía solar en biomasa (Gliessman, 2001). Para medir esta forma de uso de la energía pueden relacionarse los flujos de entrada y salida de energía del agroecosistema calculando, de esta manera, la eficiencia energética de una producción determinada (Sarandon, 2013).

Generalmente, la productividad y la eficiencia de los sistemas agrícolas se expresan en términos monetario-mercantiles. Sin embargo, estas valoraciones económicas no logran captar otras dimensiones relevantes en la producción agropecuaria. El contenido de nutrientes (proteínas) o de energía (carbohidratos), ilustra con mucha efectividad el beneficio social de la agricultura, es decir, la cantidad de personas que pueden ser alimentadas por superficie de tierra dedicada a la producción de alimentos. La productividad de la finca, chacra o predio, en términos de salida energética y proteica por unidad de área, y la eficiencia en la conversión de insumos energéticos, constituyen dos componentes determinantes de la eficiencia y la sustentabilidad de los sistemas que apuntan a la nutrición humana. Combinar los análisis de productividad y eficiencia energética ofrece un valor añadido a la evaluación del desarrollo sostenible, que no debe subestimarse, particularmente en estos momentos de crisis energética mundial (Funez Monzote, 2014).

No existen estudios específicos sobre la eficiencia lograda por los SAFs en este sentido. Sin embargo, es pertinente citar los ya conocidos estudios de los 70^{os} y 80^{os}, en los que se advierte que si bien la agricultura industrial ha logrado enormes rendimientos, estos se basan en enormes costes energéticos. Según la relación entre consumos y rendimientos energéticos obtenidos en megajoules (o calorías), los bosquimanos (cazadores-recolectores) y la agricultura tradicional campesina china basada en reciclaje de toda la materia orgánica del sistema, tenían valores de eficiencia de respectivamente 7,8 y 41,1. Por su parte, la producción agroindustrial de maíz en EEUU a fines de los 70^{os}, basada en el paquete tecnológico de revolución verdes y la producción agroindustrial de leche en Reino Unido poseían 2,58 y 0,37 respectivamente (Campbell, 1983. Leach 1976).

Los SAFs son sistemas que, luego de avanzar su etapa de instalación, requieren de baja introducción de insumos externos para obtener sus productos, los cuales son generados en base al flujo natural de energía de los ecosistemas. Podríamos esperar que las eficiencias energéticas resultantes de estos sistemas se sitúen en el orden cercano a los sistemas bosquimanos y chinos citados anteriormente. Consideramos sumamente relevante desarrollar estudios en este aspecto, ya que podrían ser de crucial importancia para la agricultura del siglo XXI.

RENDIMIENTO

Se estima que media hectárea de un bosque comestible es capaz de alimentar a unas 10 personas, lo cual duplica la cantidad promedio de personas por superficie que alimenta las parcelas de cereales de la agricultura moderna (Crawford, 2010). Es posible cultivar cereales, papas, en el diseño de cultivo en callejones y fases iniciales del bosque y además podemos cultivar nueces, castañas y tubérculos que tienen una composición similar, y de forma perenne producir los requerimientos calóricos y nutricionales necesarios.

Los bosques tienen una mayor producción anual bruta que los sistemas de producción como por ejemplos los monocultivos convencionales. Esto tiene que ver entre otros factores con la estructura del bosque, la gran superficie de hojas dispuestas en múltiples capas verticales aumenta el aprovechamiento de la luz, esto es, para verlo de una forma más gráfica, como si tuviéramos huertas apiladas una sobre las otras. La clave de los SAFs es direccionar volúmenes importantes de la producción bruta del sistema, hacia los productos netos y las funciones ecosistémicas.

Foto 14. Cultivo de maíz en callejones de frutales diversos, granja agroecológica Casa Blanca, Lima, Perú



Foto: Acervo CEUTA, 2014

Foto 15. Árbol de damasco con buena carga, Isla Verde, Uruguay



Foto: Acervo Isla Verde, 2015

AMPLIO RANGO DE PRODUCTOS

Estos sistemas tienen un enorme aporte para la sustentabilidad y la autosuficiencia de las familias concebidas muy ampliamente. La diversidad de productos proviene de un uso eficiente de la superficie, las características de diseño utilizadas y el ecosistema imperante.

Foto 16. Helado de açaí

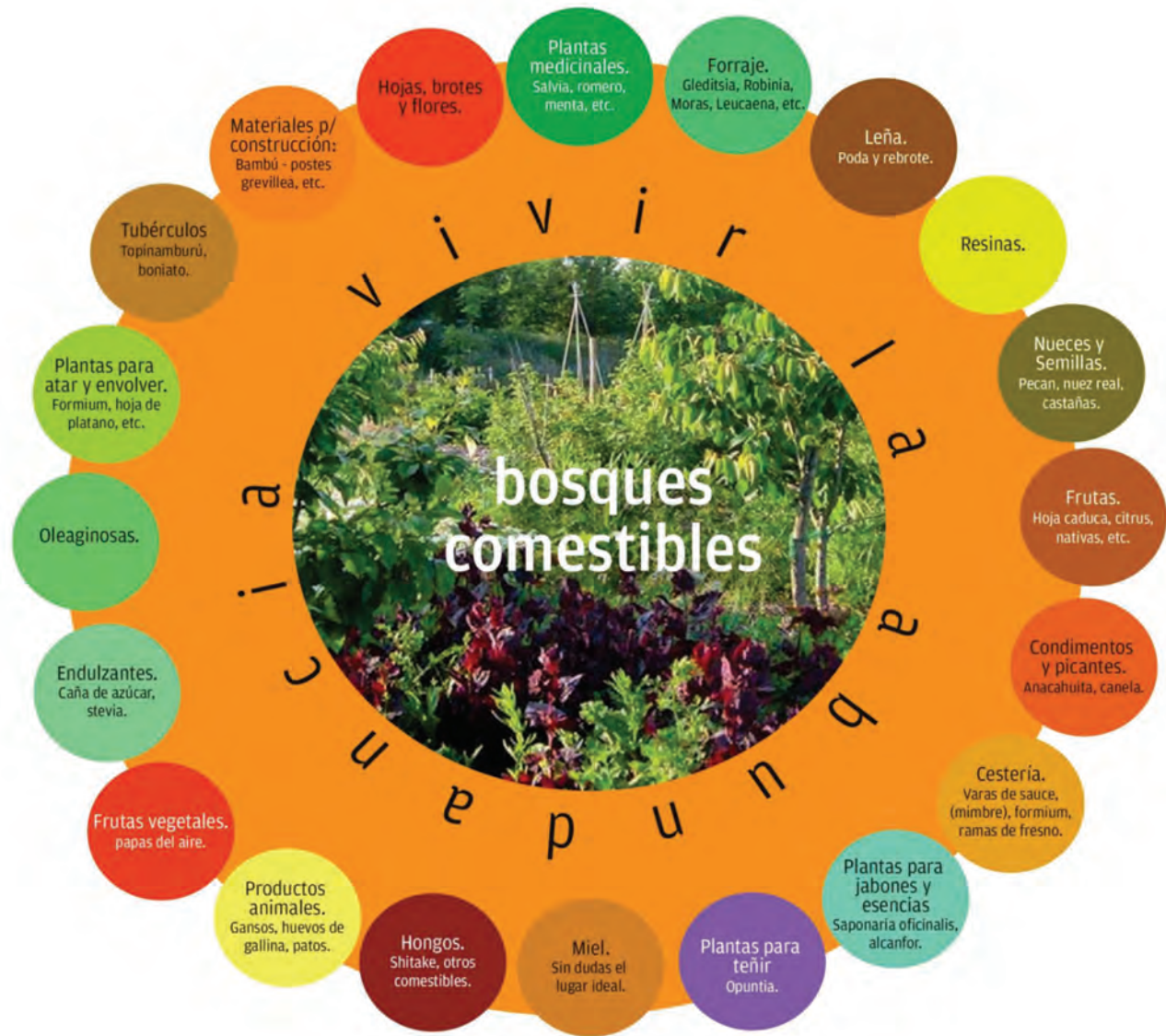
Foto: Acervo Centro Ecológico

Ilustración 9. Logo identificatorio de productos agroforestales, Litoral Norte/RS, Brasil

Fuente: Acervo Centro Ecológico

Los SAFs son diseñados mediante los requerimientos de sus usuarios, y pueden producir una amplia variedad de productos comercializables o bien de autoconsumo, incluyendo frutas, nueces, semillas, hortalizas, cultivo para ensalada, hierbas, condimentos, hongos producidos en troncos, postes y materiales para construcción, materiales para atar, materiales para artesanías, hierbas medicinales, plantas para teñido, plantas para jabón, miel de abejas, aceites esenciales e hidrolatos, plantas endulzantes, etc (Ilustración 10).

Ilustración 10. Productos del bosque



Fuente: CEUTA, 2016

PRODUCTOS DE ALTO VALOR NUTRICIONAL

El valor nutricional de un producto depende de su composición química: fundamentalmente proporción de grasas, proteínas e hidratos de carbono, multiplicando dicho contenido energético por la cantidad de producto cosechado. Por ejemplo, los cultivos oleaginosos como el girasol que pueden tener un 50% de aceite, tienen mayor energía por kilo que los cereales, como el trigo (Sarandon).

Existe una rica y muy diversa gama de cultivos de plantas perennes (conocidos y no tan conocidos) que son considerados alimentos altamente nutritivos en proteínas (nueces, almendras), en carbohidratos (palta, bellotas, castañas), y en vitaminas y minerales (frutas, en especial nativas) (Smith,1929).



El sistema radicular más extenso de las plantas perennes contribuye en el beneficio, porque pueden explorar el espacio del suelo en mayor profundidad que las plantas anuales y así acumular mayores cantidades de minerales. Además son más propensas a desarrollar asociaciones simbióticas (de mutuo beneficio) con especies de hongos denominadas micorrizas (*mico*=hongo, *riza*=raíz), lo cual aumenta significativamente la exploración del suelo por parte de la planta para alcanzar nutrientes (Hemenguay, 2009). Los frutos nativos y productos menos conocidos suelen tener aspectos muy interesantes y ricos desde el punto de vista nutricional.

Tabla 2. Contenido de macronutrientes en la quinua y en alimentos seleccionados, cada 100 g de peso seco

	Quinua	Poroto	Maíz	Arroz	Trigo
Energía (kcal)	399,0	367,0	408,0	372,0	392,0
Proteína (g)	16,5	28,0	10,2	7,6	14,3
Grasa (g)	6,3	1,1	4,7	2,2	2,3
Carbohidratos (g)	69,0	61,2	81,1	80,4	78,4

Fuente: Koziol (1992)

Tabla 3. Contenido de macronutrientes en frutos secos seleccionados cada 100 g de peso seco

Frutos secos	Calorías (kcal)	Proteínas (g)	Hidratos de Carbono (g)	Grasa (g)	Fibra (g)
Almendra	589	19,9	20,4	52,2	12,3
Avellanas	591	12,4	24,4	49,3	3,6
Castañas	199	4,0	40,0	2,6	7,0
Nuez	606	24,3	12,1	56,6	5,0
Pistachos	577	20,7	24,8	48,4	10,8

Fuente: Jury, Urteaga, Taibo, 1999

MAYOR ADAPTABILIDAD A CLIMAS EXTREMOS

Los sistemas basados en bosques son los más resilientes ante climas extremos. La estructura y diversidad de los SAFS aumenta la resiliencia al impacto en las condiciones dadas por el cambio climático.

Algunos estudios sugieren que la presencia de árboles en múltiples estratos en los SAFs también puede ser importante para disminuir o atenuar los efectos de las sequías. En Indonesia, la presencia de un estrato arbóreo de gliricidia fue clave para que las plantas de cacao resistieran mejor una sequía (Schwendenmann et al., 2009). Lin (2007) encontró que en agroecosistemas de café en Chiapas, México, la temperatura, humedad y las fluctuaciones de la radiación solar se incrementaron significativamente a medida que se redujo el área sombreada. El estudio concluyó que la sombra estuvo relacionada directamente con la mitigación de la variabilidad en microclima y humedad del suelo para el cultivo del café. Lejos del ambiente húmedo y caliente de las zonas bajas tropicales y en ambientes más secos como Brasil nororiental, cultivos de palma babassu (*Orbignya phalerata*) en áreas de pastoreo proporcionan sombra para el ganado, mientras que en lugares de orientación agrícola, sirven como

sombra para arroz, maíz, yuca e incluso bananos y plátanos, mejorando el microclima y reduciendo la pérdida de agua del suelo. En algunos sistemas los agricultores plantan cashew para proporcionar abrigo a otros cultivos productivos tales como sorgo, cacahuets y ajonjolí (Johnson y Nair, 1985). Claramente, la presencia de árboles en diseños de agroforestería constituye una estrategia clave para mitigar la variabilidad del microclima en sistemas de agricultura minifundistas (Altieri et al.2013)

Cuarenta días después que el huracán Ike azotó Cuba en 2008, los investigadores realizaron una encuesta en fincas en las provincias de Holguín y Las Tunas y se encontró que las granjas diversificadas mostraron pérdidas de 50%, en comparación con 90 o 100% en los monocultivos vecinos. Asimismo, fincas agroecológicas mostraron una recuperación productiva más rápida (80 a 90% 40 días después del huracán), que las fincas de monocultivo (Machín-Sosa et al., 2010).

Según Nicholls (2016), existe una adaptación radical de los sistemas agropecuarios frente al cambio climático, la cual debería basarse en la diversificación de los agroecosistemas en forma de policultivos, sistemas agroforestales y sistemas que combinen la agricultura con la ganadería, acompañados por el manejo orgánico de los suelos, la conservación y la cosecha del agua y un incremento general de la agrobiodiversidad.

Esto puede ilustrarse en un ejemplo clave para el Bioma Pampa, en la relación benéfica existente entre árboles - pasturas y ganado (ver aplicaciones silvo pastoriles). Comunidades de árboles creciendo entre las pasturas que alimentan al ganado confieren resiliencia frente a condiciones climáticas extremas, protegiendo al rodeo. Las temperaturas altas y las heladas son suavizadas por los macizos de árboles. Basta con observar el comportamiento de los animales que buscan refugio en los montes de “abrigo”.

Foto 15. Adaptación de árbol *Pinus pinaster* a condiciones extremas en formación psamófila, seguramente haciéndose valer de asociaciones estratégicas de raíz con hongos micorríticos



Foto: Acervo CEUTA, 2015

BIOLÓGICAMENTE SOSTENIBLE

La sostenibilidad de los SAFS proviene de su diversidad y al entramado complejo debajo del suelo y encima, a la interacción entre especies. Existen SAFS en los trópicos con una antigüedad de alrededor de 4500 años.

En el caso de las Chinampas en México, excavaciones arqueológicas permitieron establecer cronología relativa, en base a material lítico, situado aproximadamente entre 2500 y 2000 AC (Avila, 1995). Otro ejemplo agro-silvo-pastoril está ubicado en la península ibérica donde por miles de años se criaron cerdos en consorcios con encinas y pasturas. Se ha datado estas comunidades entorno al 6000 AC (Escacena, 2012). En Brasil, la etnobotánica abrió un vasto campo de estudio, en la medida que rescató parte de la cultura indígena, principalmente en lo relativo a su convivencia con la diversidad biológica. Vastas superficies que eran consideradas intocadas por la mano humana, fueron en realidad utilizadas por más de 4000 años por culturas (como los indios *caiapó*) cuyo legado aún permanece escasamente conocido (Vivan, 1993).

Foto 16. Abono verde de girasol y amaranto entre filas de pioneras de soporte en desarrollo donde estos sistemas trabajan para el suelo actual y su salud futura



Foto: gentileza de Fred y Uta Rienow

ESTÉTICAMENTE HERMOSOS

El bosque o floresta, el SAF resultante de nuestra intervención, es una asamblea de seres vivos que expresa hermosura. Existe una belleza intrínseca de estos espacios, independientemente de si los objetivos estéticos fueron parte del proceso de diseño.

Los SAFS pueden ofrecer gran riqueza paisajística a la vez que armonización de nuestra vida cotidiana. La belleza natural de los SAFs puede tener efectos terapéuticos en las personas. Por otro lado, su valor estético y natural, los convierte en un espacio apetecible para el paseo y recreación, posible de ser utilizado incluso en circuitos turísticos alternativos.

Foto 17. Parque de plantas comestibles, German Britos y familia, Puntas de Manga, Uruguay



Foto: Acervo CEUTA, 2015

BENEFICIOS AL MEDIO AMBIENTE

Son muchos los beneficios al medio ambiente. Entre ellos:

- Secuestran CO₂ en el suelo y en la biomasa leñosa de los árboles y arbustos que lo forman. Se estima que bosques comestibles maduros pueden fijar 30 a 40 t CO₂/ha/año en su biomasa (RIFA, 2010).
- Las emisiones de gases de efecto invernadero son insignificantes.
- Ayudan a conservar los suelos y mejorar su fertilidad. Al mantener el suelo cubierto y la estructura del suelo en buena condición, los bosques comestibles actúan como zonas de amortiguación o *buffer* para la captura y almacenamiento de agua de lluvias torrenciales (infiltración de agua), previniendo inundaciones y erosión.

- En lugares fríos se puede ofrecer refugio o protección a casas y edificios, reduciendo la energía necesaria para la calefacción.
- Son un excelente hábitat para la vida silvestre.
- La compleja estructura tridimensional y la diversidad de plantas (nativas y exóticas) provee muchos nichos para insectos y pequeños animales; un reciente estudio realizado en un bosque comestible de clima templado (Crawford, 2016), arrojó que tiene la misma o una mayor diversidad de invertebrados que los bosques nativos de la misma edad.

Ilustración 11. Detalle de mandala de SAFs, señalando sinergias entre diversidad, funciones ecosistémicas y cultura



Fuente: CE y CEUTA, 2017

POTENCIAL COMERCIAL

Muchos SAFs en el mundo tienen uno o más rubros comerciales principales en ellos, más allá de que éste sea fruta, hortaliza u otro producto menos convencional como ser flores de corte etc.

Sin embargo, si se busca una escala más comercial, deben considerarse ciertos aspectos en la etapa de diseño. Por ejemplo, puede ser recomendable limitar la diversidad de plantas a manejar, pues manejar 100 y 200 especies diferentes es muy complejo. En especial se debe considerar cuál es la ubicación y ordenamiento de las especies comerciales para lograr una cosecha más eficiente.

También los principios de los SAFs aplicados a plantaciones comerciales previamente establecidas pueden generar ingresos aumentando el rango de especies productivas, a través del uso de frutales convencionales, no convencionales, y nativos, o incluyendo parcelas de biodiversidad con el fin de disminuir los ataques por insectos, atraer insectos benéficos, polinizadores, mejorando el desempeño de plantaciones ya existentes. Muchos fruticultores están integrando árboles y arbustos nativos multifuncionales en sus plantaciones.

Un ejemplo es el vivero de leguminosas de soporte realizado por la familia Nicasio, en Uruguay. La familia es principalmente productora de fruta ecológica, y han integrado leguminosas perennes en los montes frutales. Además han comenzado a vender los árboles producidos en vivero por uno de los hijos jóvenes, generando un nuevo rubro comercial para la familia.

Foto 18. Vivero de leguminosas de soporte realizado por la familia Nicasio



Foto: Acervo familia Nicasio, 2017

ESTRUCTURA EN CAPAS

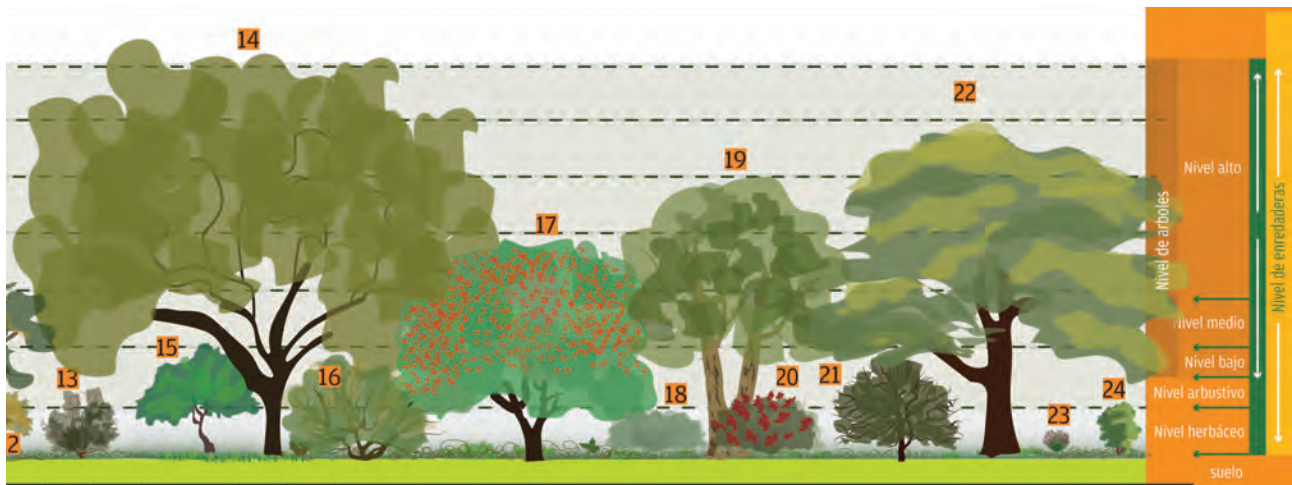
El sistema multidimensional del bosque representa la forma en la cual el diseño de la naturaleza trabaja en múltiples áreas, cumpliendo una amplia gama de funciones. Es por esto que es importante conocer sus funciones para integrarlas en los diseños de nuestros SAFS.

No hay un patrón ni un número único de capas, si observamos nuestros montes nativos, ellos varían, de acuerdo a su tipo de bosque, a su estado sucesional, al suelo y grado de intervención, pero podemos asumir que cuanto más estratos posea más diverso y estable será nuestro bosque.

Otra manera de asegurar este principio es por lo menos asegurarnos que existan varias capas de estratos, y se recomienda para que siga cumpliendo con las funciones ecosistémicas que por lo menos conserve 3 estratos (Crawford. M, 2010).

Existen varias posturas en cuanto a los estratos que debe tener un bosque comestible, uno de los modelos más utilizados es el de 7 estratos, el cual se describe a continuación.

Ilustración 12. Esquema de capas o estratos posibles de manejar en SAFs en el Bioma Pampa



Fuente: Tríptico CE y CEUTA, 2017

Nivel alto

Sobrepasa los 10 m, se llama así porque emerge del dosel del bosque. En este estrato se ubican los árboles de frutos dehiscentes (como las nueces por Ej) y especies fijadoras de nitrógeno también.

Árboles de porte medio y bajo

De 4 a 10 m. Son árboles productivos, que con un poco de esfuerzo pueden cosechar, especies frutales de hoja caduca, nativos, etc.

Nivel arbustivo

De 2 hasta 4 m, todos los arbustos y árboles pequeños y aquellos que mediante podas, puedan mantenerse en este estrato.

Nivel herbáceo

Hasta los 2 m, contiene por lo general plantas herbáceas en su mayoría perennes y algunas anuales, medicinales, alimenticias, etc.

Nivel trepadoras

De 0 a 10 m, conectando todas las capas, interactúa desde el suelo hasta la copa de los árboles más grande, haciendo un gran movimiento de nutrientes. Puede hacer productivos árboles que no tienen frutos, utilizándolos como soportes.

Suelo

Sostiene todo el sistema, albergando vida, y conectando las raíces entre sí. Además si es bien cuidado puede contener micorrizas.

5. TECNOLOGÍAS DE LOS SAFS

El enfoque sobre el diseño de SAFs ofrece un paquete de herramientas posibles a ser utilizadas, todas provenientes del estudio de los bosques.

Muchas de estas tecnologías son antiguas prácticas que fueron optimizadas/mejoradas y sistematizadas por una diversidad de personas que trabajan en las áreas de agroforestería familiar, bosques comestibles y forestería análoga alrededor del planeta. Se presentan aquellas que tienen potencial para su aplicación en los esquemas de producción tradicionales y para ecosistemas locales en el Bioma Pampa.

SISTEMAS DE SOPORTE

Los bosques poseen la característica de auto sostenerse, para esto debemos utilizar una variedad de plantas cuyas funciones son importantes para la salud de nuestro sistema. Le llamamos sistemas de soporte y están conformados por los siguientes grupos de plantas:

- Pioneras y plantas fijadoras de nitrógeno (fijación biológica - FBN)
- Plantas acumuladoras dinámicas⁴
- Plantas proveedoras de polen
- Plantas repelentes de insectos y hongos perjudiciales
- Plantas cubre suelos.

Debido a la importancia que tienen en la Pampa y en Uruguay, de acuerdo a la abundancia de especies FBN, en especial leguminosas, es que se detalla a continuación las especies fijadoras de nitrógeno.

A. Plantas fijadoras de nitrógeno

El nitrógeno (N), uno de los nutrientes más importantes para las plantas, es el constituyente principal de las proteínas, y estas lo pueden asimilar en forma de nitrato (NO_3) o amonio (NH_4). Es uno de los considerados macro-nutrientes y es crítico en los sistemas.

El nitrógeno en la naturaleza entra al sistema por dos vías. Una llamada fijación no biológica y consiste en la deposición de N por los rayos de las tormentas; la otra vía es por fijación biológica mediante bacterias asociadas a plantas (fijadoras de nitrógeno) y proporciona mayores cantidades de nitrógeno respecto a la primera.

Este gas es aprovechable por unas bacterias, que tienen la capacidad de reducir el N_2 y transformarlo a una forma asimilable. Estas bacterias son de 3 grandes grupos y se clasifican por su grado de asociación con vegetales para poder llevar a cabo el proceso:

1. Bacterias de vida libre

Viven en la corteza de troncos en descomposición, hojarasca, suelos, en la superficie de tallos, hojas y ramas. Comprende a las cianobacterias y al género *Azotobacter* y las cantidades fijadas son muy pequeñas (entre 1-2 kg N/ha/año).

⁴ Las características específicas del sistema radicular de algunas plantas perennes pueden explorar el espacio del suelo en profundidad y así acumular minerales “bombeando” de lugares inaccesibles anteriormente. Estas plantas bioacumulan los minerales y los van liberando a través de su biomasa.

2. Bacterias fijadoras asociativas

Viven en la rizosfera y tejidos de los árboles y plantas o cuerpos fructíferos de las micorrizas. *Azospirillum* es el género representativo más común y son capaces de fijar en un orden de 50 -150 kg de N/ha/año.

3. Bacterias simbióticas

Viven dentro de una estructura llamada nódulo, ubicada en las raíces de las plantas, en baja presencia de oxígeno, lo que permite que una enzima llamada nitrogenasa trabaje más eficientemente. Son capaces de fijar hasta 300-350 kg N/ha/año.

Hay dos grupos principales, rizobios (con especies leguminosas) y bacterias del género *Frankia* (con plantas actinorríticas).

Foto 19. Leguminosas nativas en asociación con rizobios nativos. Arriba *Inga vera* y abajo, *Sesbania punicea*



Fotos: investigadores del IIBCE, Uruguay

Ecológicamente las plantas FBN son plantas pioneras, en su mayoría tienen esta ventaja evolutiva para poder prosperar en suelos degradados, y poder facilitar la llegada de las demás especies. Como plantas pioneras crecen mejor con luz completa y a veces contienen sustancias tóxicas en sus hojas como mecanismo de defensa. Muchas de estas especies están reportadas como invasoras en varios países, por lo que se recomienda especial cuidado cuando se vayan a plantar (Ver recuadro especies exóticas invasoras en la página 40).

No todas fijan lo mismo

Las especies FBN son una herramienta que utilizada de una buena manera, puede ayudarnos a proveer de este nutriente esencial. Hay consorcios de especies leguminosas-rizobios específicos, que son especialmente eficientes en la fijación de N y proveen excedentes del nutriente para su propio crecimiento, dejando disponible N mineralizable en el sistema. En el diseño de SAFS hacemos especial hincapié en el potencial de incluir especies perennes de FBN que incorporarán permanentemente N al sistema, sin necesidad de insumos, además del manejo de leguminosas herbáceas en el tapiz vegetal.

La siguiente tabla nos muestra datos de rangos de fijación de grupos de plantas leguminosas arbóreas nativas, arbóreas exóticas arbustivas y herbáceas para una zona templada de Estados Unidos. Hemos recurrido a esta información debido a que no existe o no hemos podido acceder a información similar para la región de alcance de este material. Sin embargo consideramos válido el aporte de estos estudios, permitiendo generar una idea de cómo la diversidad de leguminosas y su fijación biológica de nitrógeno podría comportarse en ecosistemas similares. Aunque puedan encontrarse amplios márgenes de variación debido a las condiciones ambientales, seguramente haya un patrón emparentado y valores que no disten enormemente. Son pocas las especies referidas en las tablas que crecen en nuestra zona, pero son varios los géneros que coinciden. Las latitudes y regímenes de lluvia tampoco son lejanos, como se describe más adelante. La tabla clasifica la performance de volumen de FBN para especies de leguminosas de alta (+ de 180 kg N/ha/año), media (entre 96 y 180 kg N/ha/año) y baja fijación (de 1 a 96 kg N/ha/año), según sean árboles, arbustos o herbáceas, para la zona este de Estados Unidos.

Tabla 4. Clasificación de FBN de plantas en bosques del este de EEUU

Bosques Región Este de los EEUU			
	Alta fijación N	Media fijación N	Baja fijación N
Arboles nativos		<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Catalpa speciosa</i> , <i>Gleditsia aquatica</i> , <i>Gimnocladus dioicus</i>
Arboles no nativos	<i>Alnus glutinosa</i> , <i>Eleagnus angustifolia</i>	<i>Albizia julibrissin</i>	
Arbustos nativos		<i>Alnus incana</i> , <i>Alnus marítima</i> , <i>A. serrulata</i> , <i>Amorpha fruticosa</i> , <i>A. glabra</i> , <i>Eleagnus commutata</i> , <i>Morela pensylvanica</i> , <i>Senna marilandica</i> , <i>Sheferdia argêntea</i> , <i>S. canadensis</i>	<i>Acacia constricta</i> , <i>Alnus viridis crispa</i> , <i>A. incana rugosa</i> , <i>Ceanothus americanus</i> , <i>Comptonia perigrina</i> , <i>Myrica gale</i>
Arbustos no nativos	<i>Cytisus scopiarus</i>	<i>Caragana arborescens</i> , <i>Eleagnus umbellata</i>	
Enredaderas nativas		<i>Apios americana</i> , <i>Lathyrus japonicus</i> , <i>Wisteria frutescens</i>	<i>Vicia americana</i>
Enredaderas no nativas	<i>Pueraria lobata</i>	<i>Lathyrus tuberosus</i> , <i>Vicia cracca</i>	<i>Vicia sativa</i>
Herbáceas nativas	<i>Dalea candida</i>	<i>Amorpha canescens</i> , <i>Dalea formosa</i> , <i>Dryas octopetala</i> , <i>Lespedeza hirta</i> , <i>L. capitata</i> , <i>Hedysarum boreale</i>	<i>Astragalus canadiense</i> , <i>Baptisia tintoria</i> , <i>Dalea purpúrea</i> , <i>Desmanthus ilinoiensis</i> , <i>Desmodium paniculatum</i> , <i>D. perplexum</i> , <i>D. tortuosum</i> , <i>Glycyrrhyza lepidota</i>
Herbáceas no nativas	<i>Astragalus cicer</i> , <i>Medicago sativa</i> , <i>Trifolium repens</i>	<i>Lotus corniculatus</i> , <i>Melilotus indicus</i> , <i>Securigeria varia</i> , <i>Trifolium pratense</i>	

Fuente: Eric Toensmeier. Disponible en <https://thefruitnut.com/tag/nitrogen-fixing-plants/>

Para optimizar el manejo de SAFs y leguminosas perennes, se hace necesaria la investigación y aplicación locales para determinar la manifestación de las especies y los consorcios rizobianos en nuestras condiciones. Como orientación es posible guiarnos por estimaciones y semejanzas ya que no disponemos de datos locales. Por ejemplo, una de las especies nativas que están siendo reproducidas e introducidas en SAFs en Uruguay como plantas de soporte es la acacia de bañado (*Sesbania punicea*). Una especie del mismo género (*Sesbania exaltata*), en una latitud similar a la de Uruguay pero en el hemisferio norte (35-38°) y con medias de precipitaciones similares (1200-1300 mm), puede fijar 100-150 kg N/ha (Wang and Nolte, 2010, Natural ResourceConservation, USDA).

Foto 20. Rama negra (*Senna occidentalis*), leguminosa nativa de Uruguay capaz de fijar nitrógeno, aportar material para mulch, y sus semillas pueden utilizarse como sustituto del café, Isla Verde, Atlántida, Uruguay



Foto: Acervo CEUTA, 2015

B. Plantas pioneras

Las especies de árboles y arbustos pioneras son clave en el establecimiento y desarrollo de los SAFS, ya que son las que garantizan la fase inicial de sucesión de leñosas.

La característica biológica de una pionera es que puede invadir o prosperar en determinados ambientes sin la ayuda de otras especies y ello depende de la interacción entre esa especie y las condiciones del lugar en el que se inserta, habiendo dos posibilidades, que sobreviva o no.

Probablemente la palabra apropiada para su designación sea oportunista, porque expresa la relación de ésta con las condiciones ambientales para prosperar. Es interesante tener en cuenta que varias especies exóticas ingobernables para nosotros, son insípidamente mansas en su hábitat original (Hemenway, 2012).

Muchas especies con asociaciones simbióticas que fijan nitrógeno suelen comportarse como pioneras. Es el caso de muchos árboles y arbustos de la familia de las leguminosas. Dado su interés estratégico, hemos focalizado en el estudio de pioneras leguminosas para el Bioma Pampa. Sin embargo, no todas las especies que se comportan como pioneras fijadoras de nitrógeno.

Foto 21. Quebra-pedra (*Phyllanthus urinaria*), maleza pionera que gracias a su sistema radicular profundo es capaz de prosperar en suelos inhóspitos



Foto: Acervo CEUTA, 2017

Las especies pioneras son plantas, muchas veces consideradas malezas, que la naturaleza utiliza para realizar la transición del estado de suelo desnudo a vegetación clímax.

Algunas de sus características son:

- Cubren el suelo rápidamente evitando la erosión y pueden crecer bien en cualquier suelo, incluso si es pobre;
- Frecuentemente tienen un sistema radicular muy profundo y de gran capacidad perforadora que extrae nutrientes desde las capas más profundas. Los llamamos arados biológicos y bombas de nutrientes;
- Pueden crecer en condiciones de sequía, con mucha exposición al sol y en condiciones de suelo desnudo, y ellas facilitan el camino para las especies que tardan en crecer más lentamente, y necesitan más humedad ayudándoles a establecerse;

- Muchas de ellas fijan nitrógeno, asociadas con bacterias que lo extraen del aire y lo dejan disponibles para otras plantas;
- Producen grandes cantidades de biomasa; generalmente de las hojas y ramas que caen todos los años, aumentando el contenido de materia orgánica del suelo;
- Toleran podas frecuentes;
- A veces producen elementos aprovechables aumentando el rango de productos del sistema.

Tabla 5. Lista Participativa de especies leguminosas pioneras desarrollada para su localidad, diseñada por el Instituto de Investigaciones Clemente Estable (IIBCE), CEUTA y agricultores de Sauce, Canelones, Uruguay, año 2015

Nombre científico	Nombre comun	Nativa/ Exótica	Porte	Subfamilia	Fijacion efectiva de N, comprobada por IIBCE en condiciones locales
<i>Acacia Caven</i>	Espinillo	Nativa	Arbol	Mimosoideae	X
<i>Acacia dealbata</i>	Acacia aroma	Exótica	Arbol		X
<i>Acacia podalyriifolia</i>		Exótica	Arbol		X
<i>Allocasuarina</i> sp.	Casuarina	Exótica	Arbol		X
<i>Alnus</i> sp.	Aliso italiano/ Italian Alder	Exótica	Arbol		X
<i>Bauhinia forficata</i>	Pata de vaca	Nativa	Arbol	Caesalpinioideae	
<i>Caesalpinia guilliesi</i>		Nativa	Arbusto	Caesalpinioideae	X
<i>Calliandria brevipes</i>	Plumerillo rosado	Nativa	Arbusto	Mimosoideae	X
<i>Calliandria parvifolia</i>	Plumerillo rosado y blanco	Nativa	Arbusto	Mimosoideae	X
<i>Calliandria tweedii</i>	Plumerillo rojo	Nativa	Arbusto	Mimosoideae	X
<i>Casuarina</i> sp.	Casuarina	Exótica	Arbol		X
<i>Collaea stenophylla</i>		Nativa	Arbusto	Papilionoideae	X
<i>Colletia paradoxa</i>	Espina de la cruz	Nativa	Arbusto	no leguminosa	
<i>Cytisus scoparius</i>	Retama	Exótica	Arbusto		X
<i>Eleagnus</i> sp.		Exótica	Arbusto		X
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timbo	Nativa	Arbol	Mimosoideae	X
<i>Erythrina crista galli</i>	Ceibo	Nativa	Arbol	Papilionoideae	X

Nombre científico	Nombre común	Nativa/ Exótica	Porte	Subfamilia	Fijación efectiva de N, comprobada por IIBCE en condiciones locales
<i>Geoffroea decorticans</i>	Chañar	Nativa	Arbol	Papilionoideae	X
<i>Inga uruguensis</i>	Ingá	Nativa	Arbol	Mimosoideae	X
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	Exótica	Arbusto		X
<i>Mimosa adpressa</i>	Mimosa	Nativa	Arbusto	Mimosoideae	X
<i>Mimosa bukartii</i>	Mimosa	Nativa	Arbusto	Mimosoideae	X
<i>Mimosa pilulifera</i>	Mimosa	Nativa	Arbusto	Mimosoideae	X
<i>Mimosa polycarpa</i>	Mimosa	Nativa	Arbusto	Mimosoideae	X
<i>Mimosa sprengeli</i>	Mimosa	Nativa	Arbusto	Mimosoideae	X
<i>Parapiptadenia rigida</i>	Angico	Nativa	Arbol	Mimosoideae	X
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Cina cina	Nativa	Arbol	Caesalpinioideae	X
<i>Peltophorum dubium</i>	Ibirapitá	Nativa	Arbol	Caesalpinioideae	
<i>Prosopis affinis</i>	Ñandubay	Nativa	Arbol	Mimosoideae	X
<i>Prosopis alba</i>	Algarrobo	Nativa	Arbol	Mimosoideae	X
<i>Prosopis nigra</i>	Algarrobo negro	Nativa	Arbol	Mimosoideae	X
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Acacia blanca	Exótica	Arbol		X
<i>Senna corymbosa</i>	Rama negra	Nativa	Arbusto	Caesalpinioideae	X
<i>Senna occidentalis</i>	Rama negra	Nativa	Arbusto	Caesalpinioideae	X
<i>Sesbania punicea</i>	Acacia de bañado	Nativa	Arbusto	Papilionoideae	X
<i>Tipuana tipu</i>	Tipa	Exótica	Arbol		X

Fuente: CEUTA, 2015

La incorporación, estudio y utilización de plantas pioneras son claves para el inicio, desarrollo, y el mantenimiento de los SAFS. Es necesario agricultores y agricultoras, y técnicos trabajaren juntos en la determinación de pioneras según la localidad. También es fundamental observar lo que crece espontáneamente y la flora nativa en la unidad territorial (cuenca por ejemplo) para definir las pioneras a instalar.

Especies exóticas invasoras

Si bien en el trabajo sucesional de sistemas agroforestales disponemos de gran diversidad nativa, también es posible que por disponibilidad, espontaneidad o características deseadas, optemos por instalar especies adaptadas localmente, pero no nativas. Según el trabajo articulado con otras organizaciones y con agricultores y actores locales, señalamos a continuación recomendaciones importantes a tener en cuenta:

- No utilizar plantas exóticas estudiadas y definidas como invasoras;
- En caso de tratarse de áreas protegidas, ecosistemas en restauración, zonas naturales de interés nacional, departamental, municipal o barrial, priorizar plantas nativas.

Para citar ejemplos concretos, en Uruguay, el Comité Nacional de Especies Invasoras Exóticas, junto con varios actores relacionados han elaborado una lista de especies de alto potencial invasor y de gran perturbación en ecosistemas naturales. Las especies leñosas de esta lista se resumen en la tabla a continuación.

Nombre científico	Nombre común
<i>Acacia longifolia</i>	Acacia de playa
<i>Crataegus, Cotoneaster, Pyracantha, spp.</i>	Especies de estos géneros
<i>Ligustrum lucidum</i>	Ligustro
<i>Fraxinus lanceolata</i>	Fresno
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Espina de cristo
<i>Pittosporum undulatum</i>	Pittosporum
<i>Populus alba</i>	Álamo plateado
<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora
<i>Spartium junceum</i>	Retama
<i>Ulex europaeus</i>	Tojo

Fuente: <http://www.mvotma.gub.uy/portal/ciudadania/biblioteca/documentos-de-ambiente/item/10005947-especies-exoticas-invasoras-en-el-uruguay.html>

CALENDARIOS DE FLORACIÓN, FRUCTIFICACIÓN Y COSECHA

Los calendarios son herramientas clave de diseño y de manejo de los SAFS.

Este trabajo contiene de forma anexa 3 infografías básicas y un calendario, que sintetizan información relevante⁵ para 4 grupos de especies:

1. Infografía de frutales nativos - Lista de especies frutales nativas, con sus principales características, valores nutricionales, calendario aproximado de floración y fructificación.

2. Infografía de frutales raros/no convencionales - Es decir especies de frutales exóticos que por distintas razones (rendimientos, condiciones climáticas, culturales) no se cultivan a gran escala (ej: higo de tuna, almendro, kaki, granada, frutos del bosque y frutos secos, entre otros).

3. Infografía de especies de soporte fijadoras de nitrógeno - Lista de especies nativas y exóticas más utilizadas, con sus principales características para aportar a los SAFs y calendarios de floración.

⁵ Las informaciones fueron generadas participativamente por distintos técnicos y productores. Las mismas tienen un carácter orientativo. Debe considerarse que las mismas varían según latitud, y comportamientos climáticos anuales. Adicionalmente estas informaciones deben seguir perfeccionándose a través de la experiencia y estudio.

Ilustración 13. Calendario floración árboles y arbustos de soporte y FBN, para SAFS en Bioma Pampa, con detalle de infografía de especies de soporte fijadoras de nitrógeno.

	Nombre Común	Nombre Científico	Cad./S/Pers.	Meses																		
				ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC							
Calendario de floración	1	ACACIA DE BAÑADO	<i>Sesbania punicea</i>	C																		
	2	LEUCAENA	<i>Leucaena leucocephala</i>	P																		
	3	BARBA DE CHIVO	<i>Cesalpinia gilliesii</i>	P																		
	4	ACACIA BLANCA	<i>Robinia pseudoacacia</i>	C																		
	5	RETAMA	<i>Spartium junceum</i>	P																		
	6	AROMOS AUSTRALIANOS (*)	<i>Acacia mearnsii</i>	P																		
	7	ESPIÑA DE LA CRUZ	<i>Colletia paradoxa</i>	P																		
	8	ALISO ITALIANO	<i>Alnus cordata</i>	C																		
	9	CASUARINA	<i>Casuarina sp/Allocasuarina sp.</i>	P																		
	10	TIMBO/ OREJA DE NEGRO	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	C																		
	11	INGÁ	<i>Inga uruguensis</i>	P																		
	12	ESPINILLO	<i>Acacia caven</i>	C																		
	13	CHAÑAR	<i>Geoffroea decorticans</i>	C																		
	14	TIPA	<i>Tipuana tipu</i>	S																		
	15	ACACIAS (*)	<i>Acacia longifolia</i>	P																		
	16	CINA CINA	<i>Parkinsonia aculeata</i>	C																		
	17	CEIBO	<i>Erythrina crista galli</i>	C																		
	18	MIMOSA (*)	<i>Mimosa polycarpa</i>	C																		
	19	ANGICO	<i>Parapiptadenia rigida</i>	P																		
	20	PLUMERILLO ROJO	<i>Calliandra tweedii</i>	P																		
	21	ÑANDUBAY	<i>Prosopis affinis</i>	C																		
	22	IBIRAPITÁ	<i>Peltoporum dubium</i>	S																		
	23		<i>Collaea stenophylla</i>	P																		
	24	RAMA NEGRA	<i>Sema corymbosa/S.occidentalis</i>	C																		

Fuente: CEUTA, 2015

4. Calendario de cosecha de frutas convencionales - Se listan las especies frutales más comunes para producción agroecológica en el Bioma Pampa, con algunas recomendaciones de variedades adaptadas por rusticidad, valor nutricional, tolerancias y resistencias.

Las tres infografías y el calendario que han sido descriptos figuran en los Anexos de esta publicación (Página 68).

MICORRIZAS

Las micorrizas son un componente esencial de los bosques, y constituye una simbiosis benéfica mutua donde hongos se asocian a las raíces de los árboles, el hongo colecta y solubiliza minerales y nutrientes para la planta (importante en el suministro de fósforo) y la planta a cambio le cede carbohidratos. Esta relación simbiótica se desarrolla sólo si está presente el inóculo y además si se cuida mantener las condiciones necesarias para que la simbiosis siga ocurriendo, por ejemplo, no arar, no utilizar productos de síntesis química (fertilizantes, herbicidas, fungicidas) y mantener una buena cobertura en el suelo.

Existen a grandes rasgos 2 tipos de micorrizas:

- Ectomicorrizas: Donde las hifas de los hongos no llegan a penetrar en las células de los tejidos corticales de la raíz de las plantas y son menos de 3% del total de especies. Comprenden las principales familias de especies de árboles de interés forestal, (Pinos, Robles, Abedules, Sauces, Álamos y las familias de Leguminosas, Ericaceae, Cistaceae y Roseaceae.)
- Endomicorrizas: Cuyas hifas penetran en el interior de las células de los tejidos corticales de las raíces de las plantas, y se estima que un 90% de las plantas vasculares forman este tipo de asociación.



Foto 22. *Lepista nuda*, especie de hongo micorriza comestible, apareciendo sobre rastrojo de cobertura, previa a la instalación de bosque comestible en la tierrita Sauce, Canelones, Uruguay



Foto: Acervo CEUTA, 2015

Además las micorrizas son capaces de crear puentes de comunicación mediante el tejido micorrizado, ayudando a intercambiar señales químicas de aviso entre comunidades arbóreas ante peligros, como por ejemplo, incendios o ataque de patógenos, y también redistribuyendo nutrientes en las masas forestales donde los árboles viejos dismantelan y transportan nutrientes a donde son más necesarios.

PRESUPUESTO DE NUTRIENTES

Esta herramienta nos permite a través del diseño establecer de antemano los niveles de demanda de nutrientes de nuestro SAFs y contribuir con un abastecimiento verdaderamente sustentable para el sistema mismo.

Para la elaboración del presupuesto de nutrientes hay que considerar:

- Lista de especies frutales por demanda
- Suministro de nitrógeno (N)
- Tamaño de la copa
- Suministro de potasio (K)
- Suministro de fósforo (P)

Este diseño teórico deberá ajustarse y manejarse con las dinámicas relaciones de suelo, agua, temperatura y objetivos de corto mediano y largo plazo.

Para citar un ejemplo de cómo opera la sustitución de insumos para la incorporación de nutrientes en base a árboles, deberemos basarnos en estudios foráneos, ya que no conocemos estudios que traten esta materia en la región. Rware *et al.* (2016), han estudiado y comparado la disminución relativa de la necesidad de aporte de nutrientes externos al sistema (adición de abonos), en base a distintos manejos agroecológicos (Tabla 6). En este estudio se estima que el uso de tecnologías agroforestales, como por ejemplo la poda y adición de biomasa fresca al suelo (*Chop and Drop*), basado en leguminosas perennes (*Gleriditsia*, *Leucaena*, *Sesbania*, *Senna*), en el orden de 1 tonelada por hectárea, adicionará 10 kg de N, 1 kg de P y 6 kg de K. En el mismo estudio se cuantifica que la aplicación de 1 tonelada de compost (peso seco), aportará al sistema 20 kg de N, 1 kg de P y 20 kg de K.

Tabla 6. Aportes de SAFs para el autoabastecimiento y sustitución de nutrientes en los predios

Práctica agrícola agroecológica	Aporte a la fertilización medido en kg/ha		
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Adición de compost, 1t/ha, peso seco	20	1	20
Uso de Tecnologías Agroforestales. Adición de podas de biomasa de géneros <i>Glericidia</i> , <i>Leucaena</i> , <i>Sesbania</i> , <i>Senna</i> . 1t/ha, material fresco	10	1	6
Adición de abono de granja en base a restos vegetales. 1t/ha, peso seco.	2	1	1
Adición de abono de tambo o aves. 1t/ha, peso seco	24	7	14

Fuente: H. Rware,C et al., 2016

En la tabla 7, de abonados recomendados para producción comercial de frutales de pepita y carozo se establece una referencia de las recomendaciones convencionales, que pueden operar para nosotros como niveles “máximos” recomendables. Se hace evidente que el manejo agroecológico debe recurrir a combinaciones de manejos culturales para el cultivo. Los SAFs tendrán por objetivo basarse fuertemente en el manejo de las podas de biomasa y FBN para abastecer las necesidades de los árboles frutales de alta demanda.

Tabla 7. Abonado recomendado para producción comercial convencional de frutales de pepita y carozo (kg/ha)

Especie	Producción esperada (t)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Duraznero	25	85	45	95
Manzano	40	100	35	110
Peral	30	75	25	85
Ciruelo	20	65	15	65

Fuente: Espada Carbó, 2013.

MANEJO DE COBERTURAS Y APLICACIÓN DE MULCH

Una de las prácticas más recomendables cuando comenzamos a instalar un SAF es la de generar una cobertura beneficiosa para el sistema, básicamente esto puede hacerse de dos maneras. Una es mediante el uso de abonos verdes o coberturas vivas y con el “mulching” o mulcheo, esto es, el uso de coberturas con restos en descomposición.

A. Coberturas vivas

Las coberturas vivas, pueden ser mezclas de especies que ayuden a este propósito, como son especies FBN, cubresuelos, arados biológicos, acumuladoras, etc. Los abonos verdes, por lo general son mezclas de especies de crecimiento rápido y con desarrollo de mucha biomasa y utilizados correctamente aceleran la instalación de las coberturas.

B. Mulch

Esta práctica proviene de la observación de cómo los bosques naturales desarrollan una capa de mantillo sobre el suelo la cual otorga muchas ventajas en la salud del suelo (y los árboles), además permite ahorrar trabajo del desmalezado.

Foto 23. Mulch con chipeado de madera



Foto: UC OrganicTree Fruit Meeting, 2011

Las ventajas de la utilización del mulch son las siguientes:

- Evita el desarrollo de gran parte de las malezas lo cual redundará en menos trabajo de mantenimiento y mejor desempeño en las etapas iniciales de los árboles;
- Disminuye la pérdida de agua;
- Dependiendo del material (resto de podas, hojas, papel, o cartón) es materia orgánica que se acabará descomponiendo con el consiguiente aporte de nutrientes al suelo;

- Mejora la temperatura del suelo, en la zona adyacente a las raíces de la planta, esto es, más fresco en verano y más caluroso en invierno, mejorando el desempeño de la planta y permite que alcance antes la producción;
- Por lo anterior potencia la actividad microbiológica en el suelo cerca de las raíces de los árboles;
- Aumenta el contenido de materia orgánica del suelo, la cual una parte formará parte del humus del suelo;
- Protege el suelo directamente de agentes climáticos como los rayos del sol, la erosión por el viento, la lluvia;
- En invierno reduce los daños de heladas;
- El efecto físico de la cobertura permite la filtración del agua de lluvia pasivamente en el suelo manteniendo y mejorando su estructura.

Foto 24. Mulch de fardos de paja, aplicado arbol a arbol en parque comestible



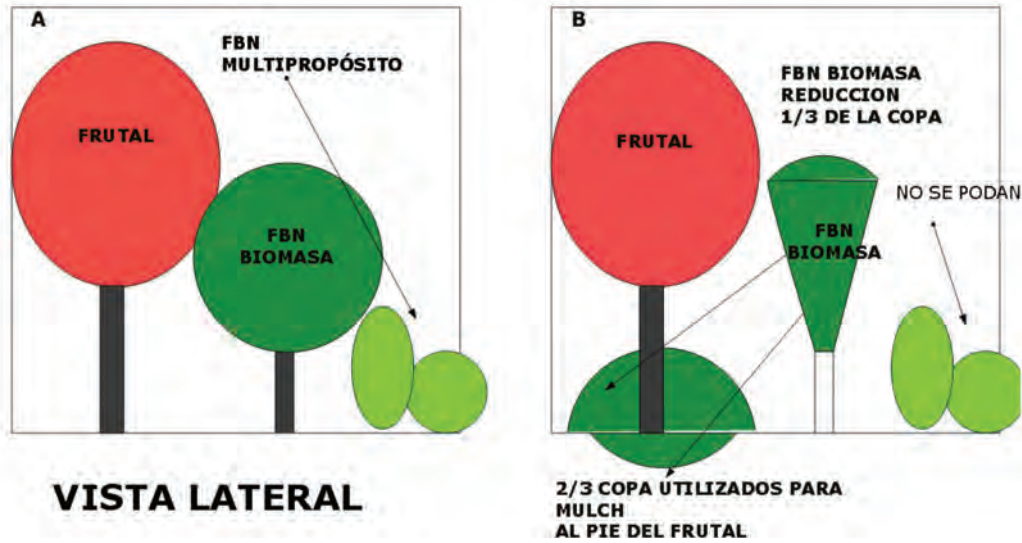
Foto: CEUTA, 2017

C. Cosecha de biomasa

La cosecha de biomasa, también conocido en inglés por *Chop and Drop* (cortar y tirar), es un sistema de podas, en la cual buscamos la cosecha de materiales benéficos que pueden utilizarse de distintas maneras. El beneficio de la cosecha de biomasa es que podemos dirigir el flujo de biomasa (restos de poda) según nuestras intenciones, a su vez rejuveneciendo el árbol que podamos cuando la técnica es bien aplicada.

Es muy usual realizar esta técnica con especies que tengan facilidad para rebrotar y para soportar podas fáciles. Generalmente se utilizan especies pioneras, con preferencia las FBN, debido a que tienen en general mayor velocidad de crecimiento gracias a su capacidad de fijar nitrógeno y los restos de podas se pueden utilizar como abono rico en nitrógeno (además de otros nutrientes en menor concentración) colocándolos a los pies de especies frutales, con los beneficios que trae el mulch.

Ilustración 14. Cosecha de biomasa y mulcheado



Fuente: CEUTA 2017

6. APLICACIONES DE LOS SAFS

Los SAFS ofrecen una serie de tecnologías y beneficios que promueven la verdadera sustentabilidad ecológica de los recursos más importantes del planeta, como lo son el suelo, la biodiversidad, el agua y los bosques mismos. A continuación se explican brevemente las aplicaciones, algunas de las cuales están promoviendo y acompañando Centro Ecológico, CEUTA y CETAP en conjunto con las familias de agricultores que gestionan los SAFs. Se presentan las posibilidades que brindan y sus distintas ventajas.

Foto 25. Instancia de taller de diseño participativo de SAFs con familias de agricultores, Sauce, Uruguay, 2015



Foto: CEUTA, 2015

BOSQUES COMESTIBLES

Un bosque comestible es un SAF enfocado a la obtención de alimentos y distintos productos fundamentalmente para los humanos, sin embargo al hacerlo el sistema brinda alimentos para animales, insectos, y regenera el suelo y su ecosistema.

Los bosques comestibles no necesariamente tienen que ser extensos en superficie, pueden ser de diferentes tamaños, por ejemplo, un pequeño rodal de jardín puede ser un bosque comestible si es correctamente diseñado. Uno de los puntos críticos más importantes es el número de especies que contiene, se considera que un mínimo 50 especies cumpliría bien las funciones de un bosque comestible (Crawford. 2010).

Implantar un bosque comestible es cultivar como el bosque, no dentro de uno. A continuación se ilustran las etapas sucesivas de diseño participativo de un bosque comestible de 0,62 ha en la Experiencia en “La Buenaventura”, Montevideo Rural, Uruguay. (Ilustraciones 15, 16, 17)

Ilustración 15. Un acercamiento físico al terreno, diagramado sobre foto satelital de Google Earth

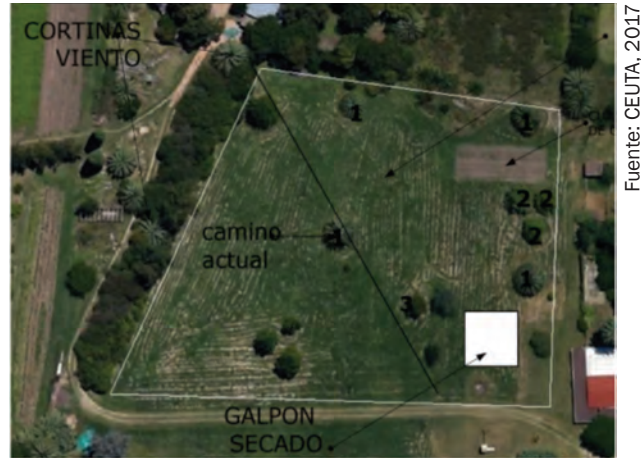


Ilustración 16. Aproximación conceptual marcada por las intenciones e ideas de la familia y el estudio de movimiento de luz, viento y agua incorporándose los elementos y árboles preexistentes

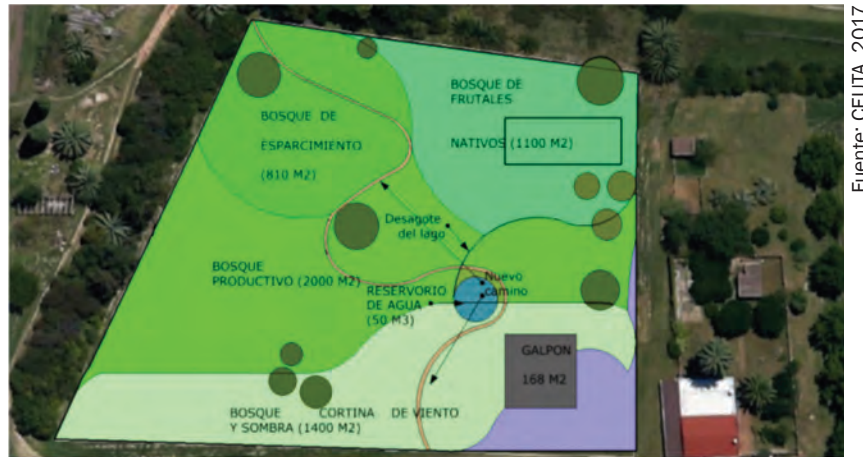
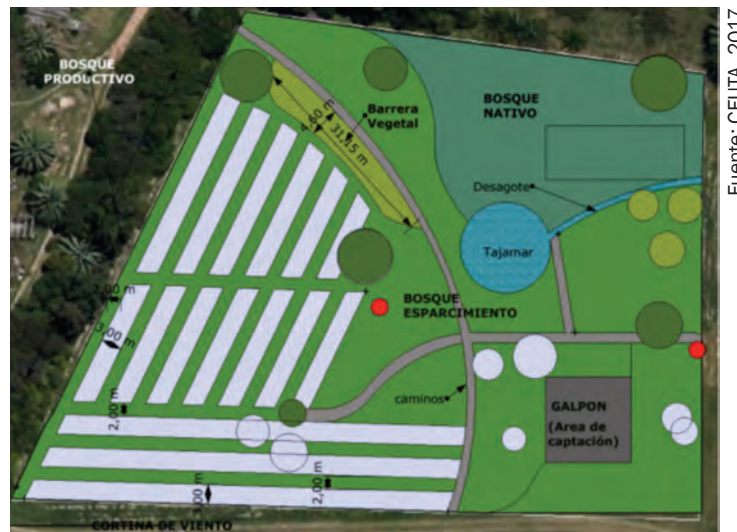


Ilustración 17. Definición de diseño productivo



A tener en cuenta

- Es un sistema que por lo general apunta a la producción de alimento, por lo cual un criterio válido es la producción de calorías y las fuentes de nutrientes.
- Otorgan la oportunidad de variar nuestra dieta con especies que sustituyan a las fuentes de carbohidratos consumidas normalmente, por ejemplo, el caso de las avellanas que tienen una composición alimenticia similar al arroz.(Crawford, M. 2010)
- Hacen énfasis en el uso plantas perennes, que son de más fácil mantenimiento, y tienen beneficios alimenticios mayores.

Limitantes

Muchas de las especies al ser árboles y arbustos no tendrán un pleno desarrollo hasta que cumplan un periodo de tiempo de instalación, por lo que su entrada en producción puede llegar a tardar de unos 10 a 15 años (dependiendo de su manejo, condiciones y diseño).

La solución posible es que puede asociar huerta en las fases tempranas lo cual proveerá de alimentos mientras el bosque complete su instalación, obteniendo los beneficios para ambos en su interacción.

Palabras y conceptos clave

- Sistema de alta resiliencia ante cambio climático
- Diseño por aportes de calorías
- Integración con la huerta
- Posibilidad de diversificación de alimentación
- Énfasis en plantas perennes
- Regeneración eco sistémica

Foto 26. Vista de bosque comestible en estadio avanzado, Isla Verde, La Chinchilla, Uruguay



Foto: CEUTA, 2015

CORTINA DE VIENTO MULTIPROPÓSITO

Una cortina de viento multipropósito se diseña y conforma para que cumpla la función de reparo de viento, pero además se integran los criterios del sistema productivo del predio. De esta manera se puede incluir especies que produzcan frutas, especies aromáticas, o incluir biodiversidad arbórea y arbustiva con buena producción de flores para generar nichos de especies benéficas. Generalmente se diseñan con varias filas de acuerdo al espacio disponible, y con especies de distintos portes y funciones.

A tener en cuenta

En lugares con mucha incidencia del viento la instalación de estos sistemas puede hacerse en etapas, primero colocando las especies a sotavento, una vez instaladas estas se instalarán las demás con énfasis eco productivo.

Siempre se busca integrar las funciones ecológicas robusteciendo los procesos productivos del predio, el objetivo es mejorar la sustentabilidad del sistema teniendo siempre presente a la familia productora.

Limitantes

- Espacio, el ancho de la cortina abre posibilidades de combinar más especies.
- Cuidar el ingreso de animales en los estadios tempranos de la cortina.
- Siempre es aconsejable instalar riego.
- En cuanto a la luz lo ideal es una cortina con apertura al norte para la cosecha de la luz. Situación muy común en el Bioma Pampa donde los vientos predominantes son del sur. Colocar los árboles más altos y de hoja perenne allí.

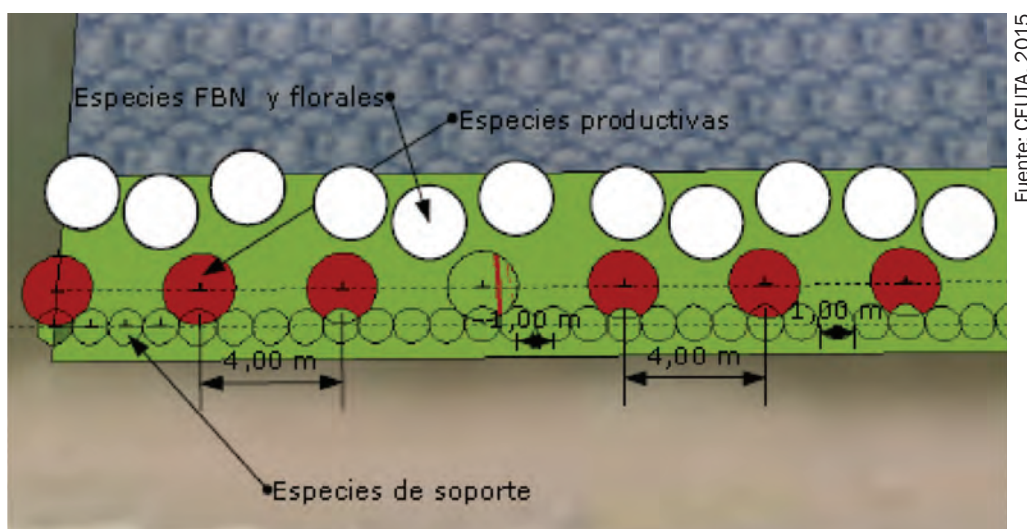
Palabras y conceptos clave

- Abrigo para los cultivos.
- Combinar especies para tener reparo asegurado (tipo de hoja caduca versus persistente).
- Proveer servicios ecológicos de acuerdo a los sistemas productivos.
- Integrar la realidad de la familia productora y su sistema productivo en la selección de especies.

Un ejemplo de diseño de cortina de viento que ilustra la idea, se realizó para la familia Gutierrez Canelones, Sauce, Uruguay. Este diseño abarca múltiples propósitos. Como primer objetivo, proteger cultivos de los vientos (especies soporte), como segundo, producir citrus (especies productivas), y como tercero, proveer de polen y néctar para insectos benéficos (especies FBN y florales). (Ilustración 18).

Allí se incluyeron especies con el criterio de completar un calendario floral anual y de esa manera atraer polinizadores al predio, con el fin de mejorar el cuajado de frutos en cultivo de cucurbitáceas y a su vez brindar alimento a controladores benéficos. Además se integra la producción de limones y frutales nativos diversos a lo que también favorecen polinizadores. En el futuro es posible pensar en integrar colmenas al sistema. A continuación se ilustran los aspectos de diseño de la experiencia.

Ilustración 18. Diagrama de vista cenital retratando diseño de cortina de viento en predio hortícola agroecológico de la familia Gutierrez, Canelones, Uruguay



Ejemplo de cortina de viento multipropósito de la familia Gutierrez, diseñada con 4 capas funcionales: 1) canopia alta del lado exterior (casuarina), 2) Arbol medio, productivo (limonero), 3) Arbolitos y arbustos FBN con floraciones escalonadas (*Sesbania*, *Senna*, *Polygala*) y 4) tapiz herbáceo diversificado (protegiendo suelo y mejorando fertilidad). (Ilustración 19).

Ilustración 19. Capas de la cortina de viento multipropósito de la familia Gutierrez

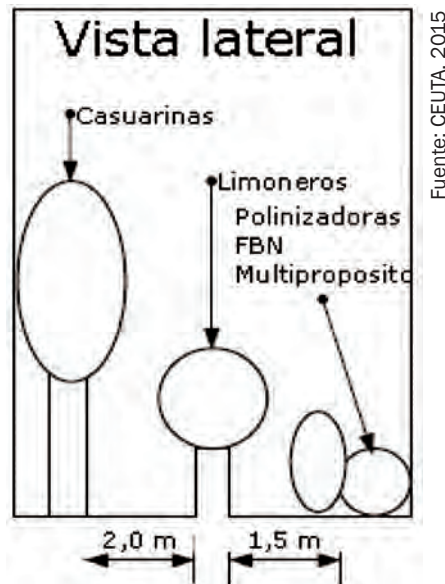


Ilustración 20. Lista de especies utilizadas, clasificadas en especies productoras, de soporte y sin demanda, ubicadas en el plano diseñado de la cortina de viento multipropósito

Especies productoras:

Alta demanda nutrientes:

- 1 Limon (*Citrus* sp.) Diversas variedades
- 2 Guayabo (*Acca sellowiana*)
- 3 Arazá (*Psidium* sp.) Diversas variedades
- 4 Pitanga (*Eugenia uniflora*)

Especies soporte:

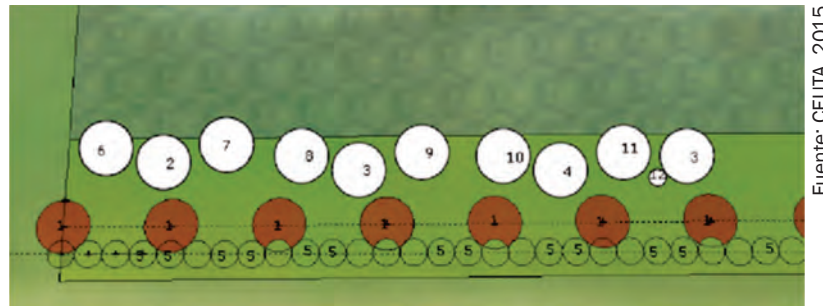
- 5 Casuarina (*Casuarina* sp.) FBN proteccion vientos
- 6 Mimosa (*Mimosa adpressa*) FBN polinizadora
- 7 Mimosa (*Mimosa pilulifera*) FBN polinizadora
- 8 Mimosa (*Mimosa sprengeli*) FBN polinizadora
- 9 Rama negra (*Cassia corymbosa*) FBN polinizadora
- 10 Barba de chivo (*Caesalpinia guilliesi*) FBN polinizadora

Sin demanda: (demanda despreciable)

- 11 Lantana (*Lantana camara*) Polinizadora
- 12 Mburucuya (*Passionaria* sp) Polinizadora



Detalle de diseño de cortina de viento multipropósito



Fuente: CEUTA, 2015

Tabla 8. Lista de especies de arbustos florales integradas al diseño de la familia Gutierrez, con el propósito de cubrir la mayor parte del tiempo posible durante el año, con la presencia de flores, en la cortina de viento multipropósito

Especie	Nombre común	Altura	Floración	Comentarios
<i>Spiraea</i> sp.	Spirea	1,5 m	Jun-set/dic-mar	Arbusto perenne. Floración llamativa. Resistente a heladas
<i>Solanum jasminoides</i>	Falso jasmín	1-1,5 m	Oct-mar	Arbusto perenne. Siempre verde en clima templado. Floración en período clave
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero	1,5-2 m	Mar-jun/set-dic	Fuertemente aromática, diversos usos culinarios y medicinales. A veces la floración continúa en estaciones invernales
<i>Rosa centifolia</i>	Rosa romana	1,5-2 m	Verano	Planta perenne trepadora
<i>Photinia serrulata</i>	Fotinia	4-6 m	Primavera-verano	Arbusto o árbol
<i>Nerium oleander</i>	Adelfa	Hasta 6 m	Verano	Espectacular inflorescencia rosa, roja, amarilla
<i>Jasminum nudiflorum</i>	Jasmín amarillo	2-2,5 m	Invierno	Flor amarilla. Muy rústico reproducción vegetativa
<i>Duranta repens</i>	Duranta	2-3 m	Oct-mar	Arbusto de hermosa flor celeste/lila. Frutos alimentan aves
<i>Viburnum tinus</i>	Viburnum	Hasta 5 m	Invierno	Inflorescencia blanca o rosada
<i>Polygala myrtifolia</i>	Polígala	1,5-2 m	Todo el año	Pequeño arbusto leguminoso. Flor violeta
<i>Lantana camara</i>	Lantana	1-2 m	Varias floraciones anuales desde invierno	Arbusto nativo. Inflorescencias amarillas, naranjas, rojas, moras. Reproducción por estacas

Fuente: CEUTA, 2015

Foto 27. Cortina de viento con arbustos higos y flores, Suarez, Uruguay



Foto: CEUTA, 2016

PARCELAS DE PROTEÍNA / PRODUCCIÓN DE FORRAJE

Los sistemas se conforman de especies con potencial para generar alimento animal (ganado vacuno, suino, aves, etc) dentro del predio. En otros países como Colombia o Venezuela, hay una larga tradición de la incorporación de especies de leguminosas de porte arbustivo (*Acacia*, *Leucaena*, *Tagasaste*) con el propósito de proveer una fuente de proteína y forraje de calidad, sobre todo en las épocas de sequía o en el periodo invernal donde la oferta de pasturas es escasa. También existen beneficios indirectos como sombra y protección y mejora del desempeño de las pasturas del predio, ya que las especies utilizadas generalmente son leguminosas forrajeras con capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y dejarlo disponible para otras especies.

A tener en cuenta

Las especies instaladas se seleccionarán en base a los requerimientos alimenticios, fuentes de proteína, fibra y nutrientes de las especies animales que varían según la especie animal, el ciclo de producción, época del año etc. Integrar todos los beneficios provenientes de la inclusión de árboles, por ejemplo, la morera es un atrayente de gusanos, que ellos a su vez serán fuente de proteínas para las gallinas. Las especies FBN estarán fijando N atmosférico que mejorará (con adecuado manejo) el desempeño de las pasturas y/o cobertura bajo ellas, además se estará mejorando el suelo, que es el soporte de todo el sistema.

Limitantes

- Especies que puedan ser tóxicas para animales. Las leguminosas tienen en su semilla un alto contenido de taninos, que puede afectar la digestibilidad de la materia o resultar tóxica en algunos casos.

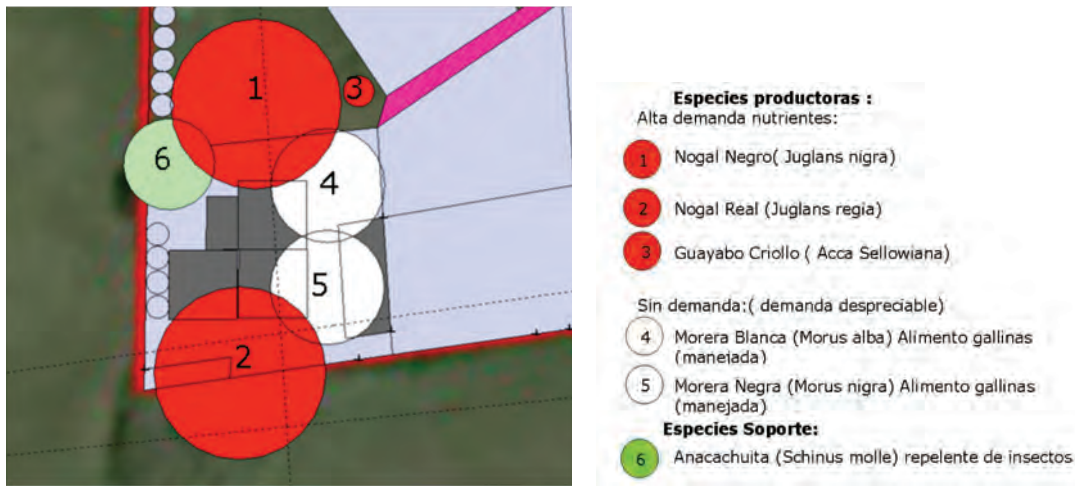
Palabras y conceptos clave

- Propiedades alimenticias importantes como contenido de proteína en las hojas, digestibilidad, materia seca, etc. Considerar chauchas y semillas comestibles.

- Ajuste de requerimientos nutricionales de animales con oferta en el largo plazo.
- Manejo de las especies, capacidad de rebrote.
- Integración con otros aspectos productivos no tangibles, sombra, abrigo, enemigos naturales, atraer especies benéficas, confort animal.

El diseño presentado a seguir esta apuntado a producir alimentos y servicios para un sistema de producción de gallinas ponedoras, seleccionando especies con potencial para la producción de energía, proteína y forraje para uso de las gallinas además de los beneficios ambientales, como el reparo, protección sombra y abrigo para las mismas. (Ilustraciones 21)

Ilustración 21. Plano esquemático de diseño de vista cenital para parque multipropósito cria de gallinas a campo y leyenda del mismo



Fuente: CEUTA, 2016

Foto 28. Gallinas ponedoras Orpington dorada en SAF de José Castro y familia



Foto: José Castro, 2017

CULTIVO EN CALLEJONES

El cultivo en callejones o calles, ensambla hileras de especies arbóreas y arbustivas (por lo general especies pioneras y FBN) con parcelas de cultivos (frutales, hortalizas, medicinales, forraje, cereales, pasturas, etc.) entre ellos. Las ventajas son varias, desde abrigo, sombra y microclimas benévolos para los cultivos hasta el aumento de la biodiversidad, la creación de nichos ecológicos para enemigos naturales de plagas y el mejoramiento del suelo. También se genera material rico en nitrógeno a través de las podas, que puede utilizarse como aportes de materia orgánica a los pies de los frutales (*Chop and Drop*).

Foto 29. Cultivo en callejones, maní y cúrcuma. Isla Verde, Canelones, Uruguay



Foto: Acervo CEUTA, 2017

A tener en cuenta

- Las especies instaladas se seleccionarán en base a los requerimientos del sistema, especies repelentes de insectos, atrayentes de enemigos naturales, parches de biodiversidad, polinizadores y especies antifúngicas estarán entre las opciones.
- La orientación ideal para los callejones es Norte Sur, de esta manera la luz hará un barrido más eficiente de los árboles y espacios entre los callejones.

Limitantes

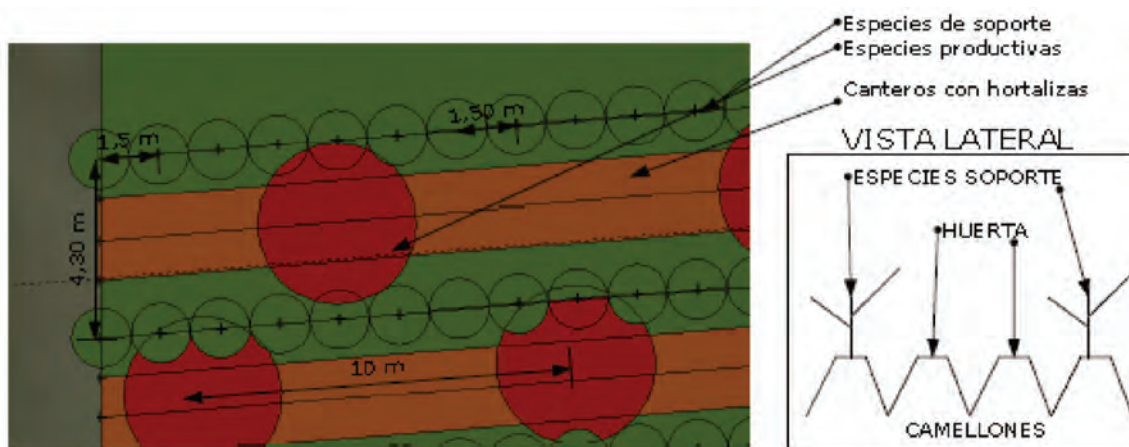
La altura de las especies, y su desarrollo de copa deberá tenerse en cuenta en el diseño, sin embargo el manejo puede permitir integrar especies que soporten podas intensas, no importando tanto el tamaño final si el manejo aplicado.

Palabras y conceptos clave

- Especies pioneras FBN
- *Chop and Drop*
- Presupuesto de nutrientes.
- Manejo de podas, control de crecimiento de especies pioneras de soporte.

El ejemplo a continuación muestra el diseño de un predio hortícola orgánico en evolución hacia un SAF, actualmente se instalaron las especies de soporte (FBN en su mayoría), entre los camellones de cultivo hortícolas. En la próxima etapa, se irán paulatinamente reemplazando los cultivos hortícolas por frutales diversos, como lo muestra el esquema. (Ilustración 22)

Ilustración 22. Detalle de plano de diseño de una huerta comercial agroforestal, Matasiete, Uruguay



Fuente: CEUTA, 2015

Foto 30. Hilera de plantas FBN (centro), junto a cultivo de papa (ambos lados), combinándose los beneficios de ambos sistemas (bosque-huerta) en predio agroecológico de JP. Bentancour, Sauce, Canelones, Uruguay

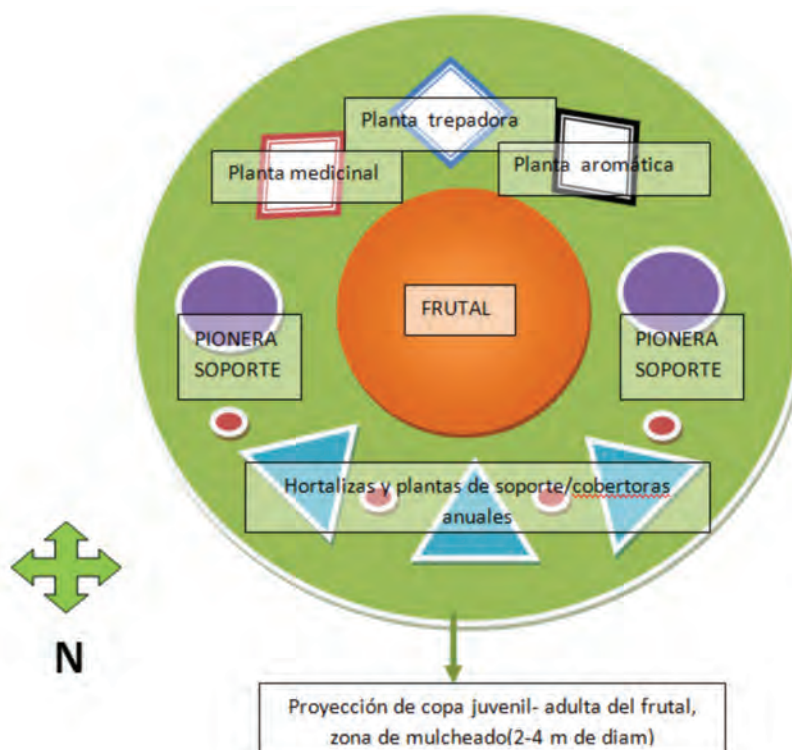


Foto: Acervo CEUTA

CÉLULAS DE PAISAJE AUTOSUFICIENTES

Este modelo busca aplicar los principios de un SAF, con el objetivo de proveer alimento, medicinas, flores y frutos para el autoconsumo colaborando sustancialmente con la autosuficiencia familiar en el corto, mediano y largo plazo a pequeña escala. Se basa en una unidad mínima cuyo desempeño pueda autosostenerse con mantenimiento mínimo y tiende a ser autosuficiente en la nutrición vegetal de las plantas integrantes, mediante plantas de soporte y bioacumuladoras. Además integra en un espacio muy reducido varios estratos y plantas con diferentes funciones y estructuras (bulbos-trepadoras-frutales-cobertoras) por lo cual se adecua a espacios pequeños, como jardines, huertas, plazas, etc.

Ilustración 23. Diagrama esquemático de diseño tipo de una unidad de célula de paisaje autosuficiente



Fuente: CEUTA, 2015

A tener en cuenta

- Las especies instaladas se seleccionarán en base a los requerimientos del usuario, especies repelentes de insectos, atrayentes de enemigos naturales, parches de aromáticas, polinizadores y especies antifúngicas estarán entre las opciones, además de las comestibles.
- La especie trepadora debe plantarse solo cuando la FBN de soporte esté bien desarrollada.
- En la medida que utilizemos un frutal caduco podemos tener más luz para cultivar en la zona sur de él, y alrededor de la proyección de su copa.

Limitantes

En general estos sistemas utilizaran especies de frutales y FBN de pequeño tamaño.

Palabras y conceptos clave

- Soberanía alimentaria
- Espacios reducidos
- Diseño eficiente en utilización de la luz

Foto 31. Ejemplo de célula de SAF, a los pies de un naranjo en flor, vemos como se pueden cultivar variedades de hoja verde como rúcula, mostaza, además de especies aromáticas, en este caso ciboulette ajo, nabo “creine” y nabo daikon, de cosecha subterránea



Foto: CEUTA, 2015

PARCELAS DE ENERGÍA

Las parcelas de energía son SAFs en los cuales las especies utilizadas tienen buenas características madereras como la densidad y capacidad calórica, además de buena velocidad de crecimiento. Se plantan con alta densidad porque se trata de obtener leña en el menor tiempo posible a través de raleos o claras. Se escalan, o sea se plantan sucesivamente para tener cosecha continua. Muchas de las especies utilizadas son pioneras, como las acacias, robinia, gleditsia, eucaliptus, ciprés y casuarinas, pero además pueden utilizarse especies como los sauces, álamos, fresnos, etc.

A tener en cuenta

- Las especies seleccionadas son por lo general pioneras, por lo cual necesitan luz, combinar las especies y utilizar buena orientación para tener acceso a luz.
- Si bien están listadas especies que tienen características deseables para utilizarse como leña, la madera de los frutales, nogales, olivos, citrus y otras especies puede ser aprovechada como leña, por ser maderas de buena densidad.
- Existen varias especies exóticas invasoras que crecen espontáneamente que pueden ser aprovechadas como leña, al mismo tiempo que se efectúa un control de las mismas, como son los casos de espina de cristo y ligustro, esto puede ser incluido en manejos de corta racional buscando preservar el monte nativo por ejemplo.

- Especies como las casuarinas, son podadas intensamente hasta la mitad de su tamaño a veces, convirtiéndose en una fuente de leña barata y permanente.
- Existen estufas de alta eficiencia o llamadas de combustión eficiente que no necesitan diámetros grandes de madera para funcionar, haciendo posible utilizar diámetros pequeños, y utilizan 4 veces menos leña que las estufas comunes.

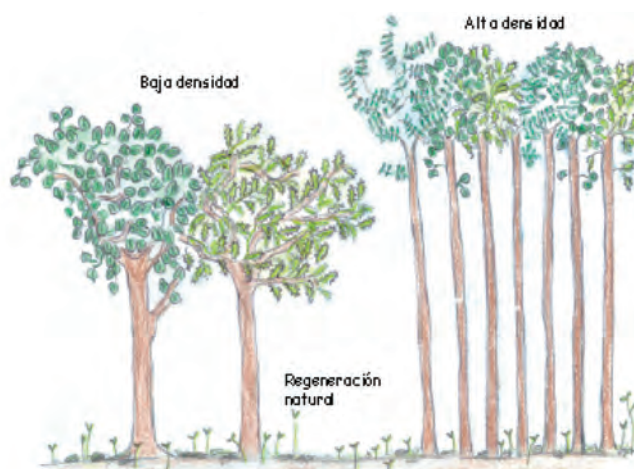
Limitantes

Para los casos en que no haya mucha superficie, buscar incluir árboles de leña en cortinas de viento multipropósito o utilizar los bordes del predio con cercos vivos es una buena opción.

Palabras y conceptos clave

- Especies pioneras
- Manejo de densidad
- Diámetros pequeños gracias a estufas de alta eficiencia.

Ilustración 24. Esquema de hábitos de crecimiento adoptados por una misma especie según densidad de plantación



Fuente: Manual de parcela de leña, Brisson, 2009

Tabla 9. Algunas especies cultivables para leña

Nombre	Velocidad de crecimiento	Capacidad calórica (calorías m ³ madera seca)	Densidad (kg/m ³ madera seca)
Acacias negras	Alta	4300	540
Robinia sp.	Alta	sin dato	760
Gleditsia sp.	Alta	sin dato	670
Eucaliptus sp.	Alta	4680	750
Cipres	Media	4700	620
Sauce	Alta	4450	475
Álamo	Media	4450	440
Paraíso	Alta	5176	480
Grevillea	Media	sin dato	427
Casuarina	Alta	sin dato	830

Fuente: CEUTA, adaptado de Manual de parcela de leña, Brisson, 2009



ZONAS DE AMORTIGUACIÓN AGROFORESTALES (ZONA BUFFER)

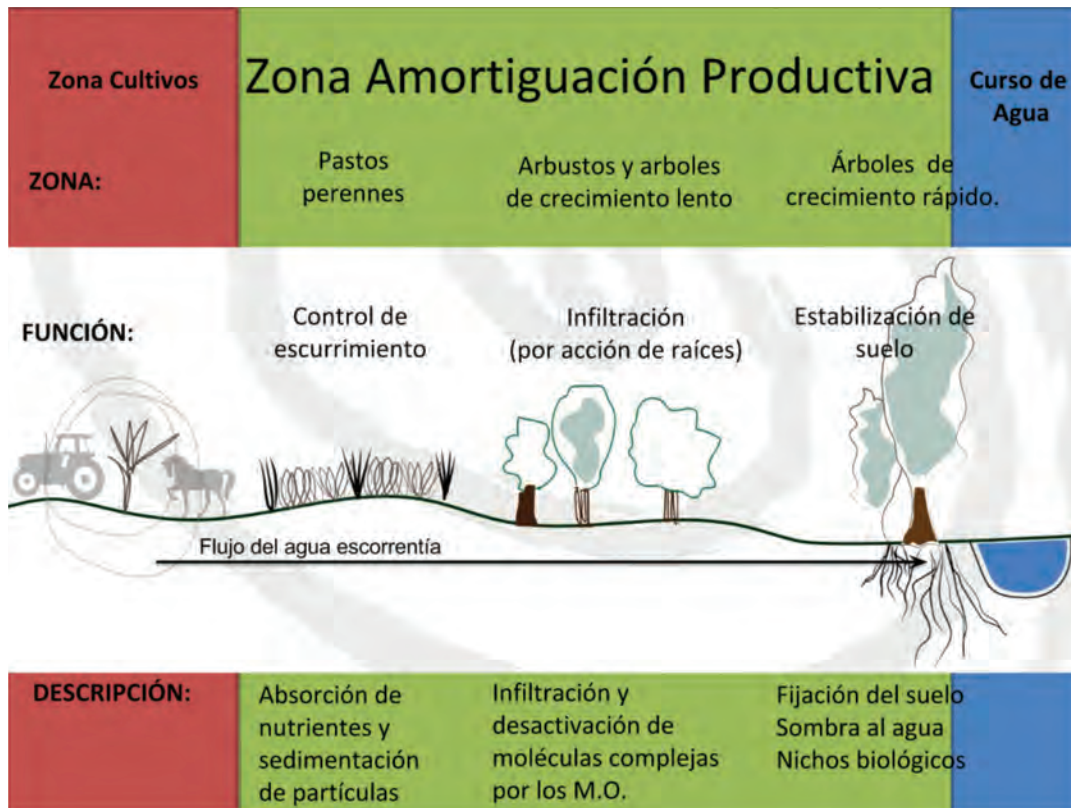
Las zonas de amortiguación o zonas *buffer* son SAFs diseñados para captar los excesos de nutrientes, sustancias químicas y sedimentos provenientes de la agricultura subyacente. Su diseño e instalación deben incluir plantas perennes que se adapten al ecosistema ripario específico (régimen de inundación, suelos y topografía), así como a las necesidades de la familia productora. (Centro de Agroforestería de Missouri, USA, 2005).

En este sistema se potencian la biofiltración de nutrientes por escorrentía, así como la protección de los márgenes de las cuencas adyacentes, estos sistemas sobretodo son diseñados donde conviven sistemas productivos cercanos a las cuencas hídricas.

Sus funciones principales son:

- Proteger la calidad del agua
- Prevenir la erosión por retención de partículas del suelo
- Filtrar excesos de nutrientes
- Filtrar sustancias químicas (agrotóxicos)
- Crear o mejorar hábitats para animales silvestres
- Posibilitar producciones complementarias
- Secuestrar carbono

Ilustración 25. Esquema de zona de amortiguación



Fuente: Adaptación CEUTA de "Design of riparian Forest Buffers", Universidad de Minesotta, 2010

En cuanto a la retención de sustancias tóxicas, estudios demuestran que solo el parche compuesto de herbáceas de aproximadamente 8 m de ancho en el período estival, sería capaz de eliminar aproximadamente en un 75-80% la atrazina, metalochlor y glifosato del agua de escurrimiento superficial (Lin et al; 2004).

Esta asociación vegetal tiene también un alto grado de eficiencia en la remoción de nitratos en agua sub superficial, alcanzando eficiencias del orden de 70%. Otros estudios en zonas *buffer* demostraron reducciones en pérdidas de fósforo, de un 22 al 24 %, comparados con la parcela control y una reducción en la erosión del orden del 28 % en un periodo de 5 años (Udawatta et al 2002).

A tener en cuenta

- Una adecuada selección de especies debe considerar los regímenes de inundación de las zonas a restaurar o instalar, además de las características de los suelos, las necesidades del sistema productivo en cuestión y la dinámica de sucesión de especies del lugar como criterio de ordenamiento ecológico.
- Las especies del parche arbóreo deben ser de rápido crecimiento para poder fijar rápidamente las partículas de suelo y realizar filtración con sus raíces, por lo cual las especies FBN tienen gran potencial para ser utilizadas.
- Las especies además deben proveer de beneficios para las personas o actores que estén realizando la restauración, ya sea aromáticas, madera, nueces, frutos, miel, etc.

Limitantes

La combinación de especies que se utilice debe establecerse rápido (crecer, adaptarse) para poder cumplir con las funciones de retención del suelo. Nuevamente las especies pioneras son una buena opción.

Palabras y conceptos clave

- Mejora de los servicios ecosistémicos
- Dinámica riparia
- Enfoque de cuenca
- Forestería análoga
- Producciones complementarias

Foto 32. Zona de amortiguación bordeando arroyo en zona agrícola de EEUU



Foto: USDA, <http://midamericanagroforestry.net/riparian-forest-buffers/>



SISTEMAS SILVOPASTORILES

Los sistemas silvopastoriles integran la producción de árboles con la cría animal. Para la región Bioma Pampa, el sistema silvopastoril más conocido y tradicionalmente aplicado, es la producción de eucaliptus con cría de ganado. Si bien estos sistemas se utilizan hace ya tiempo, no se han extendido en mayor medida y han sido poco estudiados y promovidos en la región.

Recientemente el trabajo de integración de manejo silvopastoril en predios ganaderos y lecheros concluye que “la utilización de montes de eucaliptus y cortinas de la misma especie constituyeron una práctica silvopastoril donde se constató una regulación de los valores máximos y mínimos de la temperatura del aire bajo árboles. Es una práctica efectiva en reducir el impacto de la radiación solar directa sobre el ambiente térmico que rodea al animal, y resulta particularmente beneficioso como servicio a la ganadería en momentos del día que ocurren condiciones que puedan generar estrés térmico, con las consiguientes pérdidas productivas.” (CNFR, UDELAR, FAGRO, Uruguay, 2016).

Según la percepción general y los comentarios de los productores, al incorporar montes se produce un efecto compensatorio entre los componentes (árboles-pasturas-animales), que se manifiesta en la productividad global del sistema. Adicionalmente, la forestación por sí sola incrementa el resultado económico del sistema, aunque estos beneficios solo se consiguen en caso que se coseche y venda el producto madera (Cabrera et al, 2016).

Foto 33. Sinergia del elemento árbol con subsistema animal (vacas) en potrero. Melgarejo, Uruguay, 2017



Foto: Acervo CEUTA, 2017

7. CONCLUSIÓN

No cabe duda de que los SAFs agroecológicos promueven una serie de beneficios socio-ambientales para las familias agricultoras, la naturaleza, los consumidores y la sociedad como un todo. Las ventajas comparativas en cuanto a sistemas convencionales con respecto a los aspectos ambientales, son evidentes (CETAP, 2014).

Son numerosos los desafíos que están implicados en el desarrollo y adopción de SAFs, así como son de una importancia central para la agricultura moderna que esto representaría en relación a los principales desafíos que enfrentamos como civilización, entorno a la sustentabilidad, el cambio climático y los picos de extracción de fósforo y petróleo.

La pregunta es ineludible: como facilitar el proceso de desarrollo de los SAFs, y ajustar, amplificar y escalar las muy valiosas experiencias existentes en el contexto de lo posible?

Esta pregunta debe involucrar una respuesta colectiva, y solo será posible de responder cuando la discusión de fondo sobre el paradigma productivo sea entablada en los ámbitos académicos, políticos, técnicos, comerciales y sociales. Para lograr discutir la posibilidad de la transformación de una concepción o paradigma arraigado y dominante, son necesarias varios elementos, a saber, y de forma no excluyente de otros posibles: debe visibilizarse y compartirse primeramente la alternativa, que siempre implica un cambio de foco o punto de vista, debe continuarse produciendo mientras se cambia y se debe poder soñar y crear los caminos necesarios para ser transitados. Debemos construir el nuevo camino mientras lo andamos.

Para que esto sea posible es esencial continuar habitando los territorios y poblando de experiencias diversas, regenerando la cultura junto y dentro de la naturaleza. Es necesario en primera instancia divulgar las experiencias exitosas, así como las perfectibles de nuestra región. Paralelamente se hace evidente que es necesario estudiar e investigar como funcionan sistemas complejos para iluminar los caminos posibles para la adopción de la Agricultura Familiar como la primera gran heredera y co-creadora de los SAFs. Además se suman nuevos actores en este camino como pobladores neorrurales, comunidades alternativas y redes, agricultores urbanos, empresarios con nueva concepción. Todas y todos somos bienvenidos.

A partir del diálogo de saberes entre la academia, las comunidades locales y especialmente los agricultores, organizaciones sociales y gobiernos se deberán estimular procesos que permitan los incentivos a los beneficios ambientales de los SAFs. A su vez se deberán desarrollar alternativas fuertes y claras de mercado para estos sistemas. La educación y formación vinculada al enfoque agroecológico y agroforestal es un enorme campo a desarrollar. Es fundamental la investigación y el desarrollo de nuevos productos con sus cadenas o redes productivas y de procesamiento y comercialización. No pueden ser ajenos a este proceso la gestación de políticas y leyes que promuevan y faciliten el proceso, a la vez que instrumenten una extensión rural acorde a este enfoque y estos sistemas.

Por último queremos resaltar la riqueza del pensamiento y el intercambio regional transfronterizo, que al tiempo que trasciende fronteras políticas, nos ayuda a disipar las fronteras que muchas veces nos mantienen cautivos: las de nuestra propia mente.

En la foto 34, podemos observar la representación de una tríada de elementos que son el espíritu y corazón de este trabajo. El niño está sintiendo y conociendo un mundo nuevo. La abuela guía y sostiene con amor. El árbol es el tercer elemento, en este caso es un Arazá, generoso y exuberante arbolito

nativo con su carga de frutos. La Madre naturaleza siempre nos ha sostenido y nos sostiene. Escuchar a los experientes, mirar nuevo, conscientes de lo que dejamos a los que vienen, recordando que formamos parte de la Naturaleza.

Foto 34. El encuentro de generaciones: la abuela interactúa con el niño pequeño, Canelones, Uruguay



Foto: Acervo CEUTA

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Amaral L. P. et al. (2013). *Caderno de resumos: Projeto agricultura ecológica e serviços sócio-ambientais*, Brasil: Rureco.
2. Beer J., Harvey C. A., Ibrahim M., Harmand J. M., Somarriba E. y Jiménez F. (2003). *Funciones de Servicio de los Sistemas de Agroforestería*. FAO. Costa Rica.
3. Boletín 14. Agroforestería. Disponible en < <http://www.analogforestry.org/resources/publications/?lang=>> [acceso 18/10/2017].
4. Bosques disfrutables. Disponible en <www.bosquesdisfrutables.com> [acceso 18/11/2017].
5. Crawford, Martin (2012). *Creating a forest garden, Growing food with nature*. Inglaterra: Greenbooks.
6. Del Puerto, Osvaldo (1987). *La extensión de las comunidades arbóreas primitivas en el Uruguay*. Montevideo, Facultad de Agronomía, Uruguay.
7. Fierro Enrique, Elena, Munera Giner, Manuel, Fernández Jiménez, Santiago, Arribas Herrera, Alfonso (2011). Cambios en el paisaje vegetal de la región andaluza durante el Pleistoceno Superior y Holoceno. MENGA. España.
8. Lorena Gamboa, Marcia Cristina Criollo (2011). *Forestería Análoga y su rol en la restauración de ecosistemas y el Cambio Climático*. LEISA. Peru/Países Bajos.
9. Gliessman, Stephen (1998). *Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Estados Unidos: SBP.
10. Gomez Perazzoli, Alberto, Chiappe Hernandez, Marta (2013). Desarrollo local con enfoque agroecológico: la experiencia del Plan de Soberanía Alimentaria Territorial en el departamento de Treinta y Tres. Uruguay.
11. Gonçalves, André (2008). *Ecological Agriculture in the Torres Region of Rio Grande do Sul, Brazil: Trade offs or Synergies*. Brasil: Cornell University.
12. Gonçalves, André (2006). *La Importancia de los Sistemas Agroforestales en la Mitigación de los Gases con Efecto Invernaderos: La Experiencia de Centro Ecológico en la Región de Torres, Sur de Brasil*. Brasil: Centro Ecológico.
13. Gras, Eugenio (2012). *Cosecha de tierra y agua*. 2ª ed. México: Ecohabitar.
14. Hemenway, Toby (2009). *Gaia's Garden. A Guide for Home-Scale Permaculture*. 2ª ed. Estados Unidos: ChelseaGreen.
15. Herman May, Peter y Moreira Cássio, coord., Deitenbach, Armin et al., org. (2008). *Manual Agroforestal para a Mata Atlântica*. Brasil: Ministério do Desenvolvimento Agrário.
16. Kitsteiner, John "Permacultura para climas templados". Disponible en <www.tcpermaculture.com> [acceso 10/11/2017].
17. Meirelles, Ana (2007). *Agricultura ecológica e agricultura familiar*. Brasil: Centro Ecológico.
18. Miccolis, Andrew et. al (2011). *Políticas Públicas para o Desenvolvimento Agroforestal no Brasil*. Brasil: ICRAF.



19. Mongeli Peneireiro, Fabiana (2010). *Fundamentos da Agrofloresta Sucessional*. Brasil.
20. Muñoz, Julio y Roos, Pablo y Cracco, Pedro (2007). *Flora indígena del Uruguay*. Uruguay.
21. Permacultura para climas templados. Disponible en <www.fuentedepermacultura.org/agricultura-y-practicas-mixtas/libro-sobre-permacultura-en-climas-frios>
22. Plants Db, *Central and South America Hardiness Zones*. Disponible en <www.plantsdb.gr/en/general-cultivation/hardiness-zones/275-hardiness-zones-central-south-america> [acceso 3/12/2017].
23. Pletsch, Rodolfo (2012). *Calendario frutícola para la provincia de Corrientes*. Argentina.
24. Edmar Ramos de Siqueira; Marcos Aurelio Santos da Silva (2006). *Agrofloresta Sucessional como Estilo de Sistema de Produção Familiar para o Território Rural Centro Sul de Sergipe*. Brasil.
25. Rizzi, Rodrigo y Lopes, Fabrício y Maldonado, Francisco (2001). *Influência dos Fenômenos “El Niño” e “La Niña” no rendimento da cultura da Soja no RS*. Brasil: INPE.
26. Rodríguez, Adrián G. y López, Tania T. y Meza, Laura E. y Loboguerrero, Ana M. (2015). *Innovaciones institucionales y en políticas sobre agricultura y cambio climático: CEPAL/CGIAR/FAO/COP21*.
27. Romero, Ricardo (2012). “curso Bosque-huerto comestible Cooperativa Las Cañadas”. Disponible en <www.bosquedeniebla.com.mx> [acceso 15/12/2017].
28. Rosano, Laura y Rama, Paula (2009). *Recetario de frutos nativos del Uruguay*. Uruguay.
29. Salazar, L., Nobre, C. & Oyama, M. (2007). Climate change consequences on the biome distribution in tropical South America. Brasil. *Geophys. Res. Vol.*, 34, L09708, doi10.1029/2007GL029695
30. Sarandón Santiago y Flores Claudia (2014). *Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Argentina: Universidad de La Plata.
31. Marcio Silveira Armando, Ynainá Macce Bueno, Edson Raimundo da Silva Alves, Carlos Henrique Calvacante (2002). *Agrofloresta para Agricultura Familiar*. FAO. Brasil.
32. Unescoetxea.org, *Manual de educación y medio ambiente. Los bosques*. Disponible en <www.unescoetxea.org/ext/manual/html/bosques2.html> [acceso 7/12/2017].
33. Vivan, Jorge (1998). *Agricultura y Florestas*. Brasil: AS-PTA.

9. ANEXOS

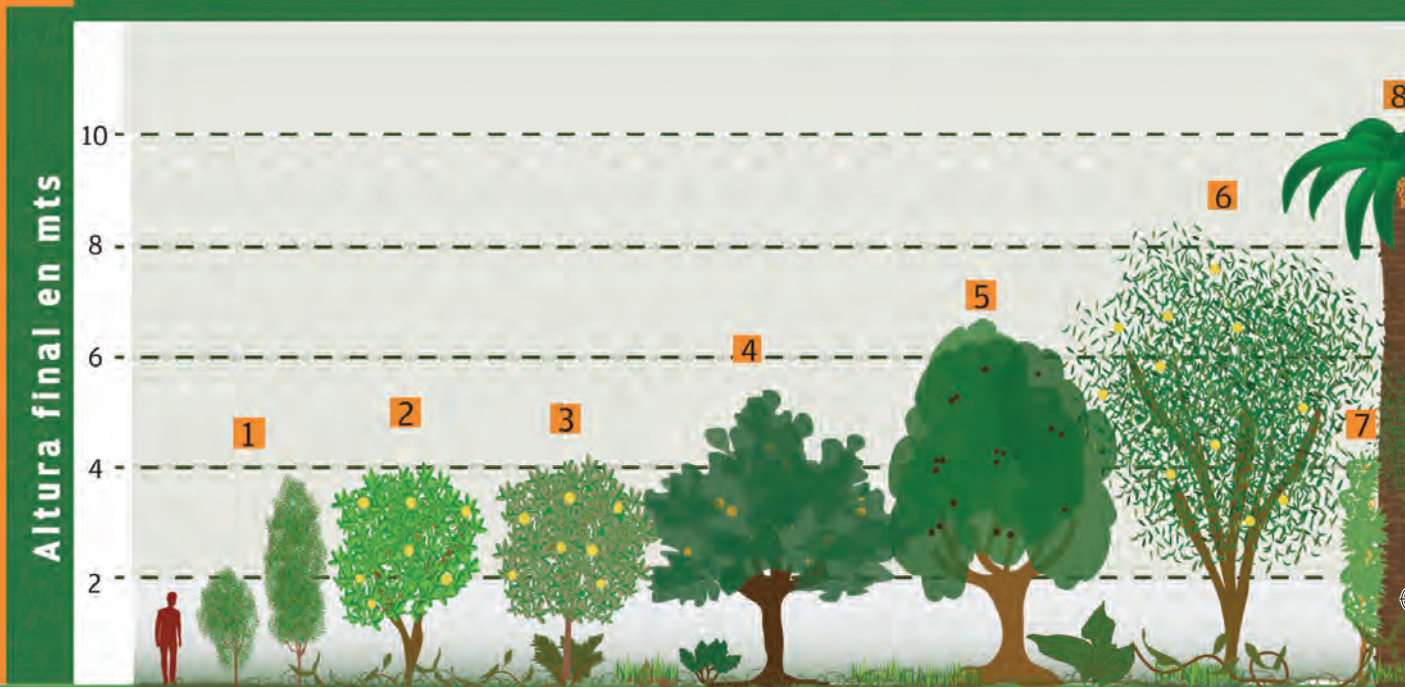


Cereza de monte. Foto: Wikimedia Commons

Especies Frutales Nativas del U

¿Por que es importante utilizar las especies nativas?

Las especies frutales nativas son arboles que crecen facilmente, requieren poco cuidado por lo general y mantienen a los animales, insectos, aves de todo tipo, reconstituyendo los ciclos biologicos de las especies locales. Además al no utilizar productos quimicos, herbicidas, fungicidas, etc), son una fuente de alimento de calidad, con bajos costos de mantenimiento. Estas especies contienen altos niveles de compuestos alimenticios nutraceuticos y una mayor concentracion de nutrientes, en nivel de consumo. Utilizar los frutos de las especies nativas estamos realizando un rescate cultural, otorgandole identidad a nuestra gastronomía.



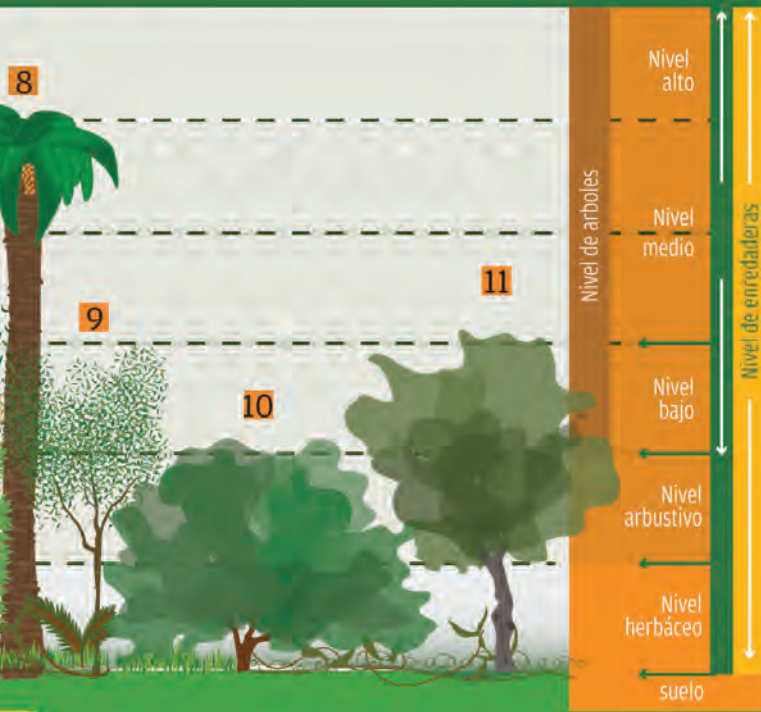
Calendario de floración y fructificación, Flores y Fruto todo el año

	Nombre Común	Nombre Científico	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Color la flor
1	PITANGA	<i>Eugenia uniflora</i>													
2	ARAZÁ	<i>Psidium cattleianum</i>													
3	GUAYABO DEL PAÍS	<i>Acca sellowiana</i>													
4	AGUAI	<i>Pouteria gardneriana</i>													
5	GUAVIYÚ	<i>Myrcianthes pungens</i>													
6	UBAJAY	<i>Hexachlamis edulis</i>													
7	MBURUCUYÁ	<i>Passiflora coerulea</i>													
8	BUTIÁ	<i>Butia capitata</i>													
9	ARRAYÁN	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>													
10	QUEBRACHO FLOJO	<i>Acanthosyrís spinescens</i>													
11	CEREZA DE MONTE	<i>Eugenia involucrata</i>													

REFERENCIAS: Recetario de frutos Nativos del Uruguay. Año 2012.-Flora Indígena del Uruguay. J. Muñoz, P. Ross, P. Cracco. Año 2007.-Curso de Bosque Nativo. Año 2012. Valores Nutricionales de Frutos Nativos. Proyecto CSIC. N. Martínez; V. Marquez; E. Dellacassa.

Uruguay

en su función ecosistémica, otorgando nichos para especies que no necesitan insumos para su producción (fertilizantes). Recientes estudios mostraron que los frutos nativos tienen niveles más altos que las frutas convencionales. Por último, la gastronomía.

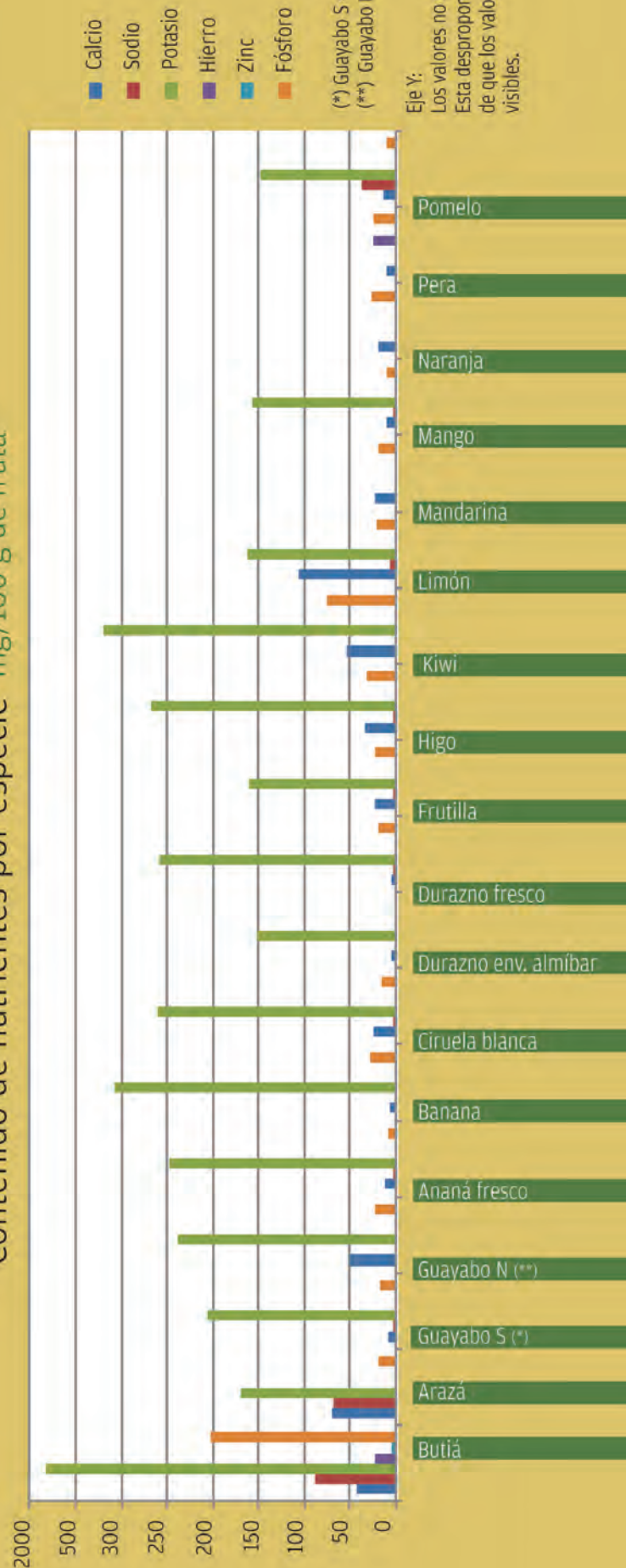


Fruto

Color de la flor	Comentarios
	Con poda, cerco vivo. Prop. medic. en la hoja. Fruto negro, antioxidante.
	Aceite esencial de hojas controla hongos patógenos, producc. de fruta precoz. Variedades de fruta roja y amarilla.
	Fruto: alto cont. vitamina C y iodo. Regulador glandula Tiroides. Petalos comestibles.
	Fruto alimento de mamíferos y reptiles.
	Alta producción de fruta. Antioxidantes. Semilla comestible, atrae pájaros.
	Variedades con fruto maduro de olor nauseabundo. Especie polinizadora. Productora de néctar y polen.
	Hoja, fruto y raíz con prop. Sedantes. Atrae abejorros como polinizador, mariposas y pájaros.
	Frutos con alto contenido en vitamina C y potasio. Atrae pájaros y mamíferos.
	Hoja prop. medicinal. Floración destacada, atrae mariposas y pájaros.
	Utilizado con fines estéticos. Caduco.
	Fruta fresca con propiedades antioxidantes.

esques Huerto- Comestible. Las cañadas, México.

Contenido de nutrientes por especie mg/100 g de fruta



Especies Frutales no convencionales del Uruguay

Las especies de frutales no convencionales son aquellas que tienen poca superficie de cultivo en Uruguay. Dichas especies son comestibles, pero además pueden otorgar otros bienes a través de sus propiedades medicinales y su madera.

La importancia en cuanto a sus cualidades nutricionales, su potencial para mejorar los servicios ecológicos, su buena capacidad de apertura de nuevos nichos de mercado para los productores, es que se están realizando esfuerzos y aportes en investigación para investigar con mayor énfasis estos frutales alternativos.

Existe poca información disponible en cuanto a su comportamiento y las variedades existentes pero se cree que constituyen un aporte muy valioso para los bosques comestibles y SAFs.



Calendario de fructificación

	Nombre Común	Nombre Científico	Cad. / Pers.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
1	HIGUERA	<i>Ficus carica</i>	C					
2	KAKI	<i>Diospyros kaki</i>	C					
3	NOGAL PECAN	<i>Carya illinoensis</i>	C					
4	OLIVO	<i>Olea europea L.</i>	P					
5	GRANADA	<i>Punica granatum</i>	C					
6	MORAS	<i>Morus spp.</i>	C					
7	FRAMBUESA c/s esp. rojas, negras, amarillas	<i>Rubus idaeus</i>	C					
8	ZARZAMORA c/s esp. blackberry	<i>Rubus</i>	C					
9	NISPEROS	<i>Eryobotrya japonica</i>	P					
		<i>Mespilus germanica L.</i>	C					
10	ARAUCARIAS	<i>Araucaria angustifolia/ Araucaria bidwilli</i>	P					
11	PAPA DEL AIRE - PINPINELA -XUXU- CHAYOTE	<i>Sechium edule</i>	C					
12	HIGO DE TUNA - NOPAL	<i>Opuntia ficus</i>	P					
13	ARÁNDANO	<i>Vaccinium sp.</i>	C					
14	KIWI	<i>Actinidia chinensis</i>	C					
15	PALTO	<i>Persea americana</i>	P					
16	DAMASCO	<i>Prunus armeniaca</i>	C					
17	PINO PIÑONERO	<i>Pinus pinea</i>	P					
18	UVA DE JAPON	<i>Hovenia dulcis</i>	C					
19	NOGAL EUROPEO	<i>Juglans regia</i>	C					

son en su mayoría rústicas y constituyen una fuente de nutrientes de calidad, producen variedad de alimentos: frutas, semillas

capacidad de adaptación a distintos ambientes, así como el aumento de la diversidad de fuentes de nutrientes y la posibilidad de colaboración desde ONGs como CEUTA, e instituciones como Facultad de Agronomía e INIA, así como también existen productores interesa-

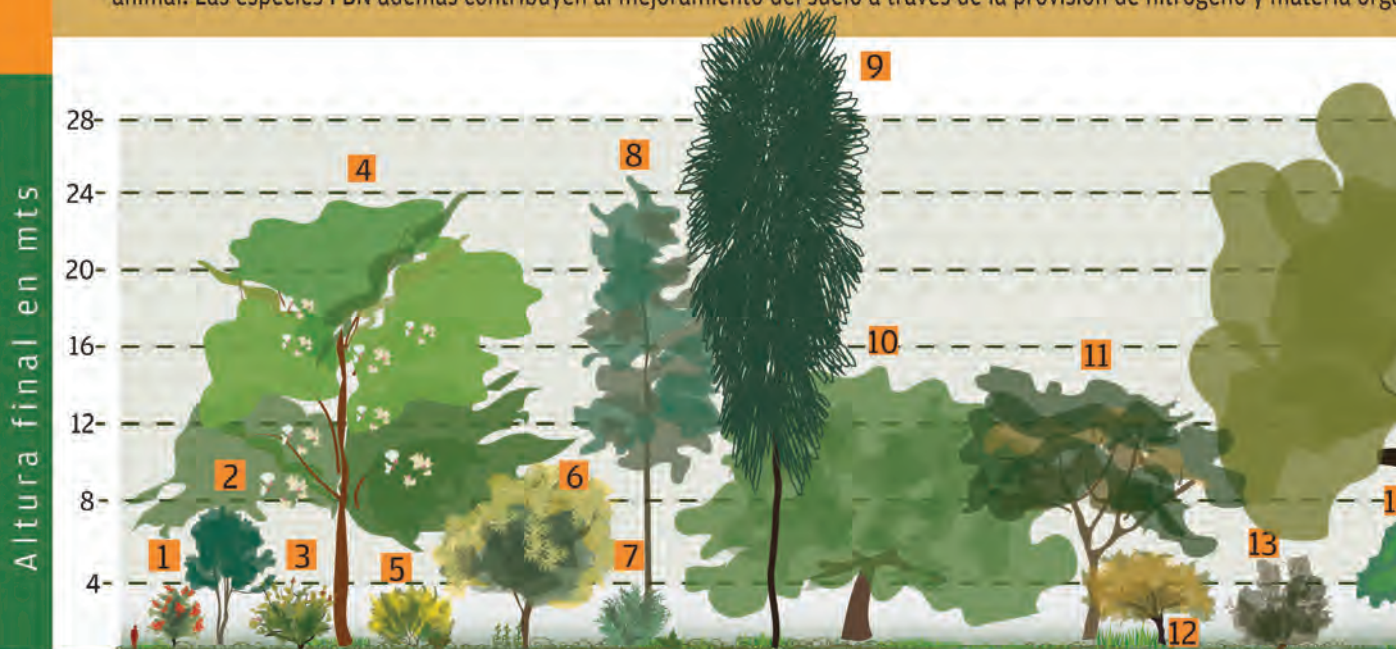


AY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Comentarios
								Autofertil, hojas para alimento de ganado.
								Astringente y no astringente. Hojas comest. Semillas utilizables como sustitutos de cafe.
								Disponibilidad de agua y nutrientes para evitar alternancia. 2 variedades para producir nuez.
								Para mesa y aceite. Anemófila y autocompatible. Se recomienda poliniz. cruzada.
								Fruta que aporta significativa cantidad de potasio.
								Madera dura a cambios de humedad. Hojas valor forrajero. Hoja, tallo y fruta comest.
								Consumo fresco. Mermeladas, licores, helados, etc.
								Especie oportunista, si no se controla mediante poda. Produce fruta primer año. Autofertil.
								Hojas con propiedades medicinales. Madera para instrumentos de dibujo.
								Hojas con propiedades medicinales.
								Semilla alto contenido almidon y proteína. 10 años para producc.
								Requiere soporte. Buena mielifera. Hoja comestible. Uso medicinal. Forraje para aves y ganado.
								Sensible a heladas.
								Autofertil, floracion muy sensible a heladas, precisa suelos ligeramente ácidos.
								Rico aporte de vitamina C
								Se precisa plantar dos individuos para producir fruta.
								Autopolinizantes, semillas usos medicinales, fabricacion de aceite.
								Tarda al menos 10 años en dar semilla, exige luz completa.
								Muy rústica. Es mielífero, forrajero, alimentario y medicinal. Fuente importante de vitamina C.
								Hojas medicinales. Colorantes, repelente de insectos, maderables, productora de biomasa.

FUENTE: Calendario frutícola para la provincia de Corrientes - INTA 2012 | El cultivo de Arándanos en Asturias, García Rubio, García González de Lema, SERIDA | Alimentos en la Huerta, INIA, Fagro | Publicaciones inia, las Brujas German Britos, Uta Rienow | TREES FOR GARDENS, ORCHARDS AND PERMACULTURE, M. CRAWFORD. PERMANENT PUBLICATIONS 2015 | <http://www.sistemalaep.org.br/wp-content/uploads/2014/08/FoiderEnxertinhaAraucaria.pdf> | https://www.larjoi.org/nprjoi/cache/documents/717186_3_1_Ficha_mora.pdf | https://www.elquiglobalenergy.com/espanol/datos/Manejo_general_cultivo_Nopal.pdf | <http://www.permaculturauruguay.com>

Especies fijadoras de Nitrógeno

Las especies FBN (Fijadoras Biológicas de Nitrógeno), son en su mayoría especies pioneras que desarrollaron ventajas evolutivas en plantas. El nitrógeno es un nutriente esencial, principal componente de las proteínas vegetales formando parte de la estructura de las plantas. Uruguay gracias a su alta diversidad de árboles cuenta con un gran número de especies de Leguminosas nativas, una de las cuales fija Nitrógeno en el largo plazo, y además se listan características de cada especie para poder integrarlas a los Saf's y bosques de soporte animal. Las especies FBN además contribuyen al mejoramiento del suelo a través de la provisión de nitrógeno y materia orgánica.



Calendario de floración

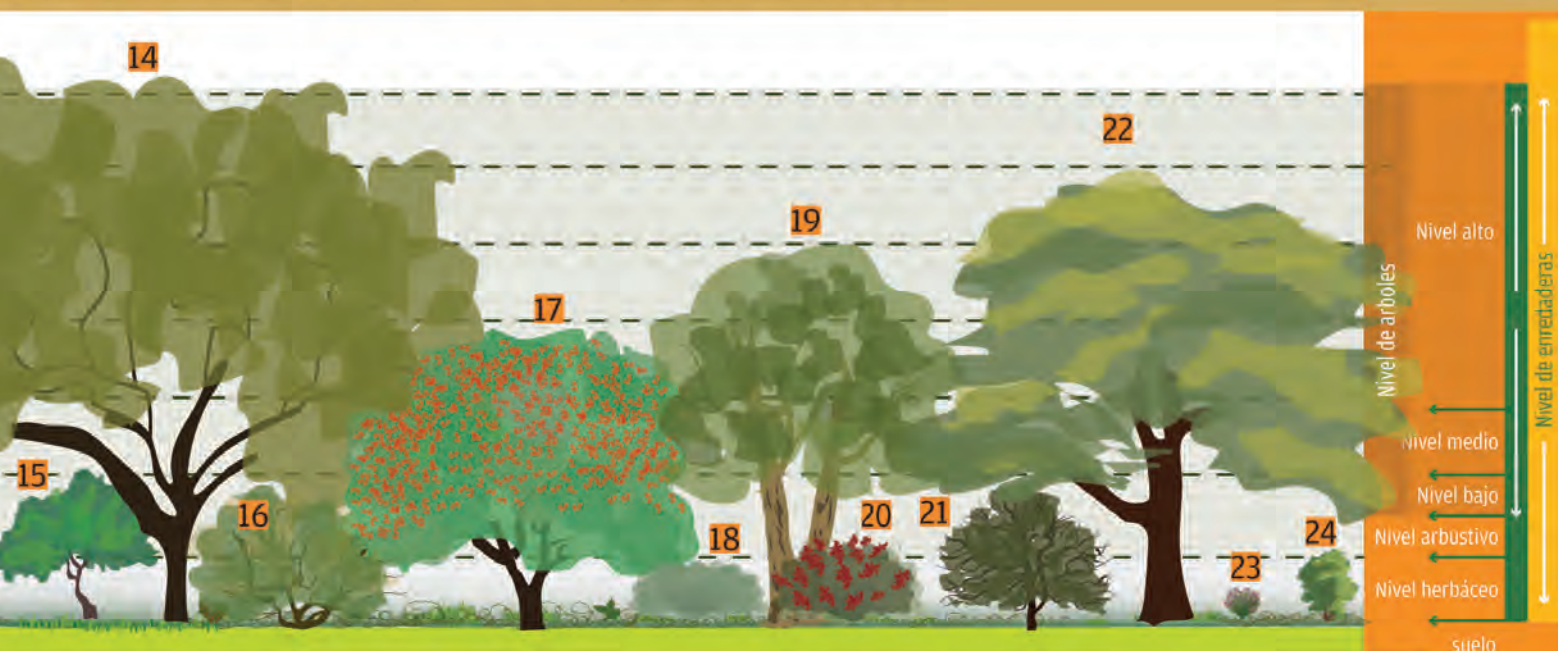
	Nombre Común	Nombre Científico	Cad./S/Pers.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT
1	ACACIA DE BAÑADO	<i>Sesbania punicea</i>	C	■	■	■	■					
2	LEUCAENA	<i>Leucaena leucocephala</i>	P	■	■	■	■					
3	BARBA DE CHIVO	<i>Ceasalpinia gilliesi</i>	P	■	■	■	■					
4	ACACIA BLANCA	<i>Robinia pseudoacacia</i>	c	■	■	■	■					
5	RETAMA	<i>Spartium junceum</i>	P									■
6	AROMOS AUSTRALIANOS (*)	<i>Acacia mearnsii</i>	p								■	■
7	ESPIÑA DE LA CRUZ	<i>Colletia paradoxa</i>	P			■	■	■				
8	ALISO ITALIANO	<i>Alnus cordata</i>	C								■	■
9	CASUARINA	<i>Casuarina sp/Allocasuarina sp.</i>	p			■	■	■				
10	TIMBO/ OREJA DE NEGRO	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	C	■	■	■	■					
11	INGÁ	<i>Inga uruguensis</i>	P	■	■	■	■					
12	ESPINILLO	<i>Acacia caven</i>	C	■	■	■	■					
13	CHAÑAR	<i>Geofroea decorticans</i>	C									■
14	TIPA	<i>Tipuana tipu</i>	S	■	■	■	■					
15	ACACIAS (*)	<i>Acacia longifolia</i>	p						■	■	■	■
16	CINA CINA	<i>Parkinsonia aculeata</i>	C	■	■	■	■					
17	CEIBO	<i>Erythrina crista galli</i>	C	■	■	■	■					
18	MIMOSA (*)	<i>Mimosa polycarpa</i>	C	■	■	■	■					
19	ANGICO	<i>Parapiptadenia rigida</i>	P	■	■	■	■					
20	PLUMERILLO ROJO	<i>Caliandria tweedii</i>	P	■	■	■	■					
21	ÑANDUBAY	<i>Prosopis affinis</i>	C	■	■	■	■					■
22	IBIRAPITÁ	<i>Peltoporum dubium</i>	S			■	■	■				
23		<i>Collaea stenophylla</i>	P	■	■	■	■					
24	RAMA NEGRA	<i>Senna corymbosa/S.occidentalis</i>	C		■	■	■	■				

(*) Más especies se describen aparte.



olativas frente al resto, son capaces de acumular el N del aire gracias a una simbiosis con bacterias en sus raíces, y dejarlo disponibles para otras estructura, por lo cual su demanda es alta.

de las familias que forman esta asociación benéfica. Se enfatiza en la utilización de árboles y arbustos para garantizar una provisión de es comestibles con múltiples propósitos, como polinizadores, barreras de viento, sombra y abrigo, provisión de leña, frutos, forraje y proteína orgánica de forma permanente, mejorando la sostenibilidad de los sistemas en el largo plazo.



SET	OCT	NOV	DIC	Comentarios
				Prefiere lugares con exceso de agua. Semilla toxica para aves. Especie <i>Sesbania virgata</i> de flor amarilla.
				Forrajera alta calidad, debe ser protegida en los primeros inviernos, para prosperar. Chauchas comestibles verdes.
				Escasa información sobre su uso, floración vistosa.
				Melífera, alberga especies de insectos benéficos, forrajera. Madera durabilidad prolongada. Flores comestibles.
				Reportado como invasivo. Prefiere suelos arenosos alcalinos. Melífera. Pleno sol. Forrajera. Semilla alimento gallinas.
				Flores color amarillo pálido- mas tardías que <i>A. dealbata</i> .
				Posee espinas, cerco vivo, prefiere lugares a sol pleno. Muy melífera.
				Raíces producen sustancia repelente de hongos patógenos. Puede podarse para reducir copa y dejarlos estilo postes.
				Uso en cortinas acumula P. Albergan micorrizas. Forrajera. Madera para postes y leña.
				Árbol de gran tamaño. Madera.
				Prefiere lugares con exceso de agua. Sustancia interseminal dulce comestible.
				Necesita pleno sol para su desarrollo. Capacidad para rebrotar de las raíces. Sustituto del café de sus semillas.
				Medicinal, madera buena, puede rebrotar de sus raíces. La fruta es dulce y comestible.
				Árbol de gran tamaño. Buena madera.
				Reportada como invasora, árbol pionero. Resiste a podas, ideal para "Chop and Drop". Productora de biomasa.
				Crecimiento lento. Melífera. Prefiere lugares con exceso de agua, semilla y hojas para alimento animales.
				Crece cerca de agua. Soporte natural de plantas epifitas Existe variedad de flores blancas (Var. Leucoflora).
				Productora de biomasa, de las mimosas la mas rápida en crecimiento. Sensible al tacto. Floración explosiva, posee espinas.
				Sensible a heladas en los primeros años. Madera de excelente calidad, usos medicinales.
				Escasa información sobre su uso ornamental, floracion escalonada, de los plumerillos el de más rápido crecimiento.
				Crecimiento lento. Vainas alimento de animales, en la ind. para la producc. de miel, colorantes y uso medicinal y maderero-leña.
				Crecimiento medio a rápido, floración vistosa. Madera, sombra y abrigo.
				Floracion vistosa y prolongada.
				Prefiere lugares con exceso de agua. Semillas de <i>S. Occidentalis</i> son sustituto de café, sin cafeína.

FUENTE: TCP permaculture - <https://www.irrd.org/irrd21/7/simo21105.htm> - TREES FOR GARDENS, ORCHARDS AND PERMACULTURE. M. CRAWFORD. PERMANENT PUBLICATIONS 2015. - Introducción al Paisaje Natural C Burguenio. C.Nardini orientación 2009. - Flora indígena del Uruguay. J. Muñoz, P. Roos, P. Cracco. Editorial Hemisferio Sur. 2007 - Procesos Microbianos. Frioni, L. Ed. Fundación nacional de universidad e Río Cuarto. 1999.



