

**Informe “Recomendaciones en relación a la recurrencia de tormentas  
de polvo en rutas de Córdoba y  
Propuesta de Franjas Forestales de Caminos para Múltiples Beneficios  
Ecosistémicos en la Provincia de Córdoba”  
- Dirigido a las autoridades provinciales y nacionales -**

**Elaborado y presentado en conjunto por:  
Foro Ambiental Córdoba [www.foroambientalcba.org.ar](http://www.foroambientalcba.org.ar)  
Núcleo DiverSus de Investigaciones en Diversidad y Sustentabilidad [www.nucleodiversus.org](http://www.nucleodiversus.org)  
Colectivo por el Bosque Nativo  
Grupo Intercuencas Sostenibles**

Trece copias de este informe fueron presentadas el 14 de febrero de 2012 a nombre de:

- Dr. José Manuel De la Sota, Gobernador de la Provincia de Córdoba. SUAC Sticker: 036106001312
- Dr. Oscar González, Ministro Jefe de Gabinete. SUAC Sticker: 036122001012
- Ing. Hugo Testa, Ministro de Infraestructura. SUAC Sticker: 035544024612
- Cr. Manuel Calvo, Ministro de Agua, Ambiente y Energía. SUAC Sticker: 035622024112
- Cr. Néstor Scalerandi, Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentos. SUAC Sticker: 035921027012
- Crio. Gral. Alejo Paredes, Ministro de Seguridad. SUAC Sticker: 036127001212
- Dr. Carlos Eugenio Simon, Ministro de Salud. SUAC Sticker: 036129001012
- Lic. Darío Sbarato, Secretario de Ambiente. SUAC Sticker: 035114053612
- Ing. Raúl Bértola, Presidente de la Dirección Provincial de Vialidad. SUAC Sticker: 035575045512
- Ing. Raúl O. Daruich, Jefe del 2º Distrito de la Dirección Nacional de Vialidad. Mesa de Entradas: Folio 246 Letra NV N° 301
- Ing. Agr. Emilio Severina, Director del Centro Regional Córdoba del INTA. Mesa de Entradas.
- Ing. Agr. Marcelo Tolchinsky, Director de la Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez del INTA. Mesa de Entradas del Centro Regional Córdoba.
- Ing. Agr. Enrique Ustarroz, Director de la Estación Experimental Agropecuaria Manfredi del INTA. Mesa de Entradas del Centro Regional Córdoba.

Ante la problemática de tormentas de polvo existentes en la Provincia de Córdoba y su incidencia en la seguridad vial, la salud, los suelos y el ambiente en general, desde el Foro Ambiental Córdoba, el Núcleo DiverSus de Investigaciones en Diversidad y Sustentabilidad, el Colectivo por el Bosque Nativo y el Grupo Intercuencas Sostenibles elaboramos y acordamos las siguientes recomendaciones dirigidas a las autoridades de la Provincia de Córdoba, la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA):

- Que el Estado Provincial encare la solución de fondo al problema que pasa por la conservación de bosques nativos según lo contemplado en el proyecto de la Comisión de Ordenamiento Territorial del Bosque Nativo (COTBN), dado que las tormentas de polvo son una manifestación de la erosión eólica producida por el viento ante la falta de cobertura vegetal del suelo.
- Que el Estado Provincial, el INTA y las entidades del agro fomenten un manejo adecuado de suelos, la siembra de pasturas perennes y cultivos de invierno para disminuir la erosión eólica, y la implantación de barreras forestales protectoras entre los campos según la composición de especies nativas recomendadas en la Propuesta de Franjas Forestales de Caminos para Múltiples Beneficios Ecosistémicos en la Provincia de Córdoba.

- Que el Estado Provincial y el INTA trabajen en la elaboración de un mapa de riesgo de voladura de suelos para determinar los puntos más sensibles a la erosión eólica y su incidencia en las rutas según la dirección de los vientos más violentos.
- Que el Estado Provincial impulse la puesta en funcionamiento del radar Doppler de uso meteorológico, a ser instalado en la Facultad de Matemática, Astronomía y Física (UNC).
- Que la Policía Caminera desarrolle un protocolo de actuación ante el pronóstico de tormentas de polvo, previendo también la estacionalidad de los fenómenos climáticos.
- Que el Estado Provincial y la DNV trabajen con los conductores de vehículos de dos maneras: a través de la entrega de folletería en los peajes en los momentos de mayor riesgo, y del uso de cartelería estática en los tramos más peligrosos, advirtiendo el riesgo de disminución de visibilidad por tormentas de polvo.
- Que el Estado Provincial desarrolle un protocolo de emergencias médicas ante accidentes de tránsito con muchas víctimas, para maximizar el número de sobrevivientes y con la mejor condición sanitaria posible, y que de dicho protocolo participen, además de las autoridades sanitarias municipales y provinciales, la Policía, Defensa Civil, Bomberos, Vialidad y el Servicio Meteorológico.
- Que el Estado Provincial, la DNV y el INTA promuevan la implantación de barreras forestales protectoras constituidas por especies nativas, que además de contener el viento pueda brindar múltiples beneficios ecosistémicos, lo cual está desarrollado en el siguiente capítulo elaborado por el Núcleo DiverSus.

## Propuesta de Franjas Forestales de Caminos para Múltiples Beneficios Ecosistémicos en la Provincia de Córdoba



La siguiente propuesta fue elaborada por el Núcleo DiverSus de Investigaciones en Biodiversidad y Sustentabilidad a pedido del Foro Ambiental Córdoba. **Para su desarrollo se organizó un taller, que se reunió el día 01/08/2011 en la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba.** Siguiendo la metodología de Grupo Focal, un grupo de personas con áreas de especialidad diferentes se reunió para abordar una pregunta bien definida.

### Composición del grupo focal:

Coordinadores: Sandra Díaz<sup>1,2,3,4</sup>, Lucas Enrico<sup>1,2,4</sup>

Participantes: Daniel Cáceres<sup>1,3,5</sup>, Angélica Chebel<sup>6</sup>, Ana M. Cingolani<sup>2,3,4</sup>, Anibal Cuchiatti<sup>2,3,6</sup>, Diego Gurvich<sup>2,3,4</sup>, Federico Kopta<sup>6</sup>, Rafael Kopta<sup>7</sup>, José M. Menna<sup>8</sup>, Joaquín L. Navarro<sup>9</sup>, Gustavo E. Re<sup>8</sup>, Paula Tecco<sup>2,3,4</sup>, Carlos Urcelay<sup>1,2,3,4</sup>, Eugenia Vidallé<sup>10</sup>.

<sup>1</sup>Núcleo DiverSus, <sup>2</sup>IMBIV, <sup>3</sup>CONICET, <sup>4</sup>FCEfyN (UNC), <sup>5</sup>FCA (UNC), <sup>6</sup>Foro Ambiental Córdoba, <sup>7</sup>Fundación ACUDE - Ambiente, Cultura y Desarrollo, <sup>8</sup>Cátedra de Espacios Verdes, FCA (UNC), <sup>9</sup>Proyecto Sustentabilidad Ambiental, Subsecretaría de Vinculación con la Comunidad, SEU (UNC), <sup>10</sup>Fundación Elipse.

Pregunta focal sobre la cual se trabajó y a la cual pretende responder este Informe:

**¿Qué combinación de especies resulta más adecuada para la forestación de caminos, para amortiguar la velocidad del viento y su arrastre de partículas en suspensión, como así también generar otros beneficios ambientales y sociales?**

Como bases para la resolución de este interrogante se tomaron:

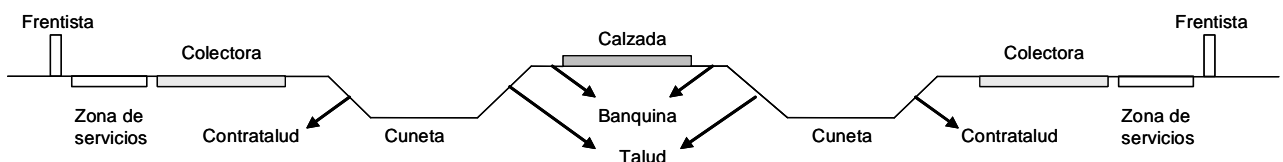
1. **Las normas y prácticas vigentes de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV)** -que es la autoridad que rige la delimitación y manejo de rutas y zonas de camino de jurisdicción nacional- y la Ley Nacional de Tránsito N° 24.449/1994.
2. El **enfoque de la biodiversidad funcional**, aportado por el Núcleo DiverSus. En este caso particular, el enfoque consiste en partir de los beneficios ecosistémicos específicos que se pretende obtener, de allí se pasa a identificar qué características morfológicas y funcionales deberían tener las plantas para brindarlos y finalmente se analiza cuáles son las especies concretas que portan dichas características y qué otros aspectos positivos o negativos presentan estas especies.
3. El documento **“Estrategias de Forestación en la Provincia de Córdoba: Conclusiones”** (Navarro 2011, ver referencia completa al final del documento).

El Grupo Focal destacó que, dado que la erosión eólica es producida por el viento ante la falta de cubierta vegetal del suelo, **la solución de fondo al problema de la falta de visibilidad en rutas por polvo en suspensión pasa por la conservación y recuperación de bosques nativos, el fomento de un manejo adecuado de los suelos y la implantación de barreras forestales protectoras dentro de los establecimientos agrícolas.** Sin embargo, la forestación con criterio ecológico en los caminos constituye no sólo un paliativo del problema del polvo en suspensión hasta tanto estas medidas de fondo sean implementadas, sino que también, en sí misma, crea una serie de beneficios adicionales.

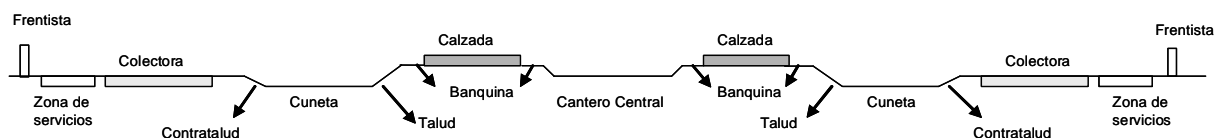
## ¿En qué sectores del camino se puede forestar?

La zona de camino va de alambrado a alambrado. La distancia que debe respetarse entre la calzada y el alambrado varía según las circunstancias y es establecida por la Dirección Nacional de Vialidad. Una vez construido el camino, la DNV es la encargada de su mantenimiento, mientras que de acuerdo al código civil, los frentistas son los responsables por el mantenimiento de los alambrados. Dentro de la zona de camino hay diferentes sectores (Fig. 1). La banquina, los taludes y la cuneta no deben forestarse, por razones de seguridad vial y mantenimiento del perfil transversal. La cuneta se puede forestar excepcionalmente cuando no se interfiera con el drenaje hídrico. En el contratalud se pueden colocar especies que no presenten troncos de gran diámetro que pudieran representar un peligro para los usuarios. Entre el contratalud y el alambrado se suele dejar un espacio (colectora) para la circulación de maquinaria de los frentistas, que no debe ser forestado. También existe una franja para el paso de los servicios, que en algunos casos puede ser forestada, dependiendo de si el paso de los servicios es aéreo o subterráneo y del porte de las especies a plantar. En autopistas y autovías hay además un cantero central, entre ambas calzadas, en el que pueden implantarse arbustos que no representen un obstáculo riesgoso a la seguridad vial (deben tener fustes de poco diámetro). Asimismo, estos arbustos brindan múltiples beneficios viales, tales como evitar el encandilamiento en curvas, o impedir los cruces ilegales a nivel de una calzada a la contraria.

(A)



(B)



**Figura 1.** Corte esquemático de rutas de (A) una calzada, o (B) dos calzadas (autopista o autovía). La zona de camino va de un alambrado a otro (cortesía E. Vidallé).

## Forestando los caminos: ¿especies ideales o combinaciones de especies?

Las características de la especie ideal para cortinas forestales en caminos son:

- Buen desarrollo en altura.
- Copa estructuralmente compleja desde el borde superior del follaje hasta el piso, para maximizar la intercepción de agua y partículas.
- Follaje persistente durante la época seca.
- Sistema de raíces con importante desarrollo horizontal y vertical; lo primero para retener suelo y lo segundo para mayor anclaje del árbol adulto.
- Fuste de un diámetro y flexibilidad tal que, en caso de producirse un accidente de tránsito, haya menor probabilidad de lesiones graves a las personas accidentadas.
- Ramas que no se desgajen con facilidad (para evitar accidentes) y que no requieran poda.
- Follaje que interfiera lo menos posible con el tendido de servicios (por ejemplo cables).
- Rápido crecimiento.
- Longevidad.
- Tolerancia y/o resistencia a sequías, inundaciones, heladas, enfermedades.
- Tolerancia a crecer sin la protección de nodrizas (plantas mayores que las protegen en etapas tempranas de su ciclo de vida).
- Tolerancia y/o resistencia a daños mecánicos (por ejemplo, capacidad de rebrotar luego de ser dañada por una desmalezadora).
- Provisión de hábitat y otros recursos (p. ej. néctar, frutos) para la fauna nativa.
- Baja inflamabilidad.
- Mínimo mantenimiento posterior a la implantación.
- Nativa del lugar donde se implantará.

Resulta evidente que ninguna especie individual puede cumplir con todos los requisitos y que sólo una combinación de varias especies podría reunir un número razonable de los mismos. **Por ello, se propone forestar los caminos con franjas de tres estratos –arbóreo, arbustivo y herbáceo- cada uno formado por varias especies, con alta preferencia por especies nativas de la Provincia de Córdoba.** Las **combinaciones de múltiples especies** logran un mejor resultado en cuanto a los criterios enumerados más arriba que cortinas arbóreas de una sola especie. Además, estas asociaciones de especies, particularmente cuando están formadas por **especies nativas**, presentan el “**valor agregado**” de los siguientes beneficios:

- Proveen beneficios ambientales adicionales a la amortiguación de viento y arrastre de partículas, como por ejemplo favorecer la biodiversidad al funcionar como refugio y corredor para la fauna nativa, y al ayudar al establecimiento espontáneo de otras especies vegetales nativas.
- Son más resistentes o resilientes (o sea, sobreviven mejor o se recuperan mejor) ante condiciones ambientales desfavorables como sequías extremas, heladas tardías o de frecuencia

mayor a la habitual, tormentas violentas, incendios, plagas y pestes. También, por su porte, arquitectura y características de leño, presentan menor riesgo para los usuarios en caso de tormentas violentas. Cabe aclarar que todas estas consideraciones son particularmente relevantes bajo un escenario de cambio ambiental global para las próximas décadas.

- Proveen beneficios sociales y culturales. Por ejemplo, su floración favorece la producción de miel en áreas donde la intensificación agropecuaria ha hecho disminuir esta actividad económica. Manejadas de un modo controlado y cuidadoso, también pueden proveer una cierta cantidad de material combustible sin sufrir daño significativo. También contribuyen a la educación ambiental de la población y a valorizar la identidad paisajística regional.

- Pasada la etapa crítica de implantación (ver más abajo), estas comunidades se autoperpetúan y enriquecen por sí mismas, sin necesidad de insumos externos.

O sea, se plantea implantar (y en algunos casos restaurar) **combinaciones vegetales con beneficios múltiples (en adelante, CVBM)**.

Es importante destacar que las especies nativas, en especial las arbóreas, si bien crecen más lentamente y suelen alcanzar un porte menor que algunas de las especies exóticas tradicionalmente utilizadas en cortinas forestales (p. ej. pinos, eucaliptos, olmos, álamos), compensan esto con creces a través de los beneficios enumerados más arriba, sobre todo si se piensa en el mediano a largo plazo.

## **¿Cómo construir y favorecer las combinaciones vegetales con beneficios múltiples?**

A fin de realizar propuestas concretas de especies para constituir las combinaciones vegetales de beneficios múltiples (CVBM), se partió de Navarro (2011) en cuanto a listas de especies recomendadas y no recomendadas para reforestación, como así también de los criterios generales de evitar en lo posible la utilización de especies exóticas con potencial de invasión alto o poco conocido. Sobre estas bases, se realizaron algunas modificaciones y adiciones de especies (principalmente arbustivas y herbáceas), para responder mejor al objetivo concreto a abordar.

A continuación se realizan algunas consideraciones ecológicas básicas a tener en cuenta para la implantación exitosa y con mínimo riesgo de combinaciones de especies, se detallan las especies adecuadas para distintas situaciones y finalmente se realizan recomendaciones prácticas en cuanto a la implantación y mantenimiento de las mismas.

### **Consideraciones ecológicas básicas**

**Al implantar las CVBM, es importante tener en cuenta que no todas pueden vivir juntas y no todas pueden ser plantadas directamente sobre el terreno denudado.** Algunas especies son alelopáticas (o sea, impiden activamente el crecimiento de otras especies debajo de ellas). Otras son fuertemente heliófilas (no toleran la sombra) y por lo tanto no deben ser plantadas debajo de otras especies o, de lo contrario, se debe elegir cuidadosamente la orientación, para garantizar una máxima exposición solar. Muy ligado a esto está el hecho de que algunas especies son más pioneras, o sea se implantan al principio del proceso de recolonización de sitios denudados por

parte de la vegetación, mientras que otras son más tardías, es decir, aparecen sólo cuando otras especies han creado un microclima más favorable, por ejemplo que las resguarde de los rayos solares y la desecación. Por ejemplo, el espinillo (*Acacia caven*), la tusca (*Acacia aroma*) y la brea (*Cercidium praecox*) son especies pioneras que requieren de mucho sol. Por el contrario, el quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) es una especie tardía, que no prospera si no se la planta al abrigo de vegetación preexistente (ver Tabla 1 por recomendaciones específicas).

**No hay una única combinación ideal de especies para todos los sitios y situaciones.** Los rangos de tolerancia ecológica y climática difieren entre especies y deben ser tenidos en cuenta para que las plantas puedan expresarse en todo su potencial de crecimiento o, al menos, sobrevivan. Por ejemplo, no todas las especies toleran igualmente la sequía, las heladas, las condiciones de inundación, los suelos compactados o rocosos. Por ello, en la sección siguiente y particularmente en la Tabla 1, se recomiendan CVBM específicas para diferentes zonas de la Provincia de Córdoba, como así también para diferentes situaciones topográficas y de uso (por ejemplo, áreas rodeadas por agricultura intensiva, áreas propensas a inundarse, áreas destinadas al descanso y recreación de los usuarios).

**Las especies exóticas pueden ser invasoras y pueden causar importantes daños a la biodiversidad y cambios en el funcionamiento de los ecosistemas.** Se conocen numerosos casos de daño ambiental, económico y social, provocado por la invasión de especies exóticas. También se sabe que es difícil evaluar *a priori* el potencial invasor de las especies. Por ello, el trabajo de Navarro (2011) puso particular énfasis en evitar las especies exóticas, en particular las exóticas no sólo para Córdoba sino para Argentina y América Latina. La presente propuesta coincide con estos criterios generales y recomienda utilizar, en la medida de lo posible, sólo especies nativas de la Provincia de Córdoba. Se contemplan sin embargo dos excepciones: el aguaribay (*Schinus areira*), y el viscote o acacia visco (*Acacia visco*), ambas nativas de Argentina, pero no de Córdoba. Se las recomienda aquí sólo a los fines del uso específico planteado (CVMB en caminos), debido a su rápido crecimiento, rusticidad, sus caracteres altamente deseables como miembros de una cortina y su congruencia paisajística con la vegetación nativa. Si bien su capacidad de invadir ecosistemas cordobeses no se ha manifestado como problemática hasta ahora, como toda especie no nativa deben ser tratadas con precaución. Por ello, se las recomienda sólo para CVMB en caminos situados en áreas donde la vegetación nativa ha sido reemplazada casi totalmente por cultivos o pasturas artificiales (por ejemplo, la zona de más intensa actividad agropecuaria del centro-sur de la provincia), donde el riesgo de su posible expansión fuera del camino es mínimo. Dentro de estas áreas, se las recomienda especialmente para puntos críticos de máxima sensibilidad a la erosión eólica (por ejemplo, sitios con alta recurrencia de accidentes por tormentas de tierra, áreas cercanas a campos cultivados con maní, áreas de turbonadas frecuentes), donde la necesidad de contar con una barrera forestal es más urgente. No se recomienda la utilización de aguaribay o viscote para caminos de zonas serranas en particular o, en general, para cualquier área donde los caminos colinden con áreas de vegetación nativa (ver Tabla 1 por recomendaciones específicas).

## ¿Cuáles especies convienen y en qué lugares?

En la Tabla 1 se presenta un “menú” de especies apropiadas para la conformación de CVBM en diferentes zonas de la Provincia de Córdoba. La lista no es exhaustiva ni exclusiva, pudiendo por un lado agregarse especies nativas de la provincia y por el otro extrapolarse la fórmula a provincias vecinas, con las debidas adaptaciones a las condiciones climáticas y topográficas. Cabe aclarar también que la presente propuesta está sujeta a continuas actualizaciones, ya que la temática es nueva para nuestra provincia y la potencialidad de muchas especies nativas para franjas forestales de caminos está en etapas tempranas de investigación.

Las siguientes especies, por sus características funcionales y por ser nativas de la Provincia de Córdoba, serían altamente deseables para formar parte de las CVBM. Sin embargo, su propagación en la escala necesaria aún presenta problemas. Se las recomienda como prioritarias para investigaciones de germinación, propagación, implantación y producción a mediana o gran escala:

- *Zanthoxylum coco* (arbórea, para zona serrana)
- *Jodina rhombifolia* (arbórea, para zonas centro-sur y norte-oeste)
- *Tricomaria usillo* (arbustiva, para zona norte-oeste, incluyendo canteros centrales)
- Gramíneas nativas perennes de mediano a alto porte no contempladas en este documento



**Tabla 1.** Especies sugeridas para la conformación de combinaciones vegetales con beneficios múltiples (CVBM) en caminos de la Provincia de Córdoba. En cada casillero, las especies se mencionan en orden aproximado de preferencia. Préstese particular atención a las notas al pie. Por nombres populares de estas especies ver Tabla 2.

Zona		Estrato arbóreo alto	Estrato arbustivo y arbóreo bajo	Estrato herbáceo
Zona de intensa explotación agropecuaria del centro-sur	Entre contratalud y alambrado	<i>Prosopis alba</i> <i>Prosopis nigra</i> <i>Celtis ehrenbergiana</i> <sup>7</sup> <i>Salix humboldtiana</i> <sup>1</sup> <i>Schinus areira</i> <sup>2</sup> <i>Acacia visco</i> <sup>2</sup> <i>Sapium haematospermum</i> <sup>8</sup> <i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> <sup>3</sup>	<i>Geoffraea decorticans</i> <i>Parkinsonia aculeata</i> <i>Celtis ehrenbergiana</i> <sup>7</sup> <i>Ruprechtia apetala</i> <i>Aloysia gratissima</i> <i>Caesalpinia gilliesii</i> <i>Schinus fasciculatus</i> <i>Lycium cestroides</i> <i>Acacia caven</i> <sup>4</sup> <i>Acacia aroma</i> <sup>4</sup>	<i>Cortaderia spp.</i> <i>Jarava ichu</i> <i>Paspalum quadrifarium</i>
	Cantero central	-	<i>Baccharis salicifolia</i> <i>Aloysia gratissima</i> <i>Caesalpinia gilliesii</i> <i>Condalia spp.</i> <i>Acacia caven</i> <sup>4</sup> <i>Acacia aroma</i> <sup>4</sup>	<i>Cortaderia spp.</i> <i>Paspalum quadrifarium</i>
Zona norte y oeste	Entre contratalud y alambrado	<i>Prosopis chilensis</i> <i>Prosopis flexuosa</i> <i>Ziziphus mistol</i> <i>Schinopsis spp.</i> <sup>5</sup> <i>Celtis ehrenbergiana</i> <sup>7</sup> <i>Salix humboldtiana</i> <i>Myrcianthes cisplatensis</i> <i>Schinus areira</i> <sup>2</sup> <i>Acacia visco</i> <sup>2</sup> <i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> <sup>3</sup>	<i>Geoffraea decorticans</i> <i>Cercidium praecox</i> <i>Celtis ehrenbergiana</i> <sup>7</sup> <i>Prosopis torquata</i> <i>Aloysia gratisima</i> <i>Caesalpinia gilliesii</i> <i>Schinus fasciculatus</i> <i>Condalia microphylla</i> <i>Acacia aroma</i> <sup>4</sup> <i>Acacia caven</i> <sup>4</sup> <i>Capparis atamisquea</i>	<i>Trichloris crinita</i> <i>Trichloris pluriflora</i> <i>Cortaderia spp.</i> <i>Setaria spp.</i>
	Cantero central	-	<i>Baccharis salicifolia</i> <i>Aloysia gratissima</i> <i>Caesalpinia gilliesii</i> <i>Condalia microphylla</i> <i>Larrea divaricata</i> <i>Acacia caven</i> <sup>4</sup> <i>Acacia aroma</i> <sup>4</sup> <i>Capparis atamisquea</i>	<i>Trichloris crinita</i> <i>Trichloris pluriflora</i> <i>Cortaderia spp.</i> <i>Setaria spp.</i>
Zona serrana	Entre contratalud y alambrado	<i>Lithraea molleoides</i> <i>Schinopsis marginata</i> <sup>5</sup> <i>Polylepis australis</i> <sup>6</sup>	<i>Ruprechtia apetala</i> <i>Aloysia gratissima</i> <i>Flourensia spp.</i> <i>Geoffraea decorticans</i> <i>Celtis ehrenbergiana</i> <sup>7</sup> <i>Schinus fasciculatus</i> <i>Condalia spp.</i> <i>Acacia caven</i> <sup>4</sup>	<i>Cortaderia spp.</i> <i>Paspalum quadrifarium</i> <i>Jarava ichu</i> <i>Poa stuckertii</i> <sup>6</sup>
	Cantero central	-	<i>Baccharis salicifolia</i> <i>Aloysia gratissima</i> <i>Flourensia spp.</i> <i>Condalia spp.</i> <i>Acacia caven</i> <sup>4</sup> <i>Baccharis tucumanensis</i> <sup>6</sup>	<i>Cortaderia spp.</i> <i>Paspalum quadrifarium</i> <i>Jarava ichu</i> <i>Poa stuckertii</i> <sup>6</sup>

NOTAS:

<sup>1</sup>Especie con alto requerimiento de agua y tolerante a la inundación. Adecuada para sitios bajos, inundables o con alta disponibilidad de agua en movimiento.

<sup>2</sup>Especies no nativas de la Provincia de Córdoba. Recomendadas sólo para áreas donde la vegetación nativa ha sido reemplazada casi totalmente por cultivos o pasturas. Dentro de estas áreas, se las recomienda en particular para puntos críticos de máxima sensibilidad a la erosión eólica que necesitan ser forestados con mayor urgencia. No se las recomienda para zonas serranas en particular o en general para cualquier área donde los caminos colinden con áreas de vegetación nativa. Ver texto principal para mayor información.

<sup>3</sup>Si bien se trata de una especie altamente deseable para cortinas forestales protectoras de caminos, es de crecimiento lento y necesita la protección de otras especies durante sus etapas juveniles. Por ello, no se la recomienda como parte de la plantación inicial, sino en una segunda etapa, cuando ya se ha establecido un dosel arbustivo-arbóreo bajo el cual puede prosperar. Ver texto principal para mayor información.

<sup>4</sup>Especies fuertemente heliófilas (no toleran la sombra). Deben ser plantadas preferentemente con exposición norte (o en su defecto oeste) y no debajo de la sombra de otras especies.

<sup>5</sup>Especie de crecimiento muy lento.

<sup>6</sup>Especie de alta montaña. Sólo recomendable (por problemas de supervivencia) a partir de los 1400 metros de altitud sobre el nivel del mar.

<sup>7</sup>Especie a ser plantada preferentemente bajo la protección de otras especies.

<sup>8</sup>Especie a ser plantada preferentemente en zonas inundables.

## Implantación, forestación y restauración: recomendaciones importantes

A fin de compatibilizar la necesidad de contar con árboles de gran porte y la seguridad vial, es importante que el estrato arbóreo sea implantado sólo desde el contratalud hacia el alambrado, mientras que los individuos de los estratos más bajos pueden ubicarse en la cuneta en los casos excepcionales, mencionados arriba. El estrato herbáceo debería extenderse en toda la superficie que no es calzada, ya que puede ser manejado con facilidad mediante cortes con una altura y periodicidad apropiadas. O sea, se plantea una plantación de altura creciente desde la calzada hacia el alambrado, con superposición de estratos excepto cuando el porte de los árboles y arbustos represente un peligro para los usuarios.

Se recomienda identificar a la brevedad posibles **puntos críticos de máxima sensibilidad a la erosión eólica y de generación de partículas en suspensión**. Estos puntos deberían tener máxima prioridad de forestación.

**Para la correcta implementación de la propuesta esbozada aquí, es importante que cambien las prácticas de manejo de los bordes de caminos que todavía se practican o que se han practicado hasta hace poco.** Esto se aplica particularmente a: (1) la explotación agrícola en los bordes de los caminos (generalmente cultivo de soja), (2) el corte de la vegetación demasiado frecuente y a una altura muy baja y (3) la plantación realizada directamente sobre el sustrato remanente luego de la construcción del camino, en ausencia de suelo “vivo” (propio del sitio o agregado) apto para el crecimiento de las plantas.

- Con respecto al problema del **cultivo en bordes de caminos**, cabe destacar que existe una Resolución (2018/2008) de la Dirección Nacional de Vialidad, por la cual no se permite más la siembra en zona de camino en rutas nacionales, en cualquier provincia de nuestro país. Esto puede servir como antecedente a considerar por Vialidad Provincial, para proteger los bordes de camino bajo su jurisdicción.

Con respecto al **corte de vegetación** en zona de camino, se recomienda especificar en los contratos con las empresas que brindan este servicio, que la vegetación en talud se realice a mayor altura (40 cm) para posibilitar un mayor desarrollo de especies vegetales perennes, las cuales contribuyen a la retención de agua y partículas, sirven de protección natural a los renovales de árboles y arbustos nativos y proveen hábitat favorable para especies animales nativas. En el caso del contratalud, se recomienda que la vegetación no se corte. Con respecto a la cuneta, no se

encontraron razones ecológicas o funcionales para que la misma no pueda forestarse, en particular si se lo hace con plantas de pequeño porte, que no representen un riesgo para los usuarios y en la medida que no influya negativamente sobre el drenaje hídrico. Por lo tanto, se recomienda suspender el corte de la vegetación de esta sección y autorizar su forestación con especies similares a las sugeridas en la Tabla 1, para canteros centrales. Si ello no resultara viable, una opción menos deseable, pero altamente superadora del manejo actual, sería realizar cortes de vegetación con menos frecuencia que los actuales, y a una altura no menor de 20 cm. Estos cortes deberían coordinarse de acuerdo a factores como la fructificación de las anuales, la época de mayor riesgo de incendio, etc.

La implantación activa de CVBM no es incompatible con favorecer **la recolonización por parte de remanentes de vegetación nativa**. Un ejemplo de esto sería el permitir que la vegetación herbácea de las cunetas y talud se recupere, mediante cortes más altos y menos frecuentes (ver más arriba). Otro ejemplo sería, favorecer la expansión de aquellos parches de bosquecillo autóctono remanentes en los bordes de camino, en lugar de reemplazarlos por plantaciones nuevas.

Dentro de cada una de las zonas de la Provincia mencionadas en la Tabla 1, **el diseño de plantación debe ser adecuado a las características detalladas del terreno**, a lo largo de la ruta. Se recomienda hacer un diseño exhaustivo, de alta resolución espacial (grano fino), sobre la base de: topografía (p. ej. alta o baja pendiente), tipo de suelo, orientación (favorecer máxima insolación de especies que no toleran la sombra), movimiento de agua (p. ej. agua corriente, anegadizo, seco), riesgos (p. ej. de erosión eólica) y uso (p. ej. área de descanso de usuarios).

**La adecuada nutrición y protección de las plantas durante la etapa de implantación son fundamentales para su futura supervivencia y buen desarrollo.** Por ello, es importante que la plantación se realice sobre suelo adecuado, que las plantas reciban agua y no sean dañadas físicamente en las primeras etapas. Para esto se recomienda:

Incorporar la restauración de las capas orgánicas del suelo (primeros 10-15 cm) como un ítem específico del contrato de construcción del camino. Se recomienda exigir por contrato que los primeros cm de suelo que se remueven en una obra sean acopiados y reubicados luego de concluida la misma en las superficie de banquetas, taludes y cunetas. Esto permitiría resguardar la materia orgánica y el banco de semillas presentes en el mismo, dado su papel clave en la recuperación del tapiz herbáceo una vez finalizada la obra, y su implicancia en el control de erosión. Se propone que este proceso sea contemplado como un ítem específico en el contrato de obra, lo que permitiría realizar un control sobre el cumplimiento de estas tareas.

- Exigir, como parte del contrato de mantenimiento, el riego, incorporación de materia orgánica en cazuelas o franjas de plantación, reposición de ejemplares muertos, manejo del corte de modo tal que no se dañen los tallos. En este sentido, se recomienda incluir una cláusula de pago por árbol "logrado" (o sea, que ha sobrevivido al cabo de 2 años desde la fecha en que fue plantado).

- Exigir por contrato la presentación de un Proyecto de Forestación, su Estudio de Impacto Ambiental y el Plan de Manejo para la etapa de obra y de mantenimiento. Estos trabajos deberían ser presentados por ingenieros forestales, biólogos, ingenieros agrónomos, o profesionales de carreras similares que acrediten experiencia en la temática.

## **Aumentado la disponibilidad de especies nativas**

Un factor limitante para la implantación de CVBM y, en general, para los emprendimientos forestales con especies nativas, es su escasa disponibilidad en cantidad suficiente para operaciones de mediana a gran escala. Se recomienda una fuerte política de promoción de viveros estatales, comunitarios y/o privados para superar esta limitación. El desarrollo de propuestas concretas de promoción va más allá del objetivo de este informe, pero se mencionan, por ejemplo, la aplicación de medidas administrativas para la compra de plantas a viveros de pequeña y mediana escala, la flexibilización (al momento de compra) en las exigencias a viveros de especies nativas, el fomento y apoyo a organismos que reúnen a viveristas de nativas o recolectores de semillas, la compra anticipada de plantas (con un porcentaje de pago anticipado o la firma de un documento de intención de compra) para facilitar la producción, o inclusive el aporte a la educación ambiental promoviendo viveros asociados a escuelas.

## **La contribución de los productores agropecuarios**

Las partículas en suspensión tienen una fuente regional (suelos descubiertos en campos de la región que no necesariamente están cerca de la ruta) y también una fuente local, que son los campos directamente colindantes con la ruta. En todos los casos, una forma de mitigación altamente efectiva y complementaria a la forestación-restauración de los caminos sería el establecer una **franja de mitigación** paralela al alambrado, dentro de los establecimientos agropecuarios colindantes al camino (frentistas). En esta franja, de al menos 10 m de ancho, no se cultivaría y por lo tanto se evitaría la voladura local de partículas y los efectos adversos y frecuentemente letales de los herbicidas y pesticidas que se aplican al cultivo, sobre las CVBM y su fauna asociada. Mejor aún resultaría la implantación de CVBM en la franja de mitigación, con un diseño “en espejo” con respecto de las CVBM del camino, es decir, con los árboles más altos hacia el alambrado y los estratos arbustivo y herbáceo avanzando en dirección al campo cultivado, para proteger a los árboles, y minimizar el sombra de éstos sobre las márgenes del cultivo. De este modo, las CVBM a ambos lados del alambrado se integrarían en una sola unidad, potenciando sus efectos positivos.

El costo de oportunidad, al dejar de cultivar a los fines de crear una franja de mitigación, varía mucho acorde a la región y al cultivo. No obstante, puede estimarse de un modo grueso entre \$ 1 y \$ 2 por cada metro lineal de terreno que colinde con la ruta.

Para evitar accidentes viales de una manera más eficiente, en el caso de cultivos que favorecen severas voladuras de suelo y por lo tanto son fuentes locales de partículas en suspensión, como por ejemplo el maní y la soja, las franjas de mitigación deberían ser comparativamente mayores en superficie.

**Tabla 2.** Nombres científicos y populares de las especies mencionadas en este informe. La nomenclatura utilizada está basada en Zuloaga & Morrone (1996,1999), Zuloaga et al. (1994) y sus actualizaciones electrónicas (<http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp>).

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre popular</b>
<i>Acacia aroma</i>	tusca
<i>Acacia caven</i>	espinillo, aromito
<i>Acacia visco</i>	viscote, acacia visco
<i>Aloysia gratissima</i>	palo amarillo
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	quebracho blanco
<i>Baccharis tucumanensis var. myrtilloides</i>	-
<i>Baccharis salicifolia</i>	chilca
<i>Caesalpinia gilliesii</i>	lagaña de perro
<i>Capparis atamisquea</i>	atamisqui
<i>Celtis ehrenbergiana</i>	tala (forma arbórea), talilla (forma arbustiva)
<i>Cercidium praecox</i>	brea
<i>Condalia spp.</i>	piquillín
<i>Cortaderia sp.</i>	cortadera
<i>Flourensia spp.</i>	chilca
<i>Geoffraea decorticans</i>	chañar
<i>Jarava ichu</i>	paja brava
<i>Jodina rhombifolia</i>	sombra de toro
<i>Larrea divaricata</i>	jarilla
<i>Lithraea molleoides</i>	molle de beber
<i>Lycium cestroides</i>	-
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	mato
<i>Parkinsonia aculeata</i>	cina-cina o sina-sina
<i>Paspalum quadrifarium</i>	-
<i>Poa stuckertii</i>	paja de puerto
<i>Polylepis australis</i>	tabaquillo
<i>Prosopis chilensis</i>	algarrobo chileno
<i>Prosopis flexuosa</i>	algarrobo negro
<i>Prosopis nigra</i>	algarrobo negro
<i>Prosopis torquata</i>	tintitaco
<i>Ruprechtia apetala</i>	manzano del campo
<i>Salix humboldtiana</i>	sauce criollo
<i>Sapium haemospermum</i>	curupí
<i>Schinopsis lorentzii</i>	quebracho colorado santiagueño
<i>Schinopsis marginata</i>	quebracho serrano, orco quebracho
<i>Schinus areira</i>	aguaribay
<i>Schinus fasciculatus</i>	moradillo
<i>Setaria spp.</i>	-
<i>Trichloris crinita</i>	pasto de raíz
<i>Trichloris pluriflora</i>	pasto de raíz
<i>Tricomaria usillo</i>	usillo
<i>Zanthoxylum coco</i>	coco
<i>Ziziphus mistol</i>	mistol

## Referencias

- Navarro, J. L. 2011. Estrategias de forestación en la Provincia de Córdoba: Conclusiones. Informe elaborado por el Colectivo por el Bosque Nativo, para el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos de la Provincia de Córdoba. Versión: 31 de julio 2011. 41pp. <http://dl.dropbox.com/u/13555983/forestandomprovincia/Conclusiones%20Finales.doc>. Consultado: 25 de agosto 2011.
- Zuloaga F. O., Morrone O. (1996). Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina. I. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 60: 1-323.
- Zuloaga F. O., Morrone O. (1999). Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 74: 1-1269.
- Zuloaga F. O., Nicora E. G., Rúgolo de Agrasar Z. E., Morrone O., Pensiero J., Cialdella A. M. (1994). Catálogo de la Familia Poaceae en la República Argentina. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 47: 1-178.

## Contactos

Núcleo DiverSus ([www.nucleodiversus.org](http://www.nucleodiversus.org); tel. 0351 4331097)

Foro Ambiental Córdoba ([www.foroambientalcba.org.ar](http://www.foroambientalcba.org.ar); Coordinador: Biól. Federico Kopta: cel. 351 3014015)

Subsecretaría de Vinculación con la Comunidad, Secretaría de Extensión Universitaria - UNC (0351 4334065/66/67/68 int.125)

Fundación ACUDE - Ambiente, Cultura y Desarrollo ([www.fundacionacude.org](http://www.fundacionacude.org); Biól. Rafael Kopta)

## Cita sugerida

Díaz S, Enrico L, Cáceres D, Chebel A, Cingolani AM, Cuchiatti A, Gurvich D, Kopta F, Kopta R, Menna JM, Navarro JL, Re G, Tecco P, Urcelay C, Vidallé E. 2011. *Propuesta de Franjas Forestales de Caminos para Múltiples Beneficios Ecosistémicos en la Provincia de Córdoba*. Contribución del Núcleo DiverSus al manejo integrado de las rutas de la Provincia de Córdoba coordinada por el Foro Ambiental Córdoba. Disponible en: <http://www.nucleodiversus.org/uploads/file/forestaciondecaminos.pdf>