

# Suelos productivos de Tucumán

## Buenas prácticas



Supervisión de contenidos: Ing. Agr. Msc. Agustín Sanzano, Jefe Sección Suelos y Nutrición Vegetal de la EEAOC

*“Suelos: legado social de edición limitada”*

(Lema del Congreso de las Ciencias del Suelo celebrado en Tucumán, en 2018)

**P**ara los tiempos del hombre y especialmente para los de la agricultura, el suelo es un recurso que debe ser considerado como no renovable. El cambio climático y el uso abusivo que hemos hecho de los suelos productivos en todo el planeta han derivado en la degradación paulatina de sus cualidades físicas, químicas y biológicas –desde leves hasta muy severas–, imprescindibles para el desarrollo de los cultivos que en ellos se implanten. Y si bien hoy –además de las malas prácticas de manejo que se habrían venido aplicando– hay factores ambientales que inciden en dicha degradación, todas las causas, incluida esta última, tienen en común el hecho de haber sido producidas por las actividades humanas.

Esa afirmación contiene a la vez una advertencia y una señal de esperanza. Si las causas principales de la pérdida de la calidad de sus suelos que acusa el planeta se deben a lo que el hombre ha venido haciendo con ellos, entonces la reorientación de esas conductas puede –todavía– no solo prevenir mayores daños, sino, en muchos casos, revertirlos satisfactoriamente.

Con ese objetivo, nos detendremos acá en una breve descripción de los suelos productivos de la provincia de Tucumán, en el examen panorámico de los riesgos o problemas que enfrentan según sus características y el uso agrícola que se les da y en la revisión de las principales prácticas utilizadas y/o recomendables para su adecuado manejo.

## Escenarios productivos

### ■ Variabilidad y problemas recurrentes

**C**on un 45% de orografía montañosa y el otro 55% de llanura y pedemonte –dedicado principalmente a la agricultura y a la ganadería–, la provincia de Tucumán posee una amplia variabilidad fisiográfica, climática y edáfica. Esa variabilidad se expresa en las características de sus suelos y en las diversas condiciones de riesgo en las que se encuentran según el uso que se les esté dando y la circunstancia ambiental por las que atraviesan, amenazando su calidad<sup>1</sup>. Pueden así identificarse tres grandes conjuntos de problemas que, solos o combinados, se presentan en esta provincia:

- **Erosión hídrica**
- **Extracción abusiva de nutrientes**
- **Excesos hídricos**

## Regiones fisiográficas de Tucumán

En la conformación fisiográfica de la más pequeña de las provincias argentinas (22.524 km<sup>2</sup>) encontramos tres grandes unidades: **montañas, valles intermontanos y llanuras.**

**La primera**, al oeste de su territorio, el área montañosa, con dirección norte-sur, ocupa un 45% de la superficie provincial. La integran la Cordillera Oriental, el sistema del Aconquija y Cumbres Calchaquíes (Sierras Pampeanas) y las Sierras del Sudoeste tucumano. Estos sistemas montañosos encierran **la segunda unidad**, compuesta por el valle de Santa María o Calchaquí, la cuenca Tapia-Trancas, el valle de Tafí y el valle de la zona del Embalse de Escaba.

**La tercera** –el área plana o semiplana- ocupa el 55 % restante de la superficie y la integran el

Pedemonte, que ocupa el centro de la provincia, recostado en los cordones montañosos del oeste-noreste, la Llanura Deprimida en el centro hacia el sudeste y finalmente la Llanura Chaqueña hacia el este.

## Breve descripción de los suelos tucumanos. Regiones agroecológicas

### ► Pedemonte

La región pedemontana -asiento de prácticamente toda la producción citrícola de la provincia y de aproximadamente un 20% de la producción de caña de azúcar- es el área de transición entre las montañas y la llanura. Las pendientes, por donde bajan numerosos cursos de agua, varían entre el 1% y 5%, perdiendo intensidad al entrar en contacto con la llanura de sedimentación hacia el este de la región. Los suelos dominantes del área son bastantes heterogéneos en cuanto a composición, aunque existe un



predominio de texturas francas y franco arenosas, en algunos casos con pequeñas piedras. Son suelos entre fuerte y ligeramente ácidos, de baja capacidad de retención de agua -agravada por su declive-, que propicia el escurrimiento superficial del agua que les llega por las lluvias o el riego.

**Por sus características fisiográficas y climáticas -torrencialidad de las lluvias-, el riesgo principal en el pedemonte es la pérdida de suelo por erosión hídrica<sup>2</sup>.**

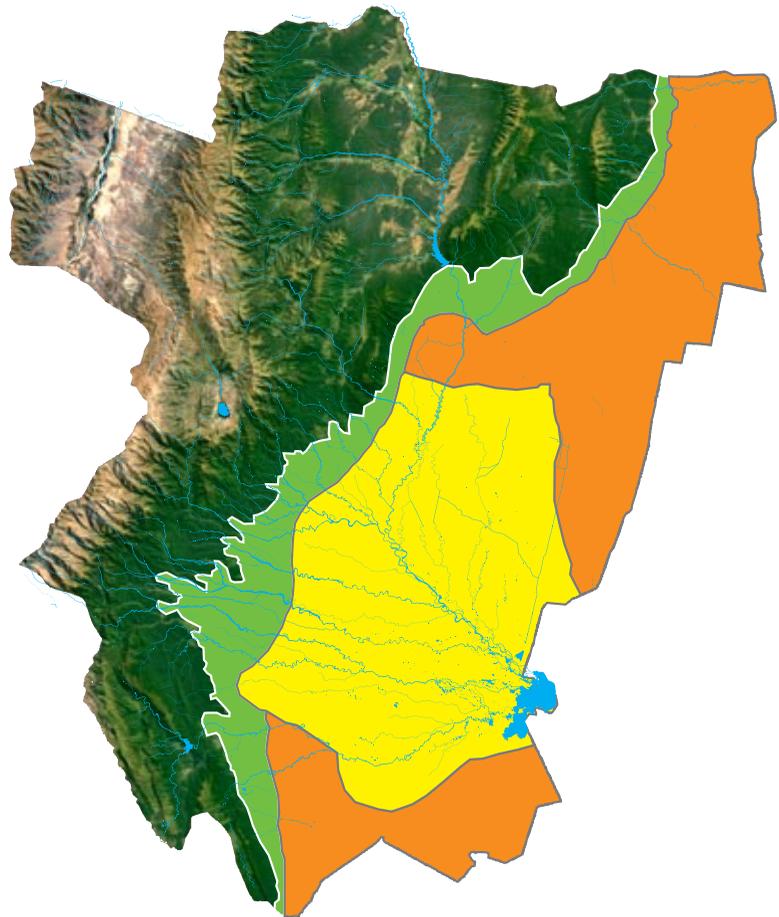
	Pedemonte	Llanura Chacopampeana	Llanura deprimida no salina	Llanura deprimida salina
Principales limitaciones	Pendientes cortas y pronunciadas, suelos con baja capacidad de retención de agua y fuerte lavado de nutrientes (nitrógeno)	Pendientes suaves y largas, balance hídrico neutro al oeste y negativo al este, suelos con buena capacidad de retención de agua, pobres en fósforo.	Pendientes muy bajas, suelos pobremente drenados, encharcamiento, capa freática "dulce".	Pendientes muy bajas, suelos pobremente drenados y alcalinos, encharcamiento, capa freática salina
Principales BPM*	Sistematización del lote para minimizar escurrimientos (cultivo en curvas de nivel, terrazas, mantenimiento de cobertura superficial); división de dosis de fertilización.	Rotación de cultivos; mantenimiento de cobertura; sistematización del lote (idem anterior); construcción y mantenimiento de niveles de fósforo.	Sistematización para eliminación de agua, desagües y/drenajes artificiales. Incorporación o eliminación de cobertura	Idem anterior y además uso de enmiendas orgánicas o minerales para corrección de pH.

<sup>1</sup> La calidad del suelo se mide por su capacidad para promover la productividad del sistema sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas, atenuar los efectos de los contaminantes ambientales y favorecer la salud de plantas, animales y seres humanos.

<sup>2</sup> Erosión hídrica: proceso de desagregación, transporte y sedimentación de las partículas del suelo por las gotas de lluvia y el escurrimiento superficial.

### ► Llanura deprimida

La Llanura deprimida es asiento de cultivos de caña de azúcar y de ganadería, según la subregión que se considere. Se trata en general de una planicie con pendientes menores del 0,5 %, afectada por la presencia de una capa freática a poca profundidad. La parte occidental de la llanura presenta una densa red hidrográfica constituida por ríos y arroyos provenientes del área montañosa que, al internarse en esta región, adquieren un curso divagante y meandriforme. **Por la composición de esos suelos el área puede dividirse en dos subregiones: No Salina y Salina.**



- **Subregión No Salina:** se destina principalmente al cultivo de la caña de azúcar. Los suelos son muy heterogéneos pero, en general, los que ocupan los sectores más altos presentan mayor contenido de arena, mientras que los más pesados o arcillosos se ubican en los sectores más bajos. Presenta una capa freática que fluctúa durante el año a relativamente poca profundidad, ocasionando excesos de agua de lenta eliminación. Los suelos tienen reacción química desde neutra a ligeramente alcalina.

- **Subregión Salina:** estos suelos – que se destinan mayormente a cría de ganado– también muestran texturas heterogéneas entre sus características constitutivas. Se caracterizan por una capa freática que presenta mayor contenido de sales debido a que llueve menos y existen menos redes naturales de drenaje. En general, los suelos con mayores problemas de salinidad o alcalinidad se encuentran en las posiciones bajas del relieve.

El pH va desde moderado a muy fuertemente alcalino, lo que afecta la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes.

**La limitación más importante de esta región es la presencia de esa capa freática relativamente cercana a la superficie del suelo, que adolece, en el sector oriental, de la falta de una red de drenaje definida. Esta combinación lleva a la acumulación de excesos hídricos que perjudican la calidad productiva del suelo.**

### ► Llanura chacopampeana

En esta región se asienta la mayor parte de la producción de granos de la provincia, aunque la caña de azúcar también ocupa una superficie importante. Es una amplia llanura con pendientes largas y débiles, con valores que raramente sobrepasan el 1%.

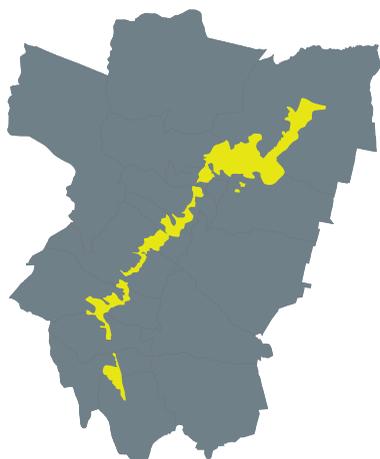
Dominan aquí los suelos franco limosos en superficie y franco arcillo

limosos o franco limosos a partir de los 40-50 cm de profundidad. Este tipo de textura le otorga al suelo alta capacidad de retención de agua. Presentan pH desde ligeramente ácido a neutro y contenido de materia orgánica medio, entre 2% y 2,5%. Son suelos propensos a la formación de capas compactadas superficiales (planchado) y sub-superficiales que dificultan la exploración radicular o el movimiento del agua.



**Las principales limitantes son de origen climático (déficit hídrico creciente hacia el este), fisiográfico (longitud de las**

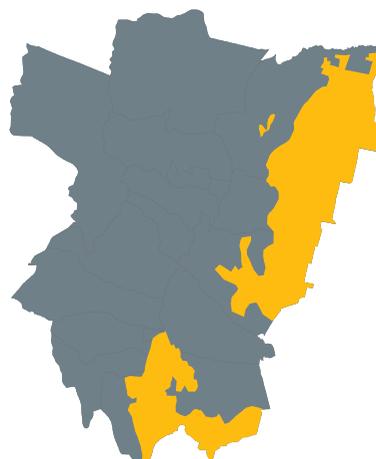
Área de cítricos



Área de caña de azúcar



Área de granos



pendientes) y edáfico (baja estabilidad estructural por el alto contenido de limo), lo que genera condiciones propicias para escurrimientos superficiales de magnitud que ocasionan procesos de erosión hídrica desde moderada hasta severa.

■ **Clima**

**E**l clima de la provincia de Tucumán es subtropical subhúmedo a húmedo con estación seca. El régimen de lluvias es monzónico, con fuerte concentración de las precipitaciones entre los meses de octubre y abril. En el área llana de la provincia, las lluvias disminuyen de oeste a este. En la región pedemontana se registran 1200 mm anuales, mientras que en el este de la provincia, apenas a 50 km del área anterior, se ubica la isohieta de los 600 mm. La precipitación media anual es de 950 mm y la temperatura media anual, de 19,7°C.

■ **Buenas prácticas**

**R**evisaremos a continuación los fundamentos de distintas prácticas recomendables para encarar los diferentes tipos de limitaciones y problemas que presentan los suelos de la provincia en los escenarios fisiográficos descritos y en relación a los cultivos que en ellos se practican.

• **Erosión hídrica**

**Escenarios fisiográficos:**

pedemonte y llanura chacopampeana

**Cultivos:** cítricos, caña de azúcar, granos

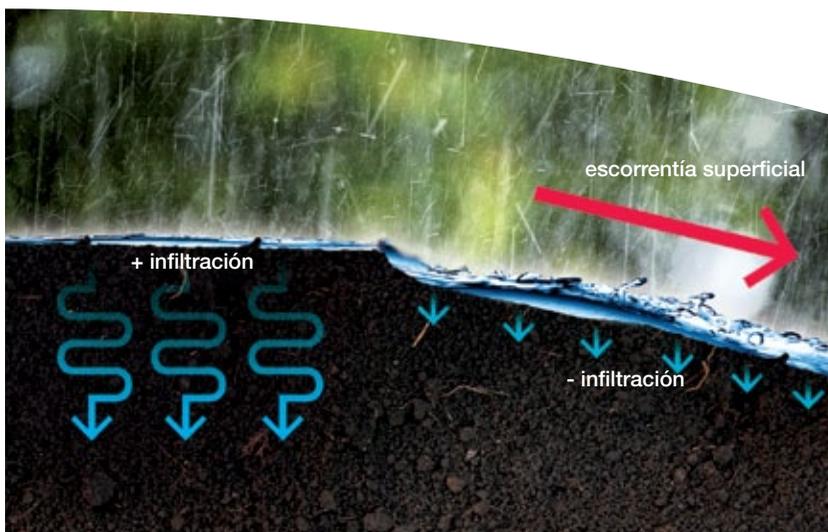
La erosión hídrica está compuesta por dos subprocesos: la rotura de agregados por impacto de la gota de lluvia y el posterior transporte de las partículas por el agua de escurrimiento. Mientras el primer subproceso es producto de la energía cinética de las gotas de lluvias sobre las partículas de suelo que se disgregan ante el impacto, el transporte de esas partículas depende de varios factores: pendiente, capacidad de infiltración

de cada suelo -dependiente a su vez de su textura y estructura- y grado de cobertura vegetal.

**La erosión hídrica constituye uno de los principales procesos de degradación de los suelos y una de las causas de la disminución de la productividad y del abandono de tierras en todo el mundo.** En la provincia de Tucumán, se estima una superficie de 75.000 ha con erosión moderada y 35.000 con erosión severa para las regiones del Pedemonte y la Llanura Chacopampeana

► **Manejo**

No existe una única práctica de manejo para el control de la erosión hídrica; se trata en realidad de un conjunto de medidas que deben



Esquema de la relación entre escurrimiento e infiltración.

complementarse para neutralizar sus efectos o, por lo menos, minimizar sus consecuencias. Entre las más recomendadas se encuentran **la construcción de terrazas y canales, la siembra directa y los cultivos de cobertura.**

► **Sistematización del lote, construcción de terrazas y canales**

Las terrazas son elevaciones artificiales de tierra que se construyen perpendiculares a la pendiente y limitan su longitud; eso reduce la velocidad del escurrimiento superficial y aumenta la permanencia del agua sobre la superficie del suelo. La construcción de canales asociados a las terrazas permite la derivación del agua que el terreno no absorbe para eliminarla fuera del lote hacia un canal colector. En todos los casos se requiere un estudio altimétrico previo que –especialmente en caña y cítricos- oriente tanto el sentido de la plantación como las calles de circulación del agua teniendo en cuenta las curvas de nivel (líneas que unen los puntos de un mapa que tienen idéntica altitud).

► **Tipos de terrazas**

Por la forma, las terrazas pueden ser de base ancha o de base angosta.

**a. De base ancha:** normalmente



Plantación en curvas de nivel en el pedemonte.

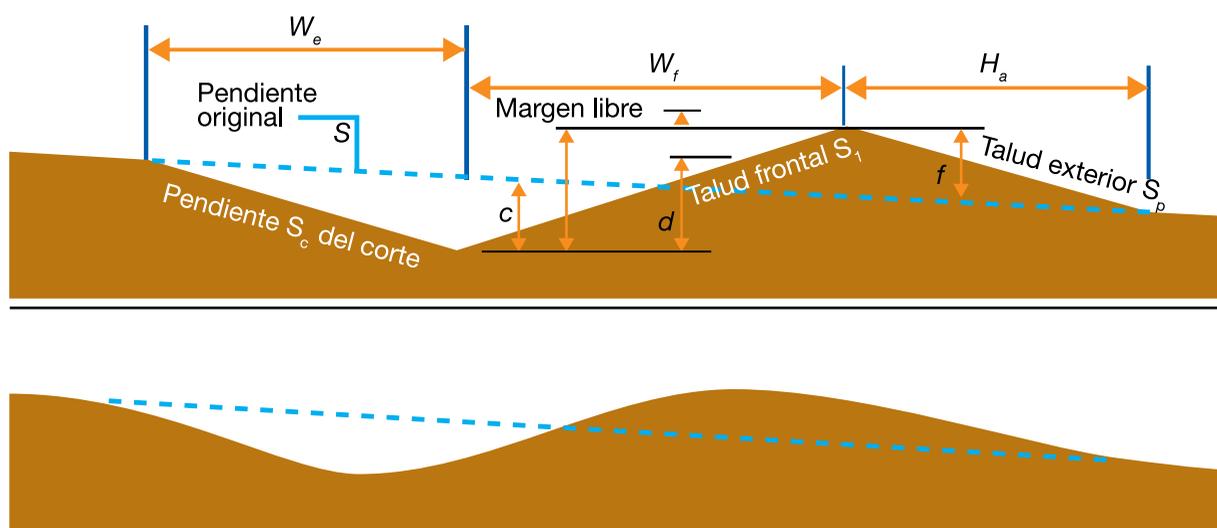
tienen 8 m a 10 m de ancho en la base y 0.35 m a 0.45 m de altura en el coronamiento del bordo. Limitan la velocidad del agua que escurre y propician una mayor absorción del recurso en el suelo. Su ventaja es que pueden ser cruzadas por la maquinaria agrícola y se aprovecha el 100% de la superficie. En nuestras condiciones se aplican cuando las pendientes son menores de 5%.

**b. De base angosta:** tienen de 2 m a 4 m de ancho en la base y 0.35 m a 0.45 m de altura en el coronamiento del bordo. Su costo es moderado y son de fácil construcción. Desventaja: no pueden

ser cruzadas por la maquinaria y se pierde la franja de terreno ocupada por la terraza. Se puede aplicar a pendientes un poco mayores que las de base ancha, dependiendo de la complejidad en la orientación y el grado de la pendiente.

► **Subtipos**

Las terrazas de base ancha tanto como las angostas pueden ser clasificadas según su utilización. Así reconocemos las utilizadas para **desagüe** o para **absorción**. Ambas suponen tener en consideración recaudos especiales tales como su longitud y el distanciamiento entre terrazas.



Diseño de la sección transversal de una terraza de base ancha.

<sup>3</sup> Citar el Manual y la Guía Práctica del cañero.



Desagüe



Absorción

Para estos cálculos es necesario tener en cuenta la pendiente, la velocidad de infiltración, la susceptibilidad del suelo a la erosión, las prácticas de manejo del cultivo y la intensidad y duración de las lluvias para un tiempo dado de retorno.

Los gradientes de las terrazas de desagüe deben generar velocidades de flujo por debajo de las máximas no erosivas. En nuestra región se han logrado buenos resultados con gradientes de entre 0.001 m/m y 0.002 m/m en el ¼ final del canal de la terraza. A partir de allí, aguas arriba, el gradiente puede incrementarse hasta un máximo de 0.003 m/m a 0.004 m/m.

#### ► Siembra Directa y Cobertura

En general, el no laboreo debe contribuir por un lado a la conservación en el suelo de los niveles de materia orgánica por su menor oxidación; y por otro, al mantenimiento de su estabilidad estructural. La cobertura, por su parte –tanto la que proveen los residuos de cosecha como los cultivos especialmente destinados a ese fin-, es probablemente el factor más importante en la ecuación universal de pérdida de suelo, porque lo protege del impacto de las gotas de lluvia, produce un significativo incremento de la infiltración, reduce el volumen y la velocidad de escurrimiento y permite una mayor estructuración por el efecto de las raíces. Es además una práctica que puede ser manejada más fácilmente con el propósito de reducir la erosión.

#### ► En granos

La siembra directa y la rotación

aportan cobertura protectora del suelo. Aunque la siembra directa ya se aplica en casi el 100% del área cultivada con granos en la provincia de Tucumán, desde la región subhúmeda-húmeda del oeste de la llanura chacopampeana hasta la semiárida del este de la misma, es necesario remarcar que debido a la fragilidad edafo-climática de estas áreas de expansión agrícola, **esta práctica debe complementarse con la sistematización del lote, no sustituirla. Además, el sistema será más eficiente cuanto más se complemente con una rotación de cultivos que asegure altos grados de cobertura superficial al inicio del período de lluvias, con menor escurrimiento y mayor infiltración.**

**Se recomienda además la siembra directa en un esquema de rotación anual soja/trigo o garbanzo/maíz o en al menos un cultivo de maíz cada dos años de soja.** En lo referido estrictamente a grados de cobertura alcanzados en nuestro contexto regional, solo la primera de las alternativas constituye

una práctica eficaz para el control del escurrimiento.

#### ► En cítricos y caña de azúcar

**En las quintas de limoneros**, la práctica de dejar “empastar” con gramíneas naturales las hileras entre árboles, manteniéndolas con segadoras, es una excelente herramienta que cumple con el propósito deseado. Es imprescindible también la sistematización del terreno, con plantaciones que sigan las curvas de nivel y si es necesario, construcción de terrazas tipo bancales en caso de pendientes pronunciadas.

**En caña de azúcar**, el laboreo se practica en promedio una vez cada 4 o 5 años, cuando se renueva el cañaveral. El bordo de los surcos donde se implanta la caña contribuye a frenar la velocidad del escurrimiento. Entre zafras y desde la primera cosecha, la caña deja un residuo en superficie que oscila entre 12 y 15 t/ha año, lo que constituye una excelente barrera para la escorrentía, además de aportar otros beneficios. El diseño de plantación, sin embargo, es necesario y se funda en el análisis de las cotas de nivel.

#### • Degradación de los suelos

**Escenarios fisiográficos:** pedemonte y llanuras

**Cultivos:** todos

La degradación de los suelos puede



Residuo de la cosecha en verde del cañaveral que se deja sobre la superficie del suelo.





Perfil de suelo típico de la llanura chacopampeana

ser física, química o biológica. La degradación física se entiende como la pérdida o disminución de propiedades tales como estabilidad de agregados, porosidad, infiltración de agua y conductividad hidráulica. La degradación química es la disminución de la disponibilidad de nutrientes, la acidificación, la salinización y/o sodificación y otras de la misma naturaleza. Por degradación biológica se entiende la pérdida de materia orgánica, la reducción de la biodiversidad o la disminución de la actividad microbiana.

Entre las principales causas que intervienen en la degradación de los suelos tucumanos pueden citarse los años de producción ininterrumpida de un mismo cultivo –es el caso típico de la caña de azúcar–, la fuerte expansión de la frontera agrícola hacia áreas marginales que se mantenían bajo monte natural, como es el caso de los cultivos de granos y la ganadería, la mayor extracción de nutrientes por parte de cultivos de alto rendimiento, el uso inadecuado del suelo por laboreo excesivo y otros descuidos vinculados a los otros factores

citados, como la erosión hídrica y los anegamientos, de acuerdo al área fisiográfica de que se trate.

### ► Prácticas recomendadas

Nos referiremos acá particularmente a tres prácticas útiles para reducir o minimizar la degradación de los suelos en la provincia de Tucumán. Una de ellas es la que llamamos comúnmente **fertilización**; otra es la utilización de **cultivos de cobertura** y una última, la **aplicación de compost preparados con residuos de la agroindustria**. En realidad, en cuanto aportes a la protección y mejora de la calidad nutricional, las tres son prácticas “fertilizantes”. Las revisaremos en relación a los principales cultivos de la provincia.

### ► Caña de azúcar

El cultivo de la caña de azúcar se extiende en las regiones del Pedemonte, la Llanura deprimida y la Llanura Chacopampeana, ocupando en total alrededor de 250.000 ha.

**Decenas de años de monocultivo han llevado a los suelos cañeros a una considerable pérdida de nutrientes, con valores actuales de materia orgánica inferiores al 2% en la mayoría de los sitios analizados.**

Los principales nutrientes necesarios para el desarrollo del cultivo son el nitrógeno (N), el potasio (K) y el fósforo (P). Mientras que para el cálculo de las dosis necesarias de N se utilizan criterios basados en el conocimiento en general de los tenores de materia orgánica del suelo, en los rendimientos esperados del cultivo y en la edad de la cepa, la oportunidad y las dosis de las fertilizaciones fosfatadas y potásicas dependen del valor relativo de cada uno obtenido a partir del análisis de suelo del lote en particular.

La presencia en los suelos tucumanos de arcilla “illita”, con contenidos suficientes de potasio intercambiable, hace prácticamente innecesaria la administración de este nutriente, salvo en algunos suelos de texturas gruesas como los de la zona

pedemontana. De todos modos, dado el alto consumo de K por parte de este cultivo, su reposición a través de otros compuestos es bienvenida. La fertilización fosfórica es poco frecuente y cuando es necesaria, dosis bajas anuales suelen resultar suficientes. El aporte de nitrógeno, en cambio, es imprescindible en todos los casos.

### Fuentes alternativas

► La fertilización con nitrógeno se realiza mayormente mediante la aplicación de fertilizantes minerales como urea, nitrato de amonio calcáreo, UAN, etc. Actualmente en los cañaverales de Tucumán se aplican aproximadamente 100-120 kg de N/ha por año. De ese total, solo entre el 20% y el 50% es absorbido por la planta, el resto se pierde por volatilización, lixiviación y desnitrificación, generando contaminación ambiental. Es así que la tendencia hoy es ir disminuyendo su uso y sustituyéndola por otros compuestos ambientalmente más amigables y económicamente más convenientes, como los biofertilizantes y algunos derivados de la propia industria sucroalcoholera.

**La complementación de media dosis de fertilizantes sintéticos con la aplicación foliar de biofertilizantes demostró satisfactorios resultados productivos.**

### ► Residuos agrícolas de cosecha (RAC)

En Tucumán, la caña de azúcar cosechada en verde deja como residuo agrícola de cosecha entre 12 y 15 t/ha/año, que aportan al suelo entre 3400 y 4400 kg/ha/año de carbono, 4 kg/ha/año de fósforo y 75-90 kg/ha/año de potasio. La práctica de dejar el RAC en superficie, sumada al aporte de una fertilización que compense la extracción por el cultivo, permite mantener la integridad y la fertilidad química de los suelos cañeros, avanzando hacia un desarrollo sustentable de caña de azúcar.



Equipo dispersor de compost (cachaza, cenizas y vinaza)

### ► Derivados industriales

La utilización de residuos industriales de la caña de azúcar como insumos para la reparación y el mantenimiento de la calidad del suelo es una práctica altamente recomendable y de necesario desarrollo. Realizada de manera indiscriminada (volcada a campo o en cursos de agua), la disposición final de los efluentes -especialmente la vinaza, por la carga orgánica que poseen- resultan contaminantes y perjudiciales para los suelos y el ambiente. Sin embargo, su uso controlado -ya sea por separado o en compostaje junto a cenizas y bagazo- permite revertir ese perjuicio transformando esos residuos en aportes nutritivos y reparadores.

La cachaza resulta ser un abono útil para el reemplazo -total o parcial- de otras fuentes de nutrientes. Además de su aporte a la estructura, infiltración y capacidad de almacenaje de agua en aquellos suelos de baja capacidad productiva (arenosos o pobres), contiene fósforo, nitrógeno, potasio y, en menor medida, calcio, magnesio y micronutrientes. **Con 30 t/ha de este efluente se pueden cubrir las necesidades de N del cultivo y obtener rendimientos culturales similares a los logrados con la aplicación de fertilizantes minerales.**

### ► Vinaza

Actualmente se estudian alternativas para la utilización controlada de

vinaza, para reponer al suelo la gran cantidad de K que extrae el cultivo. Se utiliza -siempre en cantidades y proporciones controladas- aplicándola directamente al suelo en forma de riego o como parte del compost junto a cenizas y cachaza.

### ► Bagazo y Cenizas

Si bien la mayor parte del bagazo se utiliza como combustible en calderas, una parte puede ser utilizada para su integración en compostajes. Las cenizas derivadas de su incineración, por otra parte, contienen un 20% de materia orgánica y sales de silicio y calcio.

### ► Compostaje

Combinados en una proporción inicial de un 70% de cachaza, un 10% de bagazo y un 20% de cenizas, y admitiendo un riego con vinaza cuando las pilas presentan baja humedad y en dosis cuidadosas para evitar riesgos de salinización, estos residuos conforman un muy recomendable aporte a los suelos cañeros. Las dosis a aplicar se determinan en base al contenido de nitrógeno en base seca, a la humedad del mismo y a los requerimientos del cultivo, oscilando su promedio entre 10 y 20 t/ha de compost seco.

### ■ Cultivos de Granos

#### ► Situación

Los sistemas de producción de granos se extienden por el este de la provincia de Tucumán, tanto sobre

campos que han sido desmontados hace más de 60 años en suelos con niveles hoy muy bajos en fertilidad, como por campos más “nuevos” que se encuentran en áreas marginales con alta fragilidad edafoclimática. El predominio de la soja, en detrimento del maíz, exacerbó además la degradación física, química y biológica de los suelos, con pérdidas de materia orgánica y nutrientes como el fósforo, reducción progresiva del pH, aumento de la densidad aparente y disminución de la infiltración.

Por otra parte, el incremento de los rendimientos de los cultivos de granos en general ha incrementado notablemente la extracción de nutrientes desde los suelos agrícolas, con tasas de reposición por fertilización muy bajas. Esto arroja balances netamente negativos que llevan a una progresiva pérdida de la fertilidad química de los suelos y atentan contra la sustentabilidad del sistema.



Equipo de fertilización en citrus.



### ► Fertilización y cultivos de cobertura

Existe un considerable número de campos destinados a la producción de granos que poseen niveles de fósforo por debajo de los valores críticos para estos cultivos (8 ppm de P para soja y 13 ppm para maíz), y bajos valores de materia orgánica, por lo que hay menor aporte de nitrógeno nativo y mayor necesidad de utilización de fertilizantes minerales para satisfacer las necesidades de los cultivos. Los cálculos para determinar las dosis necesarias de fertilizantes deben derivar, en todos los casos, del análisis del suelo, cuya precisión depende a su vez de la realización de un adecuado muestreo.

La implantación de cultivos de cobertura invernales entre dos cultivos estivales tiene el objetivo de lograr cobertura y mejorar el balance de carbono o nitrógeno del suelo, según se trate de cultivos de gramíneas o leguminosas. Antes del maíz, por ejemplo, la inclusión de una leguminosa protege el suelo, reduce el requerimiento de fertilizantes nitrogenados e incrementa el rendimiento potencial del cultivo principal.

### ► Fertilización en Cítricos

El manejo de la fertilización posee un alto impacto en el comportamiento productivo del limonero. La práctica de la fertilización nitrogenada se basa en la aplicación de dosis de N óptimas, que dependen de factores como la edad del árbol, su capacidad productiva y las condiciones edafoclimáticas de lugar. El fertilizante debe ser aplicado al voleo bajo la proyección de la copa del árbol, distribuyéndose mayormente en el área de mayor actividad radicular situada cerca del borde del vuelo de la copa en ambas direcciones. Ensayos locales sitúan esos aportes entre 80 a 100 g de N/planta año hasta la edad de 10 o 12 años, cuando la producción se estabiliza. El plan de fertilización debe ser complementado con análisis foliares, lo que nos permite

realizar ajustes en futuras prácticas de fertilización. El fertirriego mediante riego localizado permite un ahorro en la aplicación de fertilizante nitrogenado del orden del 20% al 25%.

Las fuentes nitrogenadas son variadas y teniendo en cuenta que, como el fertilizante se aplica sobre la superficie del suelo, deben elegirse según las condiciones ambientales aquellas fuentes que tienen menores pérdidas por volatilización.

### • Suelos con problemas de drenaje

**Escenario:** Llanura deprimida

**Cultivos:** caña de azúcar, hortalizas, ganadería

El exceso hídrico en el suelo genera un desbalance entre las fases líquida y gaseosa en el período de máximo crecimiento de los cultivos, afectando el equilibrio bio-dinámico del sustrato, la nutrición y la sanidad de los cultivos, dificultando, además, la realización de las labores culturales, lo que provoca el deterioro de la estructura edáfica por amasado y compactación.

Un 17,5% de la superficie provincial (380.000 ha de la llanura deprimida) presenta problemas de excesos hídricos causados por la presencia de una napa freática próxima a la superficie –no salina hacia el oeste y salina hacia el este–, que entre diciembre y abril de cada año se recarga con las precipitaciones del período, y en menor medida por desbordes de cauces fluviales. Las descargas naturales de esta napa, que se producen en períodos secos, ya sea por evapotranspiración o movimientos subsuperficiales, suelen no ser suficientes y dependen de las características del relieve. En zonas bajas o cóncavas, la freática se encuentra más cercana a la superficie llegando incluso a aflorar, mientras que en terrenos un poco más altos se encuentra a mayor profundidad y es menos influenciada

por las variaciones locales de las precipitaciones. Es importante tener en cuenta, además, la salinidad del área a considerar. Una parte de la llanura deprimida posee napa freática salina y otra no salina.

### ► Prácticas recomendadas

La práctica recomendada para



Perfil de suelo con capa freática en llanura deprimida.

esta limitación es, en general, el adecuado drenaje de esos excesos. Según se trate de la eliminación de agua superficial o subterránea, se ejecutarán distintas obras de acuerdo a las condiciones agroecológicas del predio. Algunas tareas deben realizarse a nivel de cuenca, mientras que otras tienen carácter predial.

### Llanura deprimida no salina u occidental

Esta subregión abarca un 6 % del área provincial (135.000 ha aproximadamente) y presenta una amplia red hidrográfica, pluviometría superior a los 800 mm anuales y su posición, un poco más elevada, permite el lavado natural de las sales hacia los cauces de agua. Si bien se han señalado los efectos

negativos del exceso de agua sobre el suelo y las plantas, cuando la capa freática es no salina puede tener también efectos favorables, especialmente en el período de sequía primaveral y en años secos donde se produce una constante rehumectación del suelo por ascenso capilar, lo cual favorece el

### Grandes obras. Canales colectores

Tienen como objetivo recoger el agua excedente proveniente de las obras de drenaje prediales. Estos canales deben ser planificados a nivel de cuenca. Por su magnitud deben ser ejecutadas por el Estado. Las soluciones aisladas resultan

ubica hacia el centro-este de la provincia, presenta escasas vías de drenaje naturales y menores pluviometrías, determinando una mayor conductividad eléctrica del agua freática que puede salinizar y/o sodificar el suelo afectando la productividad de los mismos. El agua de la napa freática presenta



Colocación de tubos para drenaje subsuperficial



Descarga de canal parcelario en canal colector

desarrollo de los cultivos.

El nivel crítico al cual debe mantenerse la capa freática para que tenga efectos favorables y no afecte la productividad depende de las características del suelo, en especial de su textura, de la profundidad del sistema radicular y de la tolerancia al exceso de agua de la especie cultivada. El mayor o menor ascenso capilar del agua de la freática depende de la textura del suelo, siendo menor en el caso de las más gruesas. Estos factores deben tenerse muy en cuenta al determinar la profundidad de la red de drenaje subterráneo del área.

Las obras de drenaje aptas para esta subregión pueden dividirse en dos grandes tipos:

a veces antieconómicas y suelen agravar el problema en áreas vecinas.

#### Desagüe parcelario

La práctica más efectiva, de manejo y mantenimiento más sencillo para el productor, es la sistematización y nivelación de los lotes. Dentro de estas prácticas se pueden mencionar la orientación de los surcos de plantación en la misma dirección de la pendiente general o la construcción con pala niveladora de pequeños canales de desagüe que colectan el agua de los surcos y drenan fuera de la finca.

#### ► Llanura deprimida salina u oriental

Esta subregión, de aproximadamente 259.000 ha, se

contenidos en sales cloruradas y sulfatadas sódicas, con una elevada relación de adsorción de sodio. Estos peligros de salinización y/o sodificación pueden verse agravados por un riego de baja eficiencia. En condiciones de secano, en esta subregión se pueden presentar problemas de deficiencia hídrica estacional.

Las prácticas recomendables a nivel predial derivan de dos enfoques posibles:

- Implementación de técnicas agronómicas que permitan la utilización de estos suelos sin agravar los problemas existentes. En caso de secano, se pueden implantar praderas cultivadas con especies resistentes a la salinidad.

En condiciones de riego, es necesario tener en cuenta que una buena parte de los suelos no son apropiados para el mismo. En caso de aplicarse riego, las normas deben ser muy estrictas, comenzando por un estudio detallado del ambiente natural y continuando con una cuidadosa planificación de los sistemas de riego y drenaje. En estas condiciones, los sistemas de alta eficiencia como el riego por goteo pueden mermar los riegos de salinización y sodificación por ascenso freático.

- Recuperación y rehabilitación a largo plazo mediante la construcción de sistemas de drenaje, recuperación y mejoramiento de los suelos degradados, precedidos por estudios del suelo y plani-altimétricos. Los suelos drenados pueden recuperarse paulatinamente con riego de alta calidad, enmiendas cálcicas y orgánicas, nivelado y labores de descompactación profunda que aumenten su fertilidad físico-química. La siembra de especies tolerantes que aporten cobertura y materia orgánica es una práctica complementaria que contribuye a esa recuperación.

Un manejo eficiente admite la combinación de estos dos enfoques.

Los suelos con problemas de exceso de sodio pueden ser tratados con enmiendas orgánicas en elevadas cantidades (como la cachaza que es un residuo de la industria azucarera rica en materia orgánica) o incorporaciones de yeso. Estas técnicas permiten mejorar en el mediano y corto plazo la productividad de los lotes afectados.



Canal de desagüe para evacuar el exceso de agua.

## Servicios sección suelos y nutrición vegetal

- Muestreos de suelos. magnesio.
- Análisis físico químico de muestras de suelos: caracterización y evaluación de aptitud agrícola.
  - Análisis químico de fertilizantes (graduación técnica): nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, etc.
- Análisis químico de aguas: caracterización y evaluación de aptitud para riego, pulverizaciones y bebida animal.
  - Caracterización físico química de enmiendas agrícolas y compost.
- Análisis químico de material vegetal: concentración de macronutrientes nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y
  - Asesoramiento y consultoría a productores en muestreo de suelos y aguas, fertilidad y manejo, calidad de aguas, riego y drenaje y en nutrición vegetal.

Otra técnica de manejo que se justifica ampliamente en estas regiones es la ambientación de los lotes (manejo por ambientes) a partir de la información de sensores remotos (imágenes satelitales, fotografías aéreas o sensores de conductividad eléctrica aparente), que permite diferenciar fácilmente las áreas de baja producción donde se puede realizar un manejo diferencial.

### Bibliografía

**Aso, P. J. 1980.** La fertilización con Nitrógeno en limoneros. Avance Agroind. 31 (3): 35-37.

**Digonzelli, P. A.; J. Fernandez de Olivarri; M. Medina; L. Tortora; E. R. Romero y H. Rojas Quinteros. 2015.** Dynamics of sugar cane harvest residue decomposition. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán (RIAT) 92 (1): 39-49.

**Hernández, C. F. y R. L. Figueroa. 2005.** Citrus. En: Echeverría, H. E. y F. O. García (eds.), Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. Ediciones

INTA, Balcarce, Argentina, pp. 425-444.

**Robledo, G.; G. A. Sanzano; M. Morandini; M. R. Devani y F. Daniel. 2016.** Alternativas de manejo en sistemas productivos de granos: "Cultivos de Cobertura". El cultivo de soja en el noroeste argentino. Campaña 2015-2016. Pub. Esp. 48, pp. 150-154.

**Pérez Zamora, F. 2005.** Caña de Azúcar. En: Echeverría, H. y F. García (eds.), Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. INTA.

**Sanzano, G. A.; R. D. Corbella; J. R. García y G. S. Fadda. 2005.** Degradación física y química de un Haplustol típico bajo distintos sistemas de manejo de suelo. Ci Suelo (Argentina) 23 (1): 93-100.

**Sanzano, G. A. 2015.** Provincia de Tucumán. En: Casas, R. R. y G. F. Albarracín (eds.), El Deterioro del Suelo y el Ambiente en la Argentina 2, pp. 335-346.

**Sotomayor, C.; M. Morandini; G. Sanzano y H. Rojas Quinteros. 2018.** Efecto de la aplicación de vinaza en propiedades químicas y físicas del suelo. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 95 (1): 27-33.

**Zuccardi, R. B. y G. S. Fadda. 1985** Bosquejo agroecológico de la provincia de Tucumán. Ed. UNT.



# Hay mercados Cuidémonos del HLB Cuidemos nuestra citricultura

Presencia  
internacional  
y apertura de  
nuevos mercados

Preservación  
de la calidad  
y la inocuidad  
fitosanitaria

Mejores  
prácticas  
agronómicas  
e industriales

Mejoras del  
marco legal y  
condiciones  
laborales

Relacionamiento  
y cooperación  
interinstitucional

Monteagudo 492  
1er Piso Of. A - T4000ICJ  
S.M. de Tucumán  
Tucumán | Argentina  
Tel: (0381) 421 2969 - 422 4983  
Fax: (0381) 421 4611



**ACNOA**  
ASOCIACIÓN CITRÍCOLA DEL NOROESTE ARGENTINO