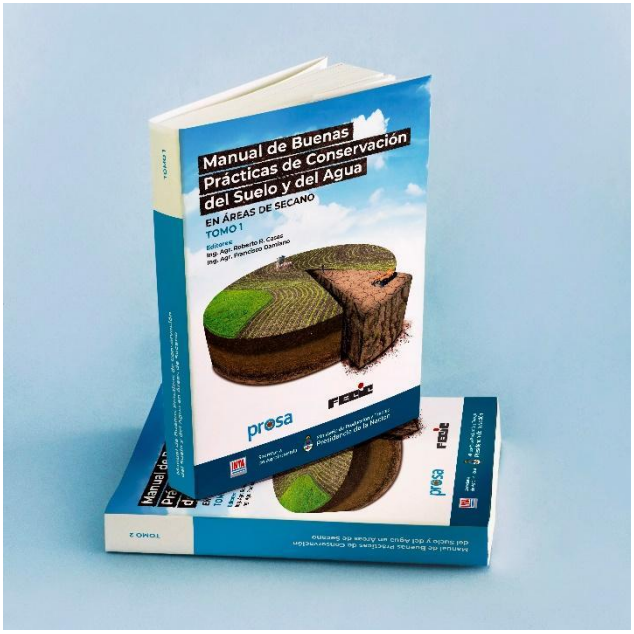

Manual de Buenas Prácticas de Conservación del Suelo y del Agua en Áreas de Secano (2019)

Eds. Roberto R. Casas y Francisco Damiano

CAPÍTULO
Provincia de Formosa

Autores:

Esteban Baridón, Nelly Cano, Fernando Lamuedra, Victor Franco.

Índice

Regiones ecológico-productivas ---------- 1

Principales procesos de degradación de los suelos ---------- 3

Normativas legales ---------- 6

Prácticas de manejo del suelo y del agua ---------- 7

- Rotación de cultivos ---------- 7

- Siembra directa ---------- 9

- Labranza vertical ---------- 11

- Forestación ---------- 13

- Sistemas mixtos agrosilvopastoriles ---------- 15

- Cosecha de agua y construcción de represas multipropósito ---------- 17

- Cortinas forestales ---------- 20

-Asociación grano/pastura (maíz/brachiaria) ---------- 22

- Enriquecimiento del bosque nativo para restauración de áreas degradadas del Oeste ---------- 24

- Cultivos de cobertura ---------- 25

Bibliografía ---------- 28

Regiones ecológico-productivas

La provincia de Formosa con una superficie de 72.066 km^2, se ubica en el Noreste del país, limitando con la Republica de Paraguay en el Norte y el Este, con la provincia de Salta en el Oeste y la de Chaco al Sur. Forma parte de una amplia llanura que se desarrolla en la zona tropical de Bolivia, Paraguay y Argentina y constituye el Gran Chaco Sudamericano. La mayor parte de los suelos de la provincia ha tenido su origen en los abanicos aluviales de los ríos Pilcomayo y Bermejo de donde derivan las texturas predominantemente limosas que los caracterizan. No obstante, existen muchos suelos arcillosos y algunos de textura arenosa desde la superficie, particularmente en paleocauces cubiertos de gramíneas (Aibales).

Formosa posee un régimen térmico de altas temperaturas; las medias anuales oscilan entre los 21,9º C y los 23,6º C. Se han registrado valores máximos de 45° C y mínimos de -7° C. La mayor ocurrencia de heladas se produce entre los meses de mayo y agosto. Las precipitaciones se concentran durante los meses de verano y presentan una marcada disminución de Sureste a Noroeste.

El análisis y regionalización de la provincia en áreas ecológicas-productivas requiere tener en cuenta distintos factores: climáticos, fisiográficos, edáficos, y socioeconómicos, entre otros. El clima constituye un factor que fácilmente permite realizar una primera zonificación. En la Figura 1 se observan tres regiones definidas en base a las precipitaciones medias anuales y la evapotranspiración potencial. Las primeras disminuyen de 1400 mm anuales en el Este a menos de 600 mm en el Noroeste. Contrariamente la evapotranspiración presenta menores variaciones, con valores máximos en el extremo Noroeste de la provincia, superiores a 1300 mm anuales y mínimos en el Sureste con valores próximos a los 1100 mm anuales. Quedan así definidas una Región Húmeda en el Este, sin déficit hídrico para la mayoría de los cultivos; una Región Subhúmeda en el centro de la provincia, con déficit hídrico de leve a moderado que se incrementa de Este a Oeste y una Región Semiárida, con déficit hídrico que limita la realización de los principales cultivos en secano.

Contemplando los factores antes mencionados, es posible señalar cinco grandes regiones ecológico-productivas (Figura 1). La región 1 se asocia directamente con la Región Semiárida; las regiones 2 y 3 están comprendidas en la Región Subhúmeda; y las regiones 4 y 5 en la Región Húmeda. Cabe señalar que aumentando el grado de detalle es posible subdividir estas áreas, lo cual escapa de los objetivos del trabajo. Las características principales de cada una se detallan a continuación:

Región Extremo Oeste (1): Abarca la zona semiárida del territorio provincial. El balance hidrológico y las elevadas temperaturas determinan que la mayoría de los cultivos no puedan realizarse en secano. Los suelos de la región pertenecen a los Órdenes Alfisol, Molisol y Entisol, siendo el régimen de humedad edáfica dominante el Ústico. Los Haplustalfes, Natracualfes y Ustifluventes integran los Grandes Grupos más frecuentes, junto con los Haplustoles que constituyen los suelos de mejor aptitud en la región. Las actividades productivas dominantes son: ganadería extensiva, aprovechamiento forestal, producción caprina y producción apícola.

Región Centro Oeste (2): Se encuentra en el límite de la Región Subhúmeda. Presenta el déficit hídrico más marcado de la misma, con valores próximos a 500 mm anuales (Centro de Validación de Tecnologías Agropecuarias [CEDEVA] – Laguna Yema), y elevadas temperaturas que restringen la producción agrícola en secano. Los Grandes Grupos de suelos más frecuentes son Natrustalfes, Ocracualfes, Ustifluventes y Haplustoles. El régimen de humedad edáfico dominante continúa siendo Ústico.
La ganadería extensiva, especialmente la bovina (cría y engorde), se constituye en la principal actividad productiva de la región. En los últimos años se ha avanzado con la siembra de pasturas megatérmicas, aprovechando la concentración de lluvias estivales; muchas de ellas sobre monte nativo y/o campos inundables. El aprovechamiento forestal del monte nativo, el cultivo de maní y la ganadería caprina son actividades comunes en la región.

Región Centro (3): Ubicada en el Sureste de la Región Subhúmeda, presenta mayores precipitaciones anuales que la región anterior, no obstante persisten balances hidrológicos con déficit hídrico que pueden superar los 200 mm anuales. La estacionalidad de las precipitaciones permite la realización de algunos cultivos agrícolas en los Órdenes Alfisoles, Entisoles y Molisoles que agrupan a la mayoría de los suelos de la región. Son comunes los Natracualfes, Ocracualfes, Albacualfes, Haplacuentes y en menor medida algunos Hapludoles. Las principales actividades son la ganadería, la agricultura destinada a la alimentación animal y la producción caprina.

Región Este (4): Se encuentra incluida en la Región Húmeda, con un gradiente de precipitaciones que aumenta hacia el Sureste. En la zona litoral del río Paraguay llegan a 1400 mm. En toda la región el balance hidrológico es positivo. Son frecuentes los excesos hídricos coincidiendo relieves subnormales a cóncavos, con las mayores precipitaciones. El Orden de suelos dominante, al igual que en toda la provincia es el Alfisol, con presencia de Entisoles, Molisoles y según la Carta de Suelos de la República Argentina (INTA, 1990), algunos Inceptisoles. Asociados a albardones de ríos y riachos se han desarrollado Argiudoles y Hapludoles que conforman los suelos de mejor aptitud agrícola. Las principales actividades económicas son la ganadería, la agricultura y el aprovechamiento forestal. En esta zona se concentra la producción arrocera de la provincia.

Región Subtropical Norte (5): Esta zona, incluida en Región Húmeda, presenta un balance hídrico favorable. Se desarrolla sobre una topografía muy plana, con llanos tendidos y pendientes que rara vez superan el 0,05 %. Estas planicies, con lagunas y esteros, se encuentran interrumpidas por albardones de riachos con cauces en sentido Noroeste a Sureste. Estos albardones, con materiales aluvionales de deposición más reciente, sustentan los suelos más fértiles de la región: Argiudoles, Hapludoles y Udifluventes, entre otros. Sobre estos se desarrolla una intensa actividad frutihortícola, llevada adelante por pequeños y medianos productores; como así también agricultura y ganadería. Los llanos tendidos, correspondientes a la antigua planicie de inundación del rio Pilcomayo están dominados por Alfisoles. En la región es importante el cultivo de algodón.

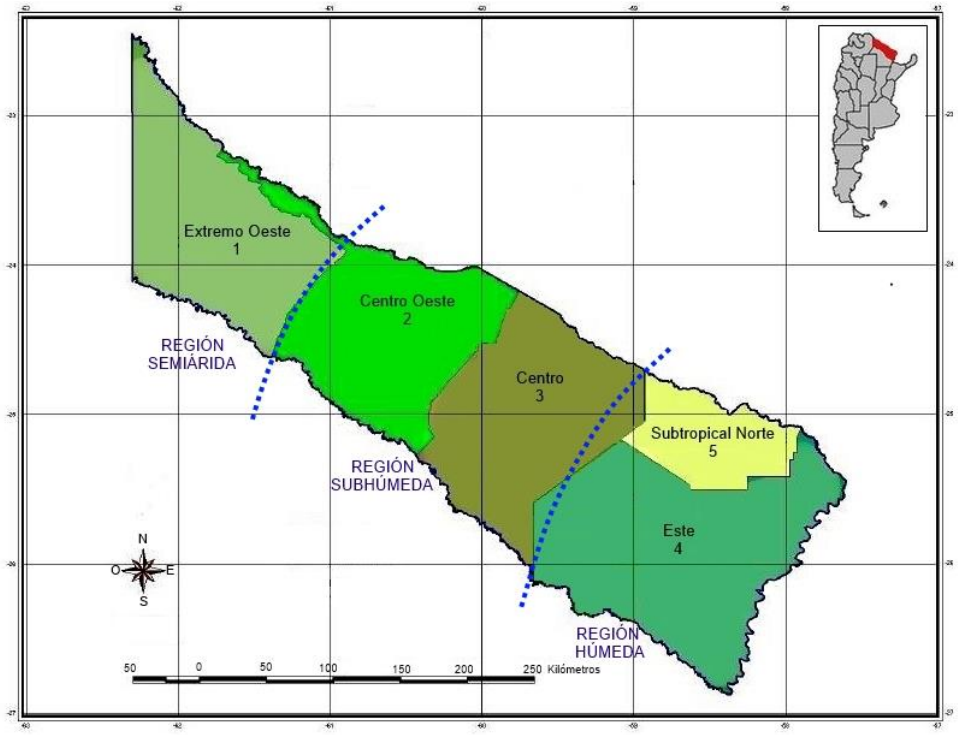

Figura 1. Regionalización ecológica-productiva de la provincia de Formosa.

Principales procesos de degradación de los suelos

Los procesos de degradación de suelos en la Provincia de Formosa tienen su origen en factores naturales y antrópicos. Entre estos factores podemos mencionar:

- El origen aluvional fluvial de los suelos, que ha determinado una marcada presencia de la fracción granulométrica limo en buena parte del territorio.
- Elevadas concentraciones de sales solubles.
- Relieve general llano con muy escasas pendientes.
- Condiciones climáticas extremas.
- Una agresiva intervención antrópica que transformó y transforma a ecosistemas de bosques húmedos, bosques xerófitos, sabanas y pastizales en agroecosistemas, vulnerando la capacidad de resiliencia del componente edáfico.
- Falta de un manejo sustentable de los recursos forestales.
- Escasa planificación de rotaciones agrícolas y agrícolas-ganaderas.

- Realización frecuente de monocultivos, históricamente algodón y actualmente soja, con escasos volúmenes de rastrojo.

- Predominio de manejos agrícolas con labranza convencional, utilizando rastras pesadas y dejando el suelo desnudo.

- Sobrepastoreo ganadero.

Estos factores, entre otros, determinan que se desarrollen principalmente los siguientes procesos degradativos:

Erosión hídrica: Es uno de los procesos más extendidos arealmente. Las mayores superficies afectadas se encuentran en las regiones Este y Subtropical Norte, donde el tipo de erosión hídrica más frecuente es la “erosión laminar o por manto”. La misma es una erosión superficial causada por escurrimiento en zonas de muy escasa pendiente e infiltración disminuida. Es poco perceptible pero constituye una importante vía de pérdida de suelos.
En todo el territorio, asociado a suelos desnudos, se produce “erosión por salpicadura”. Esta se origina por el impacto de gotas de lluvia sobre los agregados, siendo directamente proporcional a la intensidad de las precipitaciones e inversamente proporcional a la estabilidad estructural. Los volúmenes de suelo movilizados y las distancias a que se transportan son pequeños; sin embargo, en texturas limosas suele ser el inicio de la formación de costras superficiales. Estas costras traerán consecuencias sobre la infiltración de agua, escurrimiento, concentración de sales y emergencia de plántulas, entre otros.
Con pendientes algo mayores, como en albardones y paleoalbardones de ríos y riachos, es común la erosión en “surcos”. La misma comprende el desprendimiento y transporte de partículas de suelo por el agua de escurrimiento (flujo concentrado) en pequeños surcos, anchos y de poca profundidad. Cuando el escurrimiento concentrado adquiere cierto caudal y velocidad de flujo se produce la “erosión en cárcavas” (Figura 2). En estas, se forma una pequeña “cabecera” con erosión retrocedente (en sentido contrario al flujo), de mayor magnitud a lo que ocurre en la formación de los surcos. La tasa de la erosión en cárcavas depende del potencial de generación de escurrimiento de la cuenca, del área de drenaje que recibe la cárcava, del material del suelo y subsuelo, de la forma que toma la sección y de la pendiente del terreno. Mientras que los surcos de erosión pueden ser eliminados por la labranza, no así las cárcavas. Tanto la erosión en surcos como la erosión en cárcavas tienen su origen en la degradación y/o eliminación de los montes nativos que cubrían mayoritariamente estas áreas de albardones y paleoalbardones.

a

b

Figura 2. Erosión en cárcavas en la región Oeste de Formosa: a) Cárcava producida por el hombre al desviar un riacho, El Chorro, y b) Cárcava en las proximidades de Laguna Yacaré.

Erosión eólica: Se presenta en la Región Extremo Oeste, llegando en algunos casos a representar un riesgo de desertificación. Puede definirse como el proceso por el cual el viento remueve, transporta y deposita material superficial de los suelos en forma selectiva.
Resultan afectados tanto los lugares que se erosionan, como aquellos en donde se deposita el material erosionado. En los primeros se produce la pérdida de los componentes texturales más finos y los nutrientes asociados a estas fracciones. El proceso se inicia con los desmontes, disminución de las coberturas vegetales, y consecuente disminución de la materia orgánica (MO). El material fino en suspensión causa problemas sanitarios de tipo respiratorio a humanos y animales, interrupciones de caminos, colmatación de represas, entre otros. El avance del proceso conduce a la pérdida de productividad del suelo, que en casos extremos puede ser total.

Perdida de fertilidad física: El proceso se presenta en diversas regiones de la provincia. Se asocia directamente a la disminución de carbono orgánico (CO) en el horizonte superficial. Esta se manifiesta en la pérdida de estabilidad estructural de los agregados, lo cual conduce al deterioro y colapso del sistema poroso. En situaciones extremas se producen desde encostramientos superficiales hasta la formación de estructuras laminares de pocos centímetros de espesor (Figura 3), e incluso estructura de tipo masiva.
El proceso se origina a partir del desmonte en suelos que se habilitan para agricultura y/o pasturas, y se continúa con la utilización de labranzas convencionales y barbechos a suelo desnudo. Las técnicas habituales de desmonte: topado, rolado acordonado y quema, seguida de un destoconado muchas veces manual (práctica habitual), conducen a la pérdida en forma casi inmediata de los primeros 5 cm de suelo. Experiencias de cinco años de desmonte, evidencian la disminución de la MO, en especial las fracciones más livianas del CO, y la disminución de la estabilidad de los agregados del horizonte superficial.

Figura 3. Degradación física del suelo superficial bajo cultivo de maíz (izq.) con estructura laminar (der.). Zona subtropical norte.

Pérdida de fertilidad química: La pérdida de fertilidad química es un proceso incipiente en la provincia. Sin embargo, de continuar las prácticas actuales, se tornará recurrente en gran parte de los suelos bajo manejos de agricultura continua. El mismo puede resumirse como un balance negativo de nutrientes, en donde la exportación por cultivos supera a la reposición natural y a la fertilización, frecuentemente inexistente o subdimensionada. En este punto vuelve a adquirir importancia la MO, con balances negativos, donde las tasas de mineralización primaria y secundaria superan a la humificación, en especial en manejos agrícolas de labranza convencional, sin cultivos de cobertura y ausencia de pasturas en sus rotaciones.

Salinización y sodificación: En suelos con presencia de texturas con mayor participación de la fracción arcilla, cobran importancia los procesos de salinización y sodificación. Estos procesos, actualmente no representan una problemática extendida arealmente. La degradación por salinización y sodificación, obedece en la actualidad a causas naturales; *e.g.* en microrrelieves cóncavos y/o drenaje impedido, donde la evapotranspiración supera a la precipitación. No obstante, estos factores de relieve y drenaje suelen ser agravados por compactación y sobrepastoreo, entre otros. La presencia de elevados contenidos salinos en los perfiles de suelos de Formosa constituye una característica natural, por lo que a futuro deberá prestarse especial atención al posible desarrollo de sistemas de riego suplementario o convencional.

Normativas legales

Hasta la fecha las actividades agroproductivas en la provincia, se han desarrollado con escasa planificación integral y conservacionista del uso de la tierra. No obstante, durante los últimos 25 años se ha legislado e intentado detener y revertir esta situación. En tal sentido, la Ley Provincial de Ecología y Ambiente N° 1060/93 regula las políticas de manejo del suelo y del agua, entre otros recursos naturales. El Capítulo 2 refiere específicamente a los suelos, señalando entre otros la necesidad de preservar la capacidad productiva de los mismos. A su vez, establece la implementación de un sistema de monitoreo y control de los usos actuales del suelo por parte de la Subsecretaría de Recursos Naturales y Ecología del Ministerio de Asuntos Agropecuarios y Recursos Naturales de la Provincia o el Ministerio que se

cree en el futuro con competencia específica en materia de ambiente y recursos naturales. También señala la determinación de áreas afectadas por procesos críticos de degradación de suelos, la promoción de prácticas y tecnologías de manejo adecuadas y la implementación de programas de recuperación de suelos. Actualmente se ha sancionado la Ley N° 1660/18, Programa de Ordenamiento Territorial de la Provincia de Formosa, que si bien es pionera en lo referente a ordenamiento territorial, y establece pautas claras para los cambios de usos del suelo, no profundiza en las buenas prácticas agrícolas.

A fin de preservar al suelo de los efectos degradatorios, resulta necesaria la aplicación de buenas prácticas de manejo que contemplen: i) El valor ecosistémico del bosque nativo y la vegetación, en general, sobre el recurso suelo, ii) La importancia del manejo del agua superficial, considerando que las aguas profundas presentan elevadas concentraciones salinas en la mayor parte de la provincia, y iii) la conveniencia de utilizar practicas conservacionista y paquetes tecnológicos adecuados para detener y revertir el deterioro del recurso suelo. Como un pequeño aporte a estas consignas, se propone la aplicación de las siguientes prácticas de manejo, entendiendo que constituyen buenas prácticas para la conservación del suelo y del agua en áreas de secano de Formosa.

Prácticas de manejo del suelo y del agua

1. Nombre de la práctica: Rotación de cultivos

Definición: La rotación de cultivos puede definirse como la planificación y ejecución de una secuencia de cultivos, en un mismo lote, durante un período determinado de tiempo. Transcurrido ese período se puede repetir el ciclo o introducir modificaciones al mismo.

Objetivo: El objetivo principal es hacer más eficiente la utilización de los recursos productivos, con énfasis en aquellos asociados al suelo. Este objetivo implica:

- Mejorar los balances de materia orgánica mediante la inclusión en la secuencia de cultivos con rastrojos voluminosos y elevadas relaciones C/N.
- Incidir favorablemente sobre la dinámica de nutrientes a través de la fijación de nitrógeno por parte de leguminosas, distintas profundidades de exploración radical y diferentes patrones de utilización de nutrientes, entre otros.
- Mejorar la fertilidad física: porosidad, estabilidad estructural y densidad aparente.
- Disminuir la incidencia de procesos erosivos al promover una cobertura permanente del suelo.
- Facilitar el control de plagas, enfermedades y malezas.
- Disminuir los riesgos económicos del productor en base a la diversificación.

Condiciones para su aplicación: Práctica recomendada para toda la provincia. En suelos que admiten agricultura, es aconsejable la realización de rotaciones mixtas, agrícola-ganaderas. Resulta indispensable para las situaciones en que se desarrolla agricultura continua desde hace varios años. En la zona Subtropical Norte, Baridón y Casas (2014) reportaron una disminución importante en la calidad de suelos Argiudoles y Hapludoles bajo agricultura continua con labranza convencional. Si bien

en este manual se mencionan rotaciones asociadas a sistemas agrícolas y agrícola-ganaderos, la práctica es aplicable a sistemas frutícolas y hortícolas.

Superficie estimada de aplicación: 30.000 ha.

Normas técnicas: La técnica de rotación de cultivos puede estructurarse en tres etapas, a saber:

a) Planificación: Se realiza a partir de la actividad más rentable para el lote (*e.g*. agricultura). Comprende recopilar información de precipitaciones, temperaturas, ocurrencia de heladas, suelos, historia agrícola y rendimientos. Se debe realizar un diagnóstico de la situación actual y la consiguiente definición del o de los objetivos buscados con la rotación.
A modo de ejemplo citamos el caso de un sistema agrícola de la zona subúmeda desarrollado sobre un complejo de suelos con buena aptitud agrícola dominada por suelos Hapludoles, con participaciones menores de Natracualfes y Albacualfes (Figura 4). En el lote durante diez años se ha realizado agricultura continua, sin planificación de rotaciones, con cultivos de soja, maíz y sorgo, en labranza convencional, observándose una disminución en los rendimientos. Se realizaron determinaciones a campo y muestreos, debajo del alambrado y en el lote. En los primeros 15 cm se encontró: disminución del carbono orgánico y nitrógeno total, disminución del carbono orgánico particulado, aumento de la densidad aparente superficial y menor estabilidad de los agregados. A partir de este diagnóstico se fijaron como objetivos aumentar el contenido de carbono en el suelo, mejorar la infiltración de agua y disminuir la compactación. Para cumplimentar estos objetivos se planificó una rotación agrícola-ganadera a 10 años según el siguiente detalle:

A3 - PP4 - A3

A3 (Ciclo agrícola de 3 años): S/M - M/T/M- M/T/S	PP4 (Pastura permanente durante 4 años): Gatton panic + Grama rodhes.

M: maíz; T: trigo; S: soja (Posibilidad de cambiar Maíz por Sorgo, Trigo por Avena, Soja por Maíz o Sorgo.

b) Ejecución: La misma se realiza en base a lo planificado; no obstante, debe contemplar modificaciones debidas por ejemplo, a factores climáticos.

c) Monitoreo y evaluación: El monitoreo y la evaluación de la rotación deben realizarse utilizando las mismas variables que se tomaron como referencia para diagnosticar la situación problema, *e.g*. contenido de carbono orgánico en los primeros 15 cm del suelo.

Figura 4. Lote en barbecho con rastrojo de trigo sobre maíz y futura siembra de sorgo. Todo en siembra directa. Lote próximo a Subteniente Perín, Formosa.

Equipos necesarios: Los equipos necesarios estarán en función de los cultivos que integren la rotación y objetivos particulares. En el caso del ejemplo se incluye la utilización de sembradoras en directa (durante todo el modulo rotacional) y un cincel (o subsolador) dos a tres veces en el ciclo. Se recomienda la utilización de herramientas informáticas básicas (hojas de cálculo, base de datos, procesadores de texto) para la confección de planillas y registros.

Mantenimiento: Esta práctica no requiere mantenimiento. Si debe realizarse el monitoreo de la misma.

2. Nombre de la práctica: Siembra directa

Definición: La siembra directa (SD), mal denominada “labranza cero”, es un sistema conservacionista que implica cultivar bajo una cobertura permanente de residuos de cosecha, sin remoción del suelo (Figura 5).

Objetivo: El objetivo principal de la práctica es preservar y mejorar la estructura del suelo a fin de prevenir la degradación y erosión del mismo. Comprende mejorar los balances de materia orgánica y aprovechamiento del agua.

Condiciones para su aplicación: Es aplicable en todo el territorio provincial. Su implementación sería casi obligada en sistemas de agricultura continua que no incluyen ciclos ganaderos en sus rotaciones.

Superficie estimada de aplicación: 120.000 ha.

Normas técnicas: La no remoción del suelo y el mantenimiento de los residuos de cosecha en la superficie, promueve en siembra directa, la acumulación de materia orgánica en la capa superficial (Díaz Zorita, *et al.,* 2002). La siembra directa consiste

de un conjunto de labores y no solo en el uso de una sembradora particular, por lo cual nos referiremos a ella como un "sistema". La implementación del sistema de siembra directa (SSD) comienza en la cosecha del cultivo precedente.

Cosecha: El lote que ingresará a un SSD debe estar nivelado y libre de obstáculos. La cosecha del cultivo antecesor debe realizarse con un "buen piso". El estado de humedad del suelo debe ser tal, que no se produzcan huellas profundas. Se debe trabajar con neumáticos con baja presión, con el fin de que se deforme la cubierta y no el suelo. Si quedan huellones, habrá que realizar una labranza de nivelación previa a la siembra. Se sugiere no superar las 30 libras/pulg.^{2} en la presión de las cubiertas. Debe regularse la cosechadora de tal manera que la distribución del rastrojo sea lo más uniforme posible. Si no es así, será muy difícil regular la sembradora a dos situaciones distintas y esto se traducirá en fallas en la implantación del cultivo siguiente. Es posible iniciar el SSD sobre un lote que no esté en uso agrícola, siempre y cuando haya sido nivelado, desmalezado y liberado de obstáculos. De existir capas subsuperficiales compactadas deberá realizarse previamente una labranza vertical.

Siembra: La operación de siembra es un punto crucial en el SSD. Se sugiere realizarla desplazada en diagonal de la línea de siembra del cultivo anterior. Esto tiene por objeto evitar que se produzcan en el suelo patrones de huellas y compactación, bandas de fertilidad asociadas a la fertilización y bandas de distribución de rastrojos. La correcta configuración y ajuste de la sembradora de directa es de suma importancia. La máquina realiza en primera instancia un corte de rastrojos, remoción de suelo y limpieza de un pequeño surco de 2,5 a 3 cm de ancho y de hasta 10 cm de profundidad. Esta operación la efectúa una cuchilla turbo de microlabranza. Existen distintos tipos de cuchillas en función del tipo de suelo y ambiente general de trabajo. Luego el tren de siembra mediante un doble disco distribuidor depositará la semilla en el fondo del surco, apretará la misma y mediante ruedas tapadoras cerrará el surco. Es de suma importancia controlar y ajustar la calibración de la sembradora.

Aplicación de herbicidas: Un SSD implica necesariamente un mayor uso de herbicidas que un sistema convencional, ya que no existe el control mecánico de malezas durante los periodos de barbecho. La pulverizadora debe tener el mayor ancho de labor posible, ruedas grandes y buena altura posible de trabajo a fin de reducir al máximo el número de pasadas y evitar el pisoteo.
Es necesario controlar la calidad del agua con la cual se realizaran las aplicaciones. Así por ejemplo, el glifosato es sensible al pH y al contenido de sales. Se buscará uniformidad en la barra de trabajo para lo cual se calculará el caudal en litros/minuto que erogan las pastillas. Para ello, se selecciona el tipo de pastilla en función del producto a aplicar, se mide el caudal de las pastillas de los extremos de la barra y algunas intermedias, y luego se calcula el caudal promedio. El volumen (Q = l/ha) aplicado puede calcularse según la fórmula:

$$Q\ (\frac{l}{ha}) = \frac{\mathrm{q} * 600}{\mathrm{V} * \mathrm{d}}$$

Donde:

q: Caudal de cada pastilla (litros/minuto). Puede calcularse con jarra o caudalímetro.

600: Factor de conversión de unidades.

V: Velocidad de avance del equipo (km/hora).

d: Distancia entre los picos pulverizadores (m).

La eficiencia de la pulverización puede controlarse mediante el uso de tarjetas hidrosensibles, donde se realizará la cuenta del número de impactos por m^2.

a

b

Figura 5. a) Equipo de siembra directa, y b) lote sembrado con maíz en directa.

Equipos necesarios: Los implementos indispensables son sembradora en directa y pulverizadora.

Mantenimiento: La práctica no requiere de mantenimiento; pero si de monitoreo constante.

3. Nombre de la práctica: Labranza vertical

Definición: La “labranza vertical” consiste en el laboreo del suelo con herramientas específicas que crean fracturas y fisuras verticales en el mismo.

La “labranza horizontal” o convencional, crea normalmente capas de compactación debajo de la superficie del terreno, las cuales restringen el crecimiento de las raíces y la infiltración del agua en el suelo. La aparición de charcos en lotes donde no sucedían, es un signo de infiltración deficiente debido a compactación. Cuando las raíces de la planta alcanzan la capa de compactación, horizontalizan su crecimiento.

Objetivo: El objetivo de esta práctica es evitar o corregir la creación de distintas capas de compactación sin perturbar la estructura del suelo (no se invierten las fracciones del suelo), generando los siguientes beneficios:

- Crea fracturas y fisuras verticales promoviendo así una buena infiltración del agua superficial y capilaridad.

- Evita el encharcamiento superficial facilitando que la humedad se quede en el interior del terreno donde los cultivos la pueden utilizar.
- Propicia la formación de un sistema radical sano, profundo y distribuido que incrementa la estabilidad de las plantas.
- Ayuda a que puedan darse los procesos naturales de alimentación de los cultivos (movimiento de nutrientes en el suelo).
- Favorece el movimiento de organismos beneficiosos.
- Aumenta la producción en cultivos:
    - ✓ Manteniendo una estructura uniforme del terreno; asegurando una eclosión simultanea de las semillas.
    - ✓ Mejorando el manejo del rastrojo, consolidación de terrones y cama de siembra.
- Debido a que no invierten el suelo hay menor descomposición de la materia orgánica y menor perdida de humedad, lo cual es importante previo a la siembra.

Condiciones para su aplicación: Esta práctica puede ser usada en toda la provincia. Su aplicación es eventual (no constante), para romper capas masivas (sin estructura), con estructuras laminares y/o muy compactadas.

Superficie estimada de aplicación: 3.000 ha

Normas técnicas: La labranza vertical debe realizarse con el contenido de humedad adecuado del suelo, siempre antes del límite plástico. La consistencia ideal es “friable” (suelo con contenido de humedad entre seco y ligeramente húmedo) en la cual se desagrega con mayor facilidad y se rompen los terrones. Si el contenido de humedad es elevado el suelo se comporta más plástico y solo se producirán hendiduras sin los efectos antes mencionados. Si el suelo está muy seco los terrones estarán muy duros y no se desintegrarán.

En lotes agrícolas se recomienda realizar la labor lo más cercana posible a la cosecha y/o antes que la vegetación alcance los 15 cm de altura para reducir el riesgo de atascamiento. Con el mismo objetivo es importante la trituración y distribución uniforme del rastrojo y las malezas.

La labranza vertical tiene dificultad para controlar mecánicamente las malezas estoloníferas y rizomatosas en condiciones humedad.

Equipos necesarios: Los implementos necesarios estarán en función del estado del lote y objetivos. Estos implementos crean fracturas y fisuras en el suelo y causan poca compactación, *i.e*. no contribuyen a la formación de la capa dura en el subsuelo.

- Subsolador.
- Arado discos turbo.
- Cincel (Figura 6).
- Vibrocultivador.
- Cultivador de campo.

Figura 6. Labranza vertical con Cincel.

Mantenimiento: Esta práctica no requiere mantenimiento. Si debe realizarse el monitoreo de la misma.

4. Nombre de la práctica: Forestación

Definición: Implantación de especies forestales y arbustivas, nativas y/o exóticas.

Objetivo: Mitigar la perdida de los múltiples servicios ecosistémicos, en los sectores desforestados de la provincia. Los objetivos de forestar son múltiples, desde los tradicionales como proporcionar a mediano y largo plazo una fuente de producción maderera, fijación y protección del suelo ante la erosión hídrica y eólica, entre otros, hasta su función de captura de carbono.

Condiciones para su aplicación: La forestación es aplicable en todo el territorio provincial seleccionando las especies adecuadas y la forma de establecer el monte. La forestación comercial es actualmente casi nula; no obstante, se registran aproximadamente 1200 ha forestadas con algarrobo blanco (*Prosopis alba*) en macizo y en enriquecimiento de bosque nativo. Las plantaciones en macizo se ubican en la región húmeda/subhúmeda y los enriquecimientos en la zona semiárida. Se han realizado experiencias con plantaciones de algarrobo negro (*Prosopis nigra*) y en menor medida quebracho colorado (*Schinopsis balansae*). En cuanto a forestaciones con exóticas, se han realizado algunas experiencias con grevillea (*Grevillea robusta*) y actualmente existe la intención de avanzar en la evaluación de especies de rápido crecimiento destinadas a cajonería para el sector frutícola de la zona subtropical norte.

Superficie estimada de aplicación: 2.740 ha

Normas técnicas:

Selección de especies: El algarrobo blanco es la nativa con la que se tiene mayor experiencia en la zona (INTA, 2014). En menor medida se han realizado ensayos con algarrobo negro (*Prosopis nigra*), resultando una buena opción para suelos de la región semiárida. Existen exóticas como grevillea, paraíso y eucaliptus que ofrecen alternativas comerciales; sin embargo, se carece de datos suficientes para sugerir macizos de las mismas.

Las siguientes tareas se refieren al Algarrobo blanco (Figura 7):

Laboreo del suelo: Rastreado doble cruzado, desmalezado químico: pulverización con tractor y pulverizadora de arrastre.

Marcación y plantación: La marcación del cuadro de plantación puede hacerse en forma manual o mecánica. Los marcos de plantación más utilizados son de 4x5 m y 5x5 m, determinando densidades de 500 y 400 árboles/ha respectivamente. El hoyado se realizará con pala de punta dejando una taza, para mejorar la captación de agua de lluvia. Se sugiere utilizar gel hidratante, en particular para la región semiárida. La aplicación se realiza directamente en el pozo antes de colocar el plantín, para lo cual pueden utilizarse mochilas pulverizadoras sin los picos. La plantación debe realizarse en las zonas húmedas y subhúmedas a principios de primavera y/o principios de otoño. En la zona semiárida del Oeste a fines del verano utilizando gel. Luego de la plantación es recomendable realizar un riego de asiento. En macizos se debe utilizar plantines de no más de 30-40 cm de altura; para enriquecimientos se recomienda utilizar plantas de 50 cm hasta 1m de altura.

Poda de formación: Tiene por objetivo lograr una forma de fuste que conduzca a obtener madera de calidad y libre de nudos.

Raleo: Dado la densidad de plantación recomendada, se sugiere solo realizar raleos de saneamiento eliminando árboles muertos, enfermos y muy defectuosos.

Aprovechamiento: Actualmente no se tienen datos de aprovechamientos en plantaciones de algarrobo; los mismos en Formosa y Chaco se limitan hasta la fecha, al bosque nativo. Se estima que en la mejor calidad de sitio se llegará a turno de corta alrededor de los 20 años de edad, mientras que en las calidades inferiores, con problemáticas de salinidad, se logrará luego de los 30 años.

Equipo necesario: Tractor, rastra de disco, pulverizadora de arrastre, palas de punta, desmalezadora, mochilas pulverizadoras.

Mantenimiento: En los dos primeros años se deberá realizar el control de malezas, hormigas, liebres y roedores. Debe establecerse la clausura para vacunos y chivos. A fin del primer año se realizará una reposición de fallas. En caso de plantar prosopis se deben realizar podas de formación.

Figura 7. Plantación de Algarrobo blanco en el Centro de Validación de Tecnologías Agropecuarias (CEDEVA) – Laguna Yema.

5. Nombre de la práctica: Sistemas mixtos agrosilvopastoriles

Definición: Los sistemas agrosilvopastoriles (SASP) comprenden un conjunto de técnicas de uso y manejo de los recursos naturales, que implican la asociación de un componente leñoso con ganadería y/o cultivos en una misma unidad de manejo de manera simultánea o en una secuencia temporal.

Objetivo: Los objetivos de los SASP varían en función de la escala a la que se planifican. No obstante, su objetivo general es asegurar la sustentabilidad del sistema a través de la diversificación de la producción y la mitigación/reversión de procesos degradativos en el suelo.

Condiciones para su aplicación: Son aplicables en casi todo el territorio provincial. Los SASP según su función y estructura pueden clasificarse en Silvopastoriles (SP), Agrosilvopatoriles (ASP) propiamente dichos y Agrosilvícolas (AS).

Superficie estimada de aplicación: Se estima que aproximadamente 20.000 ha son utilizadas en sistemas mixtos; casi en su totalidad Silvopastoriles con monte nativo.

Normas técnicas: El primer paso es definir el tipo de sistema a aplicar, SP, ASP o AS, en función de la actividad económica principal. Los más difundidos en la provincia son los Silvopastoriles (SP) por lo que nos referiremos a ellos en particular. Los Agrosilvícolas se limitan generalmente al empleo de cortinas forestales, contemplando

algún uso secundario para la cortina. Los ASP son sistemas agrícolas, con un monte de protección (nativo o implantado), en donde se extrae madera o postes e incluyen una rotación ganadera.
Los SP pueden realizarse a partir de:

- Bosque nativo: Debe acatar la legislación vigente con referencia al cambio en el uso del suelo (Plan de ordenamiento territorial de Formosa, Ley Provincial N° 1552; Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, Ley Nacional N° 26.331). "Realice una caracterización del bosque (inventario) detallando especies presentes, densidad y distribución, medidas dasométricas y estado sanitario, entre otras. Proponga sus objetivos ganaderos, *e.g*. carga animal y ganancia diaria de peso, y sus objetivos forestales, *e.g*. producción de postes. Decida el tipo de intervención: especies forestales a conservar, densidad y distribución, necesidad o no de enriquecer el monte nativo, tipo de pastura a utilizar, natural o implantada". La secuencia técnica de actividades es: planificación (apotreramiento, demarcación y apertura de calles); desmonte y control de arbustos; siembra de pasturas; raleos (de ser necesario); mantenimiento. Es posible establecer tres clases de SP:

  i) Árboles dispersos: Aplicable a las regiones húmedas y subhúmeda con bosques de una especie dominante (quebrachal, palosantal, algarrobal). Se realiza un desarbustado parcial conservando 150 (±50) árboles/ha de primera magnitud. Se sacrificará la renovación natural del monte.

  ii) Árboles en fajas: Válido en todo el territorio, especialmente recomendado para la zona semiárida. Se realiza el desmonte y desarbustado de fajas completas de terreno. Las fajas deben ocupar el 50 % del SP. Permite el manejo de renovales y aprovechamientos parciales de las fajas de monte, como así también el mecanizado de las tareas sobre la pradera.

  iii) Árboles en bosquetes (Figura 8 a y b): Aplicable en todo el territorio. En la zona semiárida debe hacerse acompañado de cortinas o fajas a fin de controlar los efectos erosivos del viento.

  Especies forrajeras recomendadas (entre paréntesis regiones ecológicas, Figura 1): gatton panic (2 y 3); grama rhodes (3, 4 y 5); buffel grass (1 y 2); Dichantium aristatum (4 y 5); Brachiaria brizantha (3, 4 y 5); *Cynodon spp*, pasto estrella, (4 y 5); otras. Las forrajeras deben sembrarse junto con el desmonte, con buena densidad de semilla, *e.g*. Gatton + Grama rhodes (6 kg y 2 kg por ha, respectivamente).
  Entre los árboles de alto valor maderero se destacan: palo santo *(Bulnesia sarmentoi)*; lapacho (*Tabebuia spp*); quebracho colorado (*Schinopsis balansae*); algarrobo blanco y negro (*Prosopis alba* y *nigra*); guayacán (*Caesalpinia paraguariensis*); urunday (*Astronium balansae*); viraró (*Ruprechtia salicifolia*); entre otras.

a

b

Figura 8. a) Silvopastoril en bosquetes: Pastura Gatton panic + Grama rhodes. Animales Bonsmara. Zona centro, Ibarreta; y b) Foto aérea de un campo SP en Las Lomitas. Formosa.

- Bosque implantado: Su implementación y manejo es más sencillo. Puede utilizarse el sistema de cortinas, bosquetes en macizos y/o fajas de monte y pasturas intercaladas. La densidad de la plantación forestal estará en función de la especie y objetivos silvícolas. Las pasturas se siembran en forma convencional.

Las especies nativas sugeridas son: algarrobo blanco (es la más probada en Formosa); algarrobo negro (zonas erosionadas); lapacho y quebracho colorado. Entre las forestales exóticas se encuentran: grevillea (*Grevillea robusta*) y paraíso (*Mellia azederach*).

Equipos necesarios: Para realizar intervenciones en el monte nativo se requieren topadora y rolo triturador. Se utilizan en forma alternativa y/o accesoria tractor con pala, pala mecánica, rastra pesada (Rome) y rolo con cajón sembrador acoplado. En pequeñas extensiones las tareas pueden ser manuales.

Mantenimiento: Debe mantenerse el equilibrio entre los componentes del sistema. Si se trabaja con bosque nativo la tarea principal es el control del estrato arbustivo. Se recomienda realizar anualmente un rolado de baja intensidad, consistente en el corte y aplastado del estrato arbustivo. No es aconsejable el uso de fuego. En sistemas sin renovación natural de la componente leñosa se deberá prever la plantación de nuevos árboles. Se debe monitorear el estado de la pastura, evaluar su oferta forrajera y carga animal, entre otras.

6. Nombre de la práctica: Cosecha de agua y construcción de represas multipropósito

Definición: La cosecha de agua puede definirse como recolección del agua de escorrentía para su uso productivo (Nasr, 1999). La presente práctica incluye su almacenamiento mediante la construcción de represas multipropósito.

Objetivo: Captar agua de lluvia, conducirla, almacenarla y distribuirla de manera eficiente para bebida animal y otros usos eventuales (riego de pequeñas superficies e incluso consumo humano).

Condiciones para su aplicación: La práctica es aplicable en toda la provincia. Resulta fundamental en las regiones semiárida y subhúmeda.

Superficie estimada de aplicación: 400 ha (comprenden superficies de captación y represas)

Normas técnicas: En la cosecha de agua, existen dos alternativas conceptualmente distintas. Una, implica la captación y conservación *"in situ*", en el perfil del suelo, disminuyendo la escorrentía y el riesgo de erosión mediante la aplicación de buenas prácticas como labranza vertical, cultivos en curvas de nivel, y bordos de contención, etc. Otra posibilidad, la cual se desarrolla, es su captación, trasporte hasta un lugar de almacenamiento y su posterior utilización. Esto implica manejar el escurrimiento superficial y en algunos casos el subsuperficial.

La práctica requiere de una planificación previa. Definir el objetivo y la cantidad a almacenar. Evaluar: topografía del terreno, características de los suelos, velocidad de infiltración, distribución e intensidad de precipitaciones, entre otros factores. Calcular la escorrentía y volumen de captación por ha/año. Según Anaya y Martínez (2007), los componentes mínimos de un sistema interconectado de cosecha, almacenamiento y destino del agua de lluvia son:

- Área de captación del agua de escurrimiento o escorrentía, resultante de la diferencia entre la precipitación, la evapotranspiración de suelo/plantas y la infiltración. Existe un escurrimiento superficial o directo, uno subsuperficial y otro profundo a través de la freática. Principalmente en la cosecha de agua se utiliza la escorrentía directa, la cual es causante de erosión hídrica. Por esto, si se sistematiza un área para aumentar la escorrentía, la pendiente no deberá superar el 2,5 %. En suelos sin sistematizar, de texturas medias a finas, del Centro Oeste y extremo Oeste, la escorrentía directa representa aproximadamente del 5 al 7 % de las precipitaciones. Una hectárea entonces, con 700 mm anuales de precipitación, permitiría cosechar 350.000 litros/ha/año.
  Una opción de mejorar la captación y conducción de escorrentía hasta las represas, es hacer un diseño de caminos internos del predio que utilice las zanjas laterales como colectoras y conductoras, de escurrimientos superficiales y aun subsuperficiales.

- El almacenamiento se realizará en represas multipropósito, localizadas en áreas topográficamente deprimidas a fin de facilitar la conducción del agua. Se construyen por excavación hasta una capa con textura fina, que permita su compactación e impermeabilización (Figura 9). Si los taludes son elevados, deberá construirse una pre-represa colectora, que servirá para la decantación del agua cosechada y su bombeo a la represa principal. Las medidas son variables y estarán en función de la capacidad de almacenaje deseada, el área de captación, y las limitaciones de profundidad debido a texturas del suelo y napa freática. Una alternativa de almacenaje más eficiente es recubrir el fondo

y paredes con geomembrana de material sintético. Es común utilizar geomembranas de 1000 y 1500 mμ de espesor para alturas de agua de hasta 4 m. La unión se realiza mediante resinas o termofusión. Se debe evitar el ingreso de animales a las represas.

- La represa se completa con un tanque elevado, desde el cual se distribuirá el agua por gravedad o bombas (según distancias a cubrir) hasta el área de destino. Para el caso de bebida animal, debe completarse con un sistema de bebederos distribuidos según el apotreramiento del predio.

Figura 9. Represa en construcción. A una profundidad de dos metros se observa el fondo de la misma sobre un horizonte de textura arcillosa fuertemente gleisado.

Equipos necesarios: Plano topográfico preliminar. Plano del sistema de cosecha y almacenamiento completo. Pala excavadora y frontal (retro). Rastra de discos. Rastra acamellonadora o equivalente.

Mantenimiento: Periódicamente debe monitorearse que no existan pérdidas de agua en las represas. Si se cuenta con canales y/o zanjas de conducción de escorrentía, verificar que no se colmaten o contrariamente que no se erosionen aumentando la velocidad de conducción del agua en las mismas.

7. Nombre de la práctica: Cortinas forestales

Definición: Las Cortinas Forestales son barreras vivas de monte nativo o implantado, de una o más hileras de árboles y/o arbustos dentro de un predio, que se interponen a la dirección del viento, con el fin de disminuir su velocidad.

Objetivo: Protección de cultivos, suelos, animales y estructuras, de los efectos del viento. Esto conlleva a disminuir la erosión, la pérdida de humedad del suelo, favorecer la polinización, aumentar la producción y diversificar la misma con madera para aserrado, construcciones rurales, tablas, cajonería y/o leña.

Condiciones para su aplicación: Pueden ser utilizadas en cualquier ambiente donde el viento represente un agente erosivo relevante (Región 1), aumente la evapotranspiración de agua del suelo y cultivos (Región 2 y 3), y/o produzca daños mecánicos sobre cultivos y estructuras (Región 4 y 5).

Superficie estimada de aplicación: La superficie forestada en forma de cortinas no supera las 100 ha.

Normas técnicas: En línea general, las cortinas forestales deben tener un ancho mínimo de 10 m; bordear superficies bajo cultivo, que no superen las 150 hectáreas (óptimo 50 ha) [Ginzburg *et al*., 2012]; y ser habilitadas en contra de la pendiente del relieve. En forma específica, las normas para el diseño de plantación y selección de especies son:

- Distanciamiento: El espaciamiento entre plantas en la hilera varía entre 1,5 y 2,5 m. y entre hileras de 2 a 3 m, en base a la densidad que se desee obtener.

- Número de hileras: Dependerá de la intensidad de protección que se requiera. Junto al distanciamiento, la hilera determinará la permeabilidad de la cortina. Varía entre 1 y 4 hileras, siendo las más comunes las de dos hileras, en tresbolillo, perpendiculares a la dirección predominante del viento.

- Densidad de la cortina: La densidad de la cortina (número de plantas por unidad de superficie) y el tipo de plantas (árboles, arbustos, altura, hojas caducas, hojas perennes, etc.) determina la permeabilidad de la cortina. Las cortinas deben disminuir la velocidad del viento y no intentar detenerlo. En cortinas muy densas el flujo de aire se eleva rápidamente, pero al traspasar la cortina, provocará fuertes turbulencias detrás de éstas, en lugar de dar protección. Cortinas con muy baja densidad y muy porosas no opondrán mayor resistencia y la velocidad del viento no disminuirá lo necesario.

- Plantación de las cortinas: La plantación de cortinas tiene distintas etapas: diseño, preparación del terreno, control de malezas, plantación, reposición de fallas y mantenimiento. La cortina se ubicará alrededor del cultivo o lote que se quiere proteger, de acuerdo a los vientos predominantes. Los vientos más frecuentes en la provincia son los de dirección N-S, por lo que se sugiere como orientación de las cortinas principales el sentido E-O, a no más de 500 m y cortinas secundarias en sentido N-S, distanciadas a menos de 1000 m. La altura de las plantas es un factor importante en cuanto a la distancia de protección, con un máximo de tres a cinco veces la altura de los árboles.

- Especies utilizadas: En nuevas habilitaciones de tierras se recomienda el uso de fajas de monte nativo como cortina. En cortinas implantadas la utilización de nativas, algarrobo blanco, lapacho y quebracho colorado pueden ser alternativas interesantes, asociadas a exóticas de mayor velocidad de crecimiento. Las especies a seleccionar dependerán de la zona. En la región húmeda (4 y 5) se han obtenido buenos resultados con cortinas de bambú (*Bambusa vulgaris, Bambusa tuldoides* y *Guadua chacoensis*), por su velocidad de crecimiento y posibilidades de uso de las cañas. La exótica más utilizada es la casuarina (*Casuarina cunnighamiana*), por su adaptación a diferentes condiciones de clima, suelo y velocidad de crecimiento; existiendo algunas cortinas de grevillea (Figura 10) y otras especies.

Equipos necesarios: Arado de disco; rastra de disco; otros implementos para preparación de la cama de siembra; pala de punta para la plantación de plantines. La disponibilidad de un tanque aguatero para riego eventual en casos de severo estrés hídrico, aseguraría la implantación con bajos números de fallas.

Mantenimiento: Durante los primeros 2 o 3 años: control de malezas; conducción y poda de formación. En caso de presencia de animales se debe asegurar la clausura de la cortina durante este período.

Figura 10. Cortinas de Grevillea. Colonia Punta Guía del Departamento Pilcomayo. Formosa.

8. Nombre de la práctica: Asociación grano/pastura (maíz/brachiaria)

Definición: Ocupación simultanea del sitio por parte de un cultivo de grano y una forrajera (Figura 11).

Objetivo: Si bien la práctica tiene múltiples objetivos, el principal es aumentar la cobertura del suelo y mejorar el balance de materia orgánica mediante el aporte de materia seca.

Condiciones para su aplicación: Es aplicable en las zonas húmedas y subhúmedas. Con distintas variantes en las especies utilizadas. Especialmente recomendada para suelos con estados de degradación física: compactación, planchado, voladura, entre otros; y/o química asociada a pérdidas de rendimientos. En la región semiárida (Región 1) se encuentra limitada, en condiciones de secano.

Superficie estimada de aplicación: La práctica es incipiente y se estima que actualmente no supera las 1100 ha.

Normas técnicas: La asociación puede implantarse mediante el sistema de siembra convencional o con siembra directa. Los integrantes pueden sembrarse al mismo tiempo, con semillas mezcladas en la línea, o bien separadas en líneas alternadas. Otra opción es realizar la siembra diferida; sembrar el cultivo de grano y aproximadamente a los 20 días el forraje. La decisión está sujeta a la maquinaria disponible, la fertilidad del lote y la intención de aplicar o no herbicidas para retardar el crecimiento de la especie forrajera, entre otras variables.

Las especies de grano más utilizadas son maíz, sorgo y soja entre otras. Las forrajeras pertenecen al género Brachiaria: *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens* o *B. ruziziensis*. Se utilizan también megatérmicas del género *Panicum* como gatton panic y mombaza. Se han obtenido muy buenos resultados con la asociación de maíz y B. ruziziensis sembrada entre líneas. Esta última tiene raíces que pueden profundizar a más de un metro, originando un reciclado de nutrientes profundos, al mismo tiempo que un mejoramiento de las condiciones físicas del suelo. Proporciona también un excelente forraje, con niveles de proteínas mayores a 12 %. Ante las distintas posibilidades de asociación, se tomará como base a la de maíz-brachiaria, debiéndose analizar las particularidades de cada asociación. Sembrar con una densidad de 6 kg/ha de semilla de *Brachiaria sp*., a una profundidad normal de 3 cm. Como ya se mencionó, la implantación del sistema puede variar en base a diversos factores, entre ellos, la disponibilidad de herramientas. Si se posee *e.g.* una sembradora con cajones sembradores a 52 cm, una alternativa viable es usar un cajón para maíz y uno para brachiaria en forma alternada modificando los discos dosificadores, en caso de que éste sea el sistema de distribución de semilla. Otra alternativa más sencilla es sembrar el maíz, y diferido dos o tres semanas, sembrar al voleo la forrajera.

Las megatérmicas forrajeras, debido a su metabolismo de C4 presentan altas tasas de crecimiento en situaciones de irradiancia elevada, por lo cual para que la asociación sea exitosa y la productividad del cultivo de grano no decaiga, en muchos casos será necesario disminuir la competencia entre grano y forraje. Como alternativa interesante, sembrar la simiente de la forrajera a 10 cm de profundidad, retrasando así la emergencia de esta última unos 14 días. En el caso de la asociación de maíz con B. ruziziensis, esta última presenta una baja competencia debido a su crecimiento más lento. En particular, si se trabaja sobre suelos fértiles, el maíz escapa de la

competencia. Contrariamente, si no hay un buen desarrollo inicial del mismo, será necesario frenar el crecimiento de la forrajera con herbicidas.

La aplicación de herbicidas de preemergencia puede afectar el establecimiento de las forrajeras, por lo cual se recomienda el uso de herbicidas de postemergencia. Entre estos se puede usar Atrazina (perteneciente al grupo de las Triazinas). En dosis de 1000 a 1500 g de principio activo (p.a) por hectárea, sólo controlará malezas de hoja ancha y no afectará a la implantación de Brachiaria. La aplicación de productos del grupo de las sulfonilúreas (Nicosulfuron, Foramsulfuron, etc.), controlarán la competencia de gramíneas no deseadas. Se debe tener especial cuidado con sus dosis de aplicación, ya que serán quienes retrasen la competencia de Brachiaria; *e.g*. para Nicosulfuron, a modo orientativo se sugiere no superar los 8 g (p.a.)/ha. El momento de aplicación es entre V4 y V5 del maíz. Las fertilizaciones y aplicaciones sanitarias se harán sobre la base del cultivo de maíz. No debe retrasarse la cosecha del maíz. Una vez que las hojas comienzan a secarse se acelera el crecimiento de la forrajera, lo cual puede llegar a dificultar la cosecha.

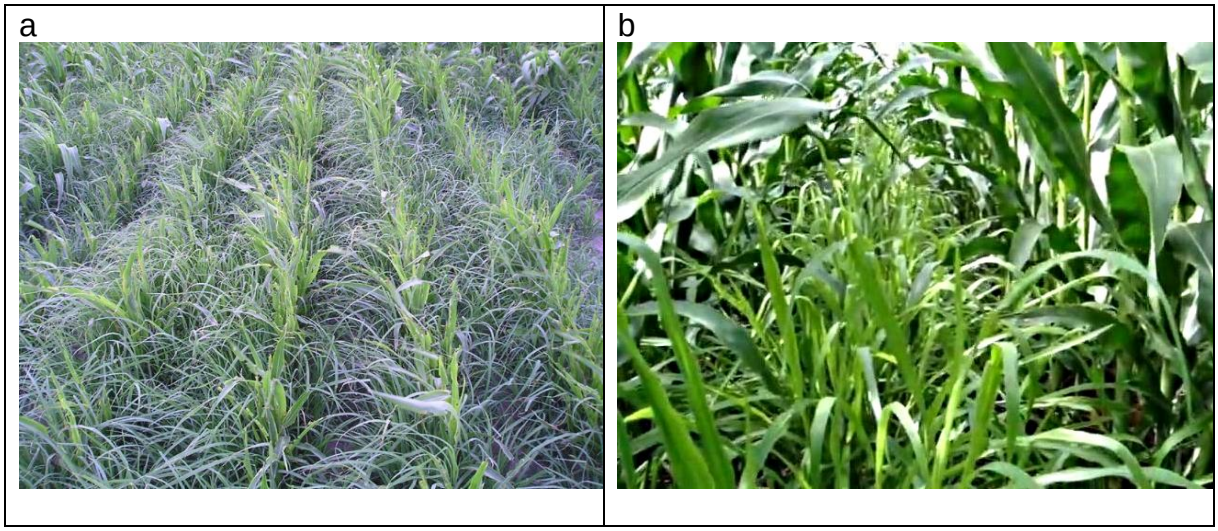

Figura 11. a) Asociación de sorgo y grama, y b) maíz y brachiaria.

Equipos necesarios: Varían según se realice siembra convencional o directa. En general: rastra de discos, sembradora convencional o de directa. Pulverizadora autopropulsada (preferible por la altura de trabajo) o de arrastre.

Mantenimiento: La práctica no requiere mantenimiento.

9. Nombre de la práctica: Enriquecimiento del bosque nativo para restauración de áreas degradadas del Oeste

Definición: El enriquecimiento del bosque nativo es una práctica para la recuperación de bosques degradados donde la regeneración natural de las especies deseadas es poco viable (Figura 12 a y b).

Objetivo: Detener y revertir la degradación de bosques nativos en áreas con alto riesgo de degradación físico-química de suelos, erosión y/o desertificación.

Condiciones para su aplicación: La práctica es aplicable en todo el territorio; especialmente recomendada para las regiones semiárida y subúmeda.

Superficie estimada de aplicación: 10.500 ha.

Normas técnicas: La secuencia técnica se inicia con la planificación del enriquecimiento, el método a seguir y las especies a utilizar. Según Brassiolo y Grulke, (2015), existen tres métodos de enriquecimiento:

- En líneas: Es el método más frecuente, consistiendo en la apertura de líneas de 3-4 m de ancho cada 20 a 25 m. La densidad de plantación es de 100 a 250 plantas/ha (en función de las especies y estructura del bosque a restaurar) y el espaciamiento en la línea de 4 a 5 metros.

- En bosquetes: La plantación se realiza en claros del bosque que deben realizarse con tal propósito. No utilizar claros preexistentes si no se tiene seguridad sobre su origen. Densidad de plantación al igual que el de línea.

- En fajas: Apertura de fajas de 20 m de ancho cada 25 m. Densidad de plantación de 200 a 300 plantas/ha. Para algarrobo se sugiere un diseño de 4 x 5 m (Figura 12 c).

En base al sistema seleccionado se realizará la limpieza de la línea, faja o bosquete. De ser posible se debe trabajar en sentido Este – Oeste para lograr una mayor exposición solar. Eliminar toda la vegetación, leñosa y herbácea, con excepción de árboles de aprovechamiento futuro y ejemplares de interés como “árboles semilleros”.

Las especies más utilizadas, hasta el momento en Formosa, son algarrobo blanco y negro. Es factible la utilización de otras especies como: quebracho colorado, quebracho blanco e Itín (*Prosopis kuntzei*), entre otras, por su adaptabilidad a situaciones semiáridas, suelos pobres, rusticidad y alto valor maderero; no obstante, las experiencias con las mismas son escasas.

La plantación se realiza con plantines de origen conocido, en envase, con al menos dos años de vivero y rustificados, su altura no debe ser inferior a 50 cm (se aconseja no más de 1 metro). Tener en cuenta que la competencia por la luz es un factor fundamental para el desarrollo de las futuras plantas. En sistemas en línea y fajas, de ser necesario, se debe despejar el dosel podando ramas de árboles laterales.

Equipos necesarios: Los equipos varían en función del tipo de bosque preexistente y el sistema de enriquecimiento elegido. En general será necesario contar con: un tractor con pala frontal o topadora forestal, rastra de discos pesada, rolo, motosierras, palas de mano, mochila pulverizadora (si va a realizar control químico de malezas).

Mantenimiento: El mantenimiento es de suma importancia para el éxito de esta práctica. Casi la totalidad de los fracasos de la misma se deben al no seguimiento de estas normas. Durante los tres primeros años deben realizarse las siguientes tareas:

Año 1: Eliminar la competencia en el área de plantación al menos dos veces al año (primavera / verano / otoño). Establecer la clausura para animales. Al finalizar el primer año de crecimiento reponer fallas de plantación.

Año 2: Eliminar la competencia dos veces al año. Mantener la clausura.

Año 3: Eliminar la competencia a mediados de primavera. Mantener la clausura. Realizar poda de formación (si corresponde a la especie). Ralear si es necesario.

Figura 12. a) Monte nativo degradado, zona extremo oeste, b) monte nativo en estado avanzado de degradación, y c) monte enriquecido en fajas con algarrobo blanco. El Quebracho. Formosa.

10. Nombre de la práctica: Cultivos de cobertura

Definición: Se define como cultivo de cobertura (CC) a todo aquel que se siembre entre dos cultivos sucesivos, sin tener un valor económico en sí mismo, pero que agrega valor al cultivo siguiente, que es el de interés económico.

Los CC son sembrados entre dos cultivos de cosecha y no son incorporados al suelo (a diferencia de los abonos verdes), pastoreados (a diferencia de los verdeos) o cosechados. Los residuos de los CC quedan en superficie, liberando los nutrientes contenidos en la biomasa vegetal al descomponerse (Ruffo y Persons, 2004).

Objetivo: Controlar la erosión, mejorar la estructura del suelo y reducir la compactación, incrementar el contenido de carbono y nitrógeno en el suelo, controlar malezas, minimizar la lixiviación de nutrientes, fijación biológica de nitrógeno, y aumento de la biodiversidad edáfica (Álvarez *et al.,* 2012). En base al objetivo buscado se seleccionará la especie a utilizar como CC.

Condiciones para su aplicación: En la Provincia de Formosa los cultivos de cobertura son empleados generalmente en invierno, después del algodón, maíz, sorgo, entre otros. Su utilización actual es escasa; no obstante, son altamente recomendables en todo el territorio provincial con agricultura en secano, en general, para la zona Húmeda y Subhúmeda, y en particular, para las zonas Centro, Este y Subtropical Norte. Los CC no implican grandes gastos de implantación y producen múltiples beneficios. Las especies a utilizar están fuertemente condicionadas por las condiciones edafoclimáticas y los objetivos particulares del CC.

Superficie estimada de aplicación: 2.500 ha.

Normas técnicas: Las mismas son de carácter general y deberán adecuarse a las particularidades de cada especie (Figura 13), a saber:

- Profundidad de siembra: Se debe sembrar a 2 cm por debajo de la línea de humedad. Un cultivo de cobertura, que emerge uniforme, es garantía de éxito. Hay que evitar sectores sin sembrar, dado a que a través de la entrada de luz promocionan el desarrollo temprano de diferentes malezas e insectos que luego ocasionan perjuicios en el cultivo a implantar.

- Densidad: En general para especies forrajeras como el *Melilotus albus*, gatton panic, V*icia villosa*, avena sativa; se utiliza de 5 a 8 kg de semillas por hectárea, dependiendo del grado de cobertura a lograr. En el caso de especies de cultivos extensivos, utilizados como CC (sorgo, maíz) se considera unas 20 a 30 plantas/m^2.

- Control de malezas: Revisar periódicamente los lotes de tal manera de controlar la invasión por hierbas no deseadas.

- Tratamiento de la semilla: La adición de curasemillas, microelementos y fertilizantes biológicos, es una práctica de gran impacto y retorno en los cultivos de cobertura (Garnero, 2015). Tal es el caso del *Melilotus albus* (trébol de olor blanco), inoculado previamente a su siembra para garantizar la absorción de N.

- Además se puede mencionar que los CC pueden crecer:

✓ Intercalados con cualquier otro cultivo. Por ejemplo, los géneros *Mucuna sp. y Canavalia sp*. pueden intercalarse con maíz o mandioca (yuca).

✓ En campos en barbecho. Especies que puedan sobrevivir en suelos muy pobres. Tal es el caso de la Provincia de Formosa donde se utilizan especies como: *Melilotus albus, Sorghum technicum, Vicia sp*., o también árboles particularmente resistentes: *Leucaena sp*., *Prosopis sp*.

✓ Durante la temporada seca y sembrarse después de los cultivos regulares de algodón y maíz.

- ✓ Bajo árboles frutales, forestales o cualquier cultivo perenne. En este caso, se seleccionan especies particularmente tolerantes a la sombra, (gatton panic, *Brachiaria brizantha*).

- ✓ En suelos extremadamente ácidos donde se recomienda el uso del frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) [Bunch, 2004] o *Melilotus albus* en suelos con problemas de sales, también con buenos resultados.

Equipos necesarios: En caso de incorporar cultivos de cobertura luego de la cosecha de un cultivo extensivo (algodón, maíz, sorgo, etc.), el suelo no requiere de mayor preparación y la siembra puede realizarse en forma mecánica o manual. Próximo a la localidad de Ibarreta (zona Centro), se han realizado siembras aéreas de avena sobre rastrojos de sorgo y maíz. Si la siembra se realiza en lotes abandonados, se recomienda realizar una pasada de arado de disco y cincel.

Mantenimiento: La implementación de los CC no debe requerir mucha inversión en costo y en tiempo, pero sí se debe garantizar el crecimiento y desarrollo, de tal manera que se logre la resiembra del mismo durante los años. Por ejemplo, en el caso del *Melilotus albus,* gatton panic, grama rodhes, las semillas para la primer siembra deberán ser sembradas a razón de 5 a 8 kg/ha, dependiendo del grado de cobertura a lograr, luego de cumplir con su ciclo de crecimiento y desarrollo da lugar a una resiembra natural.

Figura 13. Cobertura de *Melilotus sp*. Colonia 4 Vientos, Buena Vista. Formosa.

Bibliografía

Álvarez C.; A. Quiroga; D. Santos; M. Bodrero. 2012. Contribuciones de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción. Ediciones INTA. 170 pp.

Anaya M. y Martínez J. 2007. Manual sistemas de captación y aprovechamiento del aguade lluvia para uso doméstico y consumo humano en América Latina y El Caribe. Colegio de Postgraduados. Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia –CIDECALLI -, México.156 pp.

Baridón, E. Casas, R.R. 2014. Quality indicators in subtropical soils of Formosa, Argentina: Changes for agriculturization process. DOI: 10.1016/S2095-6339(15)30054-X.

Brassiolo, M. y Grulke M. 2015. Manejo de bosques nativos de la Región Chaqueña. 1a ed. - Reconquista: REDAF, 2015. ISBN 978-987-29208-1-4. 97pp.

Bunch, R. 2004. LEISA ¨Revista de Agroecología¨.Vol. 19- Nº 4. Pág. 11.

Centro de Validación de Tecnologías Agropecuarias (CEDEVA) – Laguna Yema. Gobierno de Formosa.

Díaz Zorita, M.; G. Duarte; and J. Grove. 2002. A review of no- till systems and soil management for sustainable crop production in the subhumed and Semiarid Pampas of Argentina. Soil Till. Res. 65:1-18.

Ginzburg, R.G.; Torrella, S.A; Adámoli, J.M. 2012.¨Las cortinas forestales de bosque nativo, ¿Son eficaces para mitigar los efectos de la expansión agrícola?. Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes 3:34-42- Diciembre.

Granero, G. 2015. Experiencias en cultivos de cobertura a campo. Aapresid, 6 de febrero.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1999. Carta de Suelos de la República Argentina.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2014. AVANCES EN LA SILVICULTURA DEL ALGARROBO BLANCO. Taller Establecimiento de Plantaciones de Algarrobo Blanco. Resistencia, Chaco, 7 y 8 de octubre.

Nasr, M. 1999. Assessing Desertification and Water Harvesting in the Middle East and North Africa: Policy Implications, ZEF – Discussion Papers On Development Policy No.10, Center for Development Research, Bonn, Germany. Pp. 59.

Ruffo, M.L. y Parsons, A.T. 2004. Cultivos de cobertura en sistemas agrícolas. Publicado en Informaciones Agronómicas del Cono Sur, Nº2. Marzo.