

Contribución a la salud del suelo y aportes de nitrógeno en frutales y viñas

# Cubiertas vegetales de leguminosas, una poderosa herramienta para una agricultura más sustentable

Dos experimentos realizados en viñedos orgánicos Emiliana ilustran el potencial aporte nutricional que poseen las cubiertas vegetales de leguminosas. Los ensayos tuvieron como objetivo principal seleccionar especies y cultivares para siembras entre las hileras de la viña. Se estudió la producción y composición de la biomasa, la fijación biológica y el efecto sobre el contenido de nitrógeno y otros elementos en el suelo.

POR CARLOS OVALLE M. INGENIERO AGRÓNOMO, DR.

Una cubierta vegetal es un cultivo no comercial que se siembra en las entrehileras de viñas o huertos y algunas veces sobre las hileras de plantación. Las cubiertas pueden ser anuales –las cuales germinan, crecen y senescen en la misma temporada– o bien perennes –que persisten durante varios años–. Cumplen muchos de los principios de la agricultura regenerativa al mantener el suelo cubierto, incorporar plantas que alimenten a los microorganismos del suelo y eventualmente permitir que el ganado se integre al sistema pastoreando entre las líneas de frutales o parras. Adicionalmente, pueden ayudar a reducir la compactación del suelo, aminorar la necesidad de fertilizantes, mejorar la infiltración de agua y reducir la presión de plagas y enfermedades.

El establecimiento de especies de leguminosas, sean estas forrajeras o de grano, permite fijar altas cantidades de nitrógeno (N) atmosférico y contribuir de manera significativa a la nutrición de viñedos y huertos frutales. Es el caso de:

- Leguminosas de grano, como arveja, haba, lupino, chícharo.
- Leguminosas forrajeras anuales, como tréboles subterráneos, trébol balansa, trébol encarnado y hualputra.

-Leguminosas forrajeras perennes, como trébol blanco, trébol rosado, alfalfa y lotera, que contienen altas cantidades de nitrógeno en su biomasa (figura 3).

En simbiosis con las plantas leguminosas, existen bacterias

especializadas que forman nódulos en el sistema radical y fijan el N de la atmósfera. La mayor parte de este elemento se transporta al follaje. La transferencia de N desde el cultivo al viñado o huerto ocurre principalmente a

través de la descomposición de sus residuos después del corte o la incorporación de la masa vegetal, cuando una porción del nutriente queda disponible para las raíces.

Se debe tener en cuenta que el aporte dependerá de la biomasa producida por el cultivo de cobertura, del porcentaje de N contenido en su biomasa y de la eficiencia de los microorganismos (rizobios) para la fijación simbiótica. En consecuencia, resulta fundamental una correcta inoculación de la semilla con la bacteria específica, un buen establecimiento de la cubierta, y un adecuado manejo con el fin de conseguir una alta producción de masa vegetal.

Este propósito se puede lograr de dos formas: a través del cultivo anual de abonos verdes de leguminosas principalmente de grano, o bien mediante cubiertas permanentes de leguminosas forrajeras anuales o perennes. A continuación se analizan ambas formas de cobertura.

## ABONOS VERDES DE LEGUMINOSAS

Los abonos verdes apuntan principalmente a incrementar el contenido de materia orgánica del suelo y, en el caso de las leguminosas en particular, además a elevar el contenido de N.



Leguminosas de grano: cubiertas vegetales de arveja, lupino y haba en viñedos Emiliana de Casablanca. Actúan como abonos verdes.



Leguminosas forrajeras anuales: cubiertas vegetales permanentes de trébol balansa, trébol subterráneo y trébol encarnado en viñedos Emiliana y Montes en las comunas de Mulchén, Santa Cruz y San Javier.

En general, se trata de especies de crecimiento rápido que se cortan e incorporan al suelo en el mismo lugar en el que crecen, lo cual se realiza a inicios de la floración de modo de evitar la migración de los nutrientes a las semillas o al fruto. Son cultivos anuales sembrados en condiciones de secano.

**CUBIERTAS PERMANENTES DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS**

La mejor opción para huertos o viñas regadas por goteo son las leguminosas forrajeras anuales, dado que la entrehilera permanece en condición de secano. Tanto las leguminosas, forrajeras como de grano se siembran en secano.

Las especies anuales se siembran en otoño, con las primeras lluvias efectivas del año. Se manejan durante el invierno y la primavera de modo de permitir que las plantas semillen y se restablezcan por sí mismas mediante la resiembra natural. Entre ellas se cuentan diferentes variedades de trébol subterráneo, hualputras, trébol encarnado y trébol balansa.

La segunda opción son las leguminosas forrajeras perennes, siempre y cuando la entrehilera sea regada (por ejemplo en nogales). En tal caso se siembran en otoño o primavera y se manejan por corte para proporcionar cobertura de suelo al huerto o viñedo durante todo el año.

Entre ellas se cuentan el trébol blanco, lotera, alfalfa y trébol rosado. Las leguminosas forrajeras perennes de riego tienen mayor potencial de fijación de N y producción.

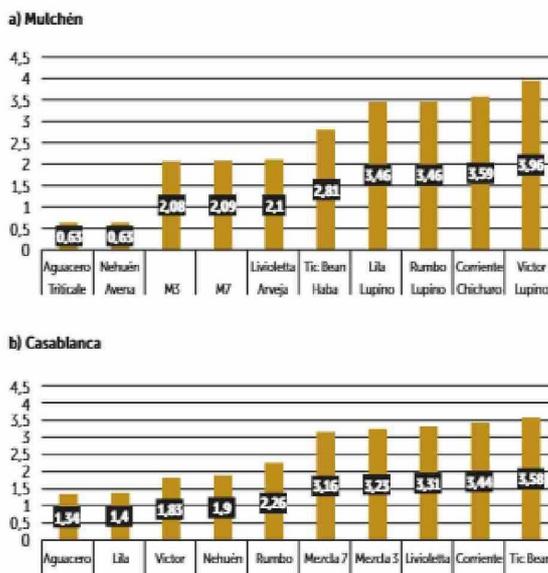
Hay una superioridad de las leguminosas forrajeras sobre las de grano debido a que las forrajeras duran entre 3 y 5 años, pues al dejar semillar las plantas, al año siguiente se resiembran naturalmente sin necesidad de preparar el suelo, lo cual se adapta muy bien al sistema regenerativo pues tiende a reducir el sobrelaboreo del suelo.

**CONTENIDO DE NITRÓGENO EN LA BIOMASA**

En dos ensayos sobre suelo rojo arcilloso de la comuna de Mulchén y suelo granítico en Casablanca, en viñedos orgánicos pertenecientes a viñedos Emiliana, se evaluaron durante la temporada 2023/24, como fuente de nitrógeno, las especies y variedades de cereales y leguminosas que se indican en el cuadro 1.

Como muestra la figura 1a, el contenido de N de las leguminosas de grano en Mulchén osciló entre 2,1% (arveja) y 3,96% (lupino Víctor), destacándose las variedades de lupino y el chícharo con los contenidos de N más altos, entre 3,46 y 3,96%. En contraste, el contenido de N en los cereales (no fijadores de este elemento) fue

**Figura 1.** Contenido de N (%) en la biomasa de cubiertas vegetales de leguminosas y cereales en viñedos Emiliana de a) Casablanca y b) Mulchén.



de solo 0,63%. Los contenidos de N en la biomasa de las leguminosas forrajeras anuales variaron entre 2,08% y 2,09%. En Casablanca, los lupinos experimentaron un comportamiento subóptimo, ya que el contenido de N osciló entre 1,3% y 1,4%. Esta diferencia pudo deberse a una ineficiente fijación de N asociada a la inexistencia de cepas fijadoras en los suelos. En esta localidad, tanto las mezclas de leguminosas forrajeras como arveja, haba y chícharo mostraron contenidos de N su-

periores, con valores de 3,16 y 3,58% (figura 1b).

**NITRÓGENO ATMOSFÉRICO FIJADO POR LAS LEGUMINOSAS**

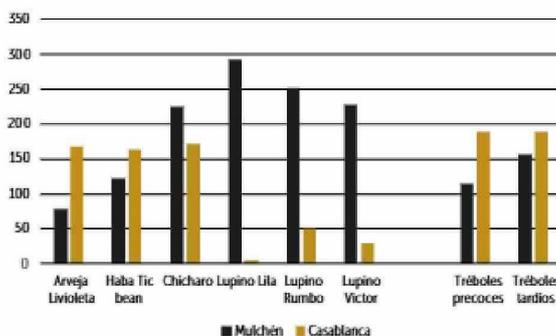
¿Cuánto nitrógeno atmosférico fijan las cubiertas de leguminosas?

Resulta importante tener en cuenta que las especies y cultivares de leguminosas difieren en su capacidad para fijar N y, en consecuencia, en la capacidad de aportar N al suelo. La fijación también depende mucho del tipo de suelo y del clima.

**Cuadro 1.** Especies, variedades y mezclas evaluadas. En la figura 3 se indica el porcentaje de N contenido en la biomasa de los cultivos utilizados.

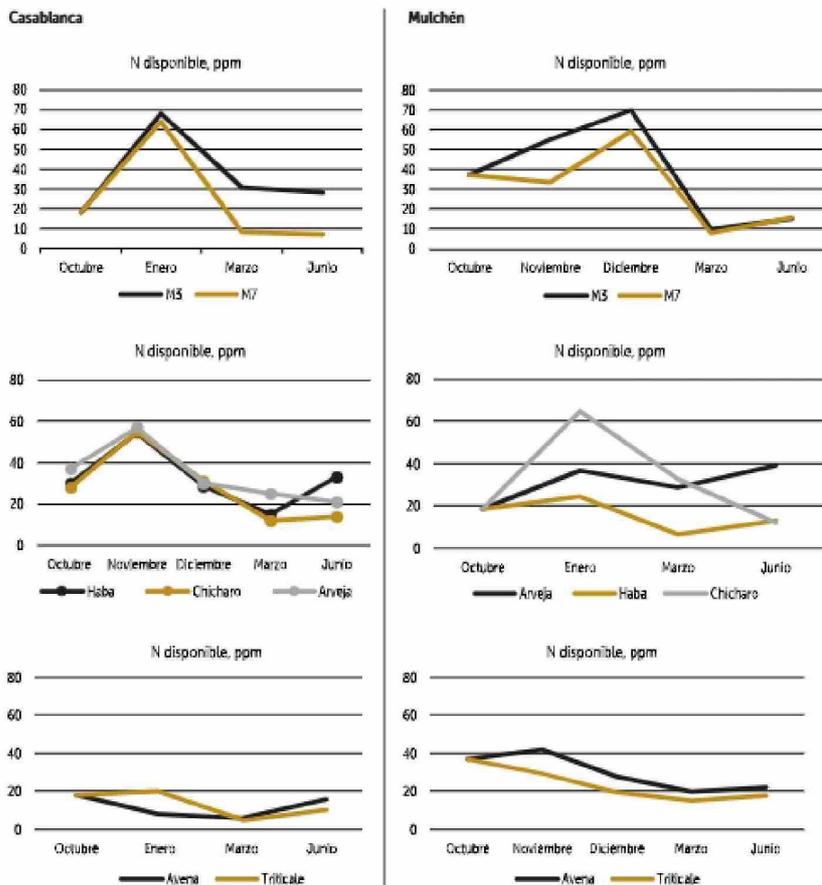
	Especie	Variedad/mezcla	
Leguminosas	Arveja	Livioletta	
	Chícharo	Corriente	
	Haba	Tic Bean	
	Lupino	Lila	
		Victor	
		Rumbo	
		Mezcla 3	
	Tréboles anuales	Mezcla 7	
Cereales	Triticale	Aguacero	
	Avena	Nehuén	

**Figura 2.** Estimaciones del monto de nitrógeno atmosférico fijado por seis cultivos de leguminosas de grano entre hileras y dos mezclas de leguminosas forrajeras anuales, en dos viñedos orgánicos de Emiliana (kg de N/ha).



Nota: Tréboles precoces corresponde a M3. Tréboles tardíos corresponde a M7.

**Figura 3.** Variación en el tiempo del contenido de nitrógeno disponible en el suelo, bajo diferentes cubiertas vegetales en viñedos Emiliana de Casablanca y Mulchén, durante la temporada 2023-2024.



Los datos de la figura 2 reflejan claramente que en viñedos establecidos en suelos rojo-arcillosos de Mulchén, los lupinos fijan altas cantidades de N, entre 220 y 290 kg/ha, lo cual no sucede en suelos graníticos de Casablanca, donde se fijaron montos inferiores a 50 kg/ha. Ello se debe a que son ambientes muy contrastantes en precipitaciones, contenido de materia orgánica de los suelos y presencia de cepas de rizobios eficientes para la fijación. En cambio las cubiertas de tréboles muestran un comportamiento satisfactorio en ambos ambientes, con niveles de fijación simbiótica entre 114 y 189 kg de N/ha. Finalmente, arveja chícharo y haba fijaron alrededor de 150

kg de N/ha en Casablanca, lo cual es adecuado para este tipo de suelos, mientras que en Mulchén arveja y haba mostraron niveles de fijación bajos para el tipo de suelo, en tanto que chícharo presentó niveles superiores a 200 kg de N/ha.

**¿Cuánto del nitrógeno fijado por las cubiertas vegetales queda disponible en el suelo para la nutrición de la viña asociada?**

No todo el N contenido en la biomasa de las leguminosas se transforma en N disponible en el suelo para el viñedo. La mineralización es un proceso dinámico y complejo donde suceden también procesos de volatilización, lixiviación e inmovilización, que corresponden a pérdidas

de parte del N. Por otra parte, la dinámica de mineralización, necesaria para la absorción del nitrógeno por las plantas, puede ser diferente entre las especies que componen las cubiertas vegetales: en algunas de ellas puede ser muy rápida y en otras lenta (figura 3). En los ensayos las mezclas de tréboles anuales mostraron una curva de mineralización muy similar en ambos sitios, con un fuerte peak de mineralización que ocurre en forma más temprana (diciembre) en Casablanca y un poco más tardíamente en Mulchén (enero). Ello se deriva principalmente de las temperaturas, vinculadas a un invierno más corto y cálido en la zona centro norte y más frío y prolongado

en el sur. En este peak de fines de primavera o inicios del verano, el nivel de N disponible en el suelo llega a 60 partes por millón (ppm). Con posterioridad, la mineralización declina de manera lineal hasta niveles de 20 ppm de N en junio de la temporada siguiente, muy similares a los que se mantienen durante toda la temporada con las cubiertas exclusivamente de cereales (no fijadoras de N). En estas últimas se observa un patrón de mineralización con una curva casi plana durante todo el período de evaluación, con un aporte muy escaso de N mineral al suelo (figura 3).

Los abonos verdes –arveja, haba y chícharo–, muestran una curva de mineralización comparable entre los sitios de evaluación, pero disímil entre las especies. Arveja, chícharo y haba presentaron un peak de mineralización comparable a las mezclas de tréboles en Casablanca, alcanzando niveles similares de mineralización de N. En Mulchén, la arveja y especialmente el chícharo se tradujeron en altos niveles de N mineral en el suelo, mientras que el abono verde de haba mostró un comportamiento subóptimo.

#### HERRAMIENTAS DE ALTO VALOR PARA UN MANEJO SUSTENTABLE

En este estudio realizado en viñas Emiliana, en dos tipos de suelo diferentes –granítico en Casablanca y rojo-arcilloso de origen volcánico en Mulchén–, confirma la importancia y la pertinencia del uso de cubiertas vegetales, como una herramienta de alto valor para un manejo sustentable del suelo, ya que tanto mezclas de tréboles anuales como el uso de abonos verdes de leguminosas de grano, fijan altas tasas de N atmosférico y, a través del proceso de mineralización de la materia orgánica, incrementan de manera significativa el contenido de N aprovechable del suelo.

Tal como lo indica la figura 3, conseguir niveles de entre 40 y 60 ppm de N mineral, provenientes de la descomposición de la biomasa de las leguminosas, en suelos graníticos de textura franco arenosa en Casablanca, equivale al remplazo de entre 80 y 100 kg de N/ha aplicados como fertilización convencional. Este monto de N podría cubrir una fracción muy importante de los requerimientos de fertilización nitrogenada de la viña, lo cual representa un avance sustancial en la sustentabilidad del sistema vitícola.

En ambas localidades ni el contenido de materia orgánica ni el pH del suelo se vieron modificados en una temporada por la inclusión de cubiertas vegetales entre las hileras del viñedo. En Casablanca, sobre suelos graníticos, los niveles de materia orgánica (MO) del suelo variaron en torno al 3%, mientras que en suelos volcánicos de Mulchén, el contenido

varió alrededor del 7%. Las pequeñas variaciones observadas entre los tratamientos fueron atribuibles a la variación propia del suelo, más que a los efectos de las cubiertas vegetales, dado se requiere de un manejo de cubiertas perseverante en el tiempo para modificar el contenido de MO del suelo.

#### RECOMENDACIÓN DE ESPECIES

En relación a los abonos verdes, en Mulchén claramente los lupinos por su alto contenido de N y alta producción de biomasa fueron las especies que expresaron el mejor comportamiento, lo que se tradujo en las tasas de fijación de N. En cuanto a las demás especies evaluadas para abonos verdes, destacó el comportamiento del chícharo, comparable a los expresado por las variedades de lupino.

En Casablanca, los lupinos, a excepción de la variedad Lila, mostraron bajas producciones, mientras que chícharo, haba y

arveja, presentaron mayores niveles de producción, alto contenido de N en la biomasa y alta fijación de N. El comportamiento de los lupinos fue subóptimo tanto en producción como en fijación de N, presumiblemente por fallas en la nodulación.

En relación a las mezclas de tréboles anuales, obtuvieron un comportamiento productivo óptimo en ambos sitios, con una superioridad en Mulchén de las mezclas de fenología tardía (M7), no obstante, presentó un contenido de N en la biomasa menor (2,1%), lo que se explica por un mayor contenido de MO y N de este suelo, lo cual inhibe la fijación. En Casablanca la mezcla compuesta por especies de mayor precocidad (M3) tuvo una tendencia a mayor producción de biomasa que M7. Los contenidos de N en la biomasa fueron superiores (3,2%) y consecuentemente la fijación de N.

En ambos sitios las leguminosas forrajeras anuales se

establecieron y produjeron de manera óptima. Los ciclos fenológicos estuvieron perfectamente adaptados a las condiciones ambientales de la zona semiárida (Casablanca M3) y húmeda (húmeda M7).

Próximamente trataremos aspectos de establecimiento y manejo de las cubiertas de manera de asegurar su persistencia y producción en el tiempo, efectos sobre el control de vigor en la vid, protección del suelo contra la erosión en huertos y viñedos plantados de laderas, restricciones y limitaciones de las cubiertas vegetales y experiencias desarrolladas en frutales (nogal, frambuesa, cítricos y otros). Ra

#### Reconocimiento

A **Vina Emiliana**, por el financiamiento otorgado al presente proyecto, y a **semillas Baer**, por su contribución mediante el aporte de las variedades de Lupino.