



# **Medición del rendimiento y calidad de uvas Malbec con aplicaciones de ácidos húmicos y fúlvicos como bioestimulantes**

---

**Dr. Rodrigo Espíndola**

Agencia de Extensión Rural Luján de Cuyo. Estación Experimental Agropecuaria  
Mendoza – INTA.

Agosto 2024.

## **Medición del rendimiento, parámetros de suelo y calidad enológica de uvas Malbec con aplicaciones de ácidos húmicos y fúlvicos como bioestimulantes.**

**Mendoza temporada 2023-24**

### Introducción

Los ácidos húmicos son componentes orgánicos complejos y son una mezcla heterogénea de moléculas orgánicas de alto peso molecular. Están compuestos principalmente por ácidos carboxílicos, fenoles, carbohidratos, lípidos y otras sustancias orgánicas. Por otro lado, los ácidos fúlvicos son también una mezcla heterogénea de compuestos orgánicos de alto peso molecular, similar a los ácidos húmicos. Sin embargo, a diferencia de los ácidos húmicos, los ácidos fúlvicos tienen una menor masa molecular y son más solubles en agua. Su estructura química incluye una variedad de grupos funcionales orgánicos como ácidos carboxílicos, fenoles, grupos hidroxilo y grupos carbonilo. Su capacidad para formar complejos con metales y nutrientes es importante para su papel en la fertilidad del suelo y en otros procesos biogeoquímicos en el medio ambiente.

Estos tienen funciones que permiten mejorar la estructura del suelo al promover la formación de agregados estables; permiten mayor retención y liberación de nutrientes por su alta capacidad de intercambio catiónico; favorecen la quelación de metales formando complejos con metales como hierro, aluminio y metales pesados; estimulan el crecimiento de microorganismos del suelo y el desarrollo radicular de las plantas por un aumento en la absorción de nutrientes y una mejora de la disponibilidad de agua.

### Objetivos

1. Analizar los componentes del rendimiento en cuanto al número de racimos, bayas, peso de bayas, diámetro de bayas y rendimiento luego de aplicaciones de GROWMATE PLANT Y GROWMATE SOIL.
2. Determinar la variación de compuestos fenólicos con y sin aplicaciones de estos bioestimulantes.
3. Medir cambios en el Porcentaje de Sodio Intercambiable y en la Capacidad de Intercambio Catiónico por un desplazamiento de la molécula de sodio como consecuencia del uso de ácidos húmicos.

## Hipótesis

El uso combinado de GROWMATE SOIL Y GROWMATE PLANT, agregados vía suelo y foliar, tiene un efecto bioestimulante en la planta que mejora la calidad enológica y el rendimiento a través de una mejora en la expresión vegetativa.

El uso de ácido húmico del suelo provocará un desplazamiento de la molécula de sodio que permite mayor presencia de otros cationes, modificando la RAS y la CIC en la rizósfera con un aumento en la producción.

## Materiales y métodos

Se armó un diseño completamente aleatorizado (DCA), en una parcela ubicada en la EEA Mendoza - INTA, Luján de Cuyo. El ensayo se realizó sobre un espaldero de la variedad Malbec con un marco de plantación de 2,5 m x 1,5 m (2.666 plantas / ha), claros de 6 m y cinco plantas por claro. Se seleccionó un sector homogéneo con plantas de vigor medio y de seis a ocho pitones con alrededor de 20 sarmientos mayores a 1 m de longitud. Se calculó el valor promedio (X) y desviación estándar (SD) para cada planta y se descartaron los claros con valores por fuera de un rango calculado con una SD.

$$\text{Rango} = X \pm (1 \text{ SD})$$

El manejo del viñedo fue con labranza mínima y se realizó una fertilización nitrogenada de base; calculada con base en la extracción 2022 (20 unidades de N), sin aplicación de meso ni micronutrientes. La parcela cuenta con riego por goteo ajustado por demanda con base en la ETo y Kc de cultivo.

## Diseño experimental

Se realizaron dos tratamientos y un testigo con ocho repeticiones. Para el caso, fueron necesarias 24 unidades experimentales (UE). Cada UE estuvo conformada por un claro de dos plantas. Los tratamientos se asignaron por sorteo. No se consideró el cálculo de interacciones. Se usó el programa Infostat y se calcularon estadísticos descriptivos de posición, dispersión, análisis de la varianza, análisis de normalidad de datos y gráficos de dispersión.



## Preparación de las soluciones y medición de variables

La preparación de las soluciones se realizó el mismo día de la aplicación. El ácido húmico se aplicó con mochila de 20 l (vía foliar) y el ácido fúlvico se aplicó con drench vía suelo imitando el riego por goteo. Se utilizaron probetas graduadas para la medición de productos. Se estimó un gasto de agua de 400 a 700 l/ha según la época del año. Las aplicaciones fueron realizadas por el mismo operario. Se procedió a cosechar cuando se alcanzó en promedio 21° Brix. Se tomó por cada repetición cuatro muestras de 1 kg para mediciones de componentes del rendimiento en gabinete y una muestra de 50 bayas para la determinación de color y contenido polifenólico. Al finalizar la cosecha, se tomó una muestra de suelo (1 kg) de la zona aplicada vía drench para medición de RAS y CIC en laboratorio (método INTA: Perez Peña 2024). Las variables medidas fueron: N° de bayas/racimos en cinco racimos por planta por repetición; peso de baya en cinco racimos por planta por repetición; diámetro de baya en 10 bayas de cinco racimos por planta por repetición; peso/planta y claro; contenido de polifenoles totales en laboratorio; color en laboratorio; RAS – CIC en laboratorio de suelos INTA.

## Resultados

Según los análisis de dispersión y el gráfico Q-Q plot de residuos versus predichos de las variables analizadas (Figuras 2 y 3), los datos presentan una distribución normal.

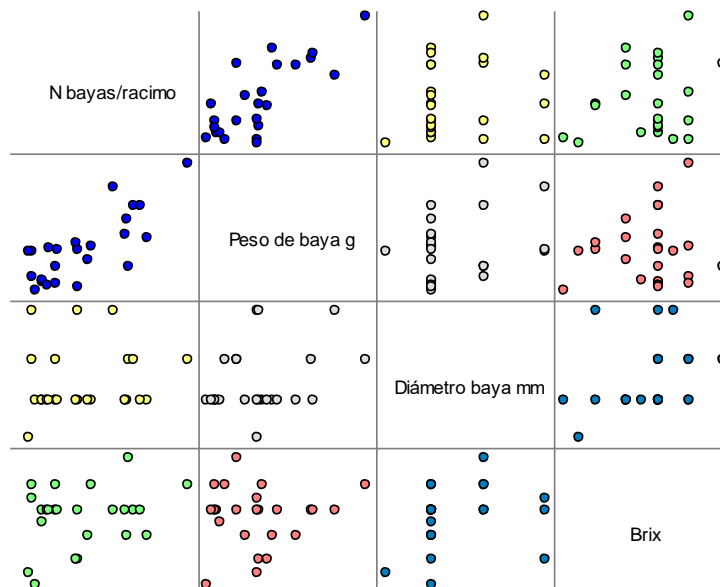


Figura 2. Gráfico de dispersión de datos – análisis de independencia

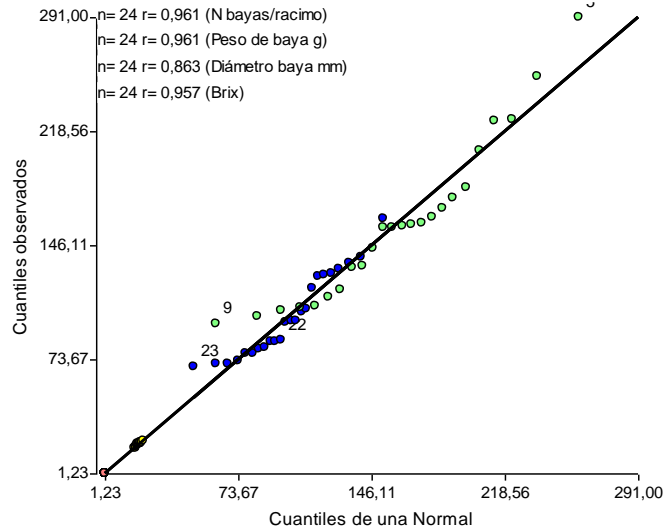


Figura 3. Q-Q plot residuos versus predichos. Análisis de normalidad.

Las variables del rendimiento (Tabla 1) – peso del racimo, peso por planta (kg) y peso por claro (kg) indican diferencias significativas entre el testigo y ambos tratamientos con ácidos (con y sin el agregado de micronutrientes); La variable número de racimos no muestra diferencias significativas, lo que se relaciona con que el proceso de inducción fue previo al inicio del ensayo. A su vez, para las mismas variables, no existen diferencias significativas entre los tratamientos con sólo aplicación de ácidos y de ácidos con el agregado de micronutrientes. Esto implica que el uso de ácidos húmicos y fúlvicos, independientemente de la aplicación de micronutrientes, tienen un efecto positivo sobre los componentes del rendimiento.

Tabla 1. Variables del rendimiento: valores promedio y nivel de significancia

Variables	N° racimos	Peso del racimo (g)	kg/planta	kg/claro
Testigo	93,75 A	0,12 A	10,97 A	54,85 A
Sólo ácidos	91,88 A	0,16 B	14,47 B	72,37 B
Ácidos + micro	<b>94,88 A</b>	<b>0,17 B</b>	<b>15,61 B</b>	<b>77,99 B</b>
P-valor	0,95	0,038	0,029	0,029

Otra variable del rendimiento que no tiene diferencias significativas es el número de bayas por racimo. Esto se relaciona con el momento en el que se produce la inducción de yemas y la diferenciación de inflorescencias (año anterior a la temporada de estudio). Sin embargo, las variables peso de baya, diámetro de baya y contenido de sólidos solubles (°Brix), indican diferencias significativas entre el testigo y ambos tratamientos con ácidos. Nuevamente se observa que el agregado de micronutrientes no muestra diferencias a nivel estadístico; sin embargo, presenta en todas las variables mencionadas los mayores valores promedio.

Tabla 2. Variables del rendimiento y la calidad de vayas: valores promedio y nivel de significancia – letras distintas indican diferencia.

Variabes	N° de bayas/racimo	Peso de baya	Diámetro de baya	°Brix
Testigo	90,88 A	123,88 A	1,32 A	18,81 A
Sólo ácidos	103,13 A	175,5 B	1,37 AB	19,19 A
Ácidos + micro	<b>109,25 A</b>	<b>180,88 B</b>	<b>1,43 B</b>	<b>20,83 B</b>
P-valor	0,38	0,038	0,014	0,007

Cuando se hace un análisis económico de la diferencia del ingreso, existe una variación de 124 qq/ha cuando se aplican ácidos + micronutrientes y 93 qq/ha cuando se aplican sólo ácidos. A un valor de U\$D 5/kg - \$ 500/qq existiría una diferencia de ingreso de U\$D 6.200 y U\$D 4.650 respectivamente.

De esta forma, si un productor incurre en un costo de U\$D 385 (7 U\$D/l – 55 l), asociado al uso de ácidos húmicos y fúlvicos, obtendría un beneficio adicional de U\$D 4.263 si se lo compara con una producción sin la aplicación de estos productos.

Tabla 3. Rendimiento expresado en hectárea por kilogramo y quintales

	kg/planta	kg/ha	qq/ha
Testigo	10,97	29253	292,53
Sólo ácidos	14,47	38587	<b>385,87</b>
Ácidos + micro	15,6	41600	<b>416,00</b>

### Determinación de compuestos fenólicos, antocianos y color

El contenido de compuestos fenólicos - expresado en mg de ácido gálico por baya – no muestra diferencias significativas entre tratamientos; sin embargo, el tratamiento que contiene sólo ácidos muestra un contenido mayor en 0,52 mg. Lo mismo se observa en cuanto al contenido de antocianos en baya - mg de malvidina-3-glucósido por baya. Respecto a la saturación del color (C – valor de 0 a 100), existen diferencias significativas encontrándose mayor saturación (intensidad de color) en los tratamientos que contienen ácidos. Esto es concordante con el valor de luminosidad (L), que muestra diferencias significativas y es mayor en el testigo (menor saturación o menor color). En cuanto al matiz (h), en todos los casos se tiende al violáceo (valores negativos), siendo que los tratamientos con ácidos se aproximan al azul. Por último, respecto al porcentaje de radicales libres secuestrados por compuestos antioxidantes – capacidad antioxidante – se observa que el tratamiento que sólo contiene ácidos es el que mayor proporción de antioxidantes contiene, siendo significativamente diferente del testigo (Tabla 4).

Tabla 4. Variables de la calidad: compuestos fenólicos, antocianos, color y porcentaje de radicales libres atrapados por antocianos. Valores promedio y nivel de significancia – letras distintas indican diferencia.

Variables	FeT mg AG/baya	AnT M-3-G/baya	h	L	C	%FRSA
Testigo	3,96 A	24,69 A	-17,49 A	62,49 B	64,95 A	59,53 A
Sólo ácidos	4,48 A	27,68 A	<b>-12,61 B</b>	<b>53,73 A</b>	<b>76,55 B</b>	<b>62,61 B</b>
Ácidos + micro	4,06 A	26,72 A	-14,82 AB	57,08 AB	72,51 AB	61,04 AB
P-valor	0,3893	0,569	0,0351	0,0249	0,054	0,0021

### Determinaciones de suelo

Como consecuencia de las aplicaciones de ácidos húmicos vía suelo no se observan diferencias significativas en la capacidad de intercambio catiónico ni en la relación de absorción de sodio (Tabla 5).

Tabla 5. Variables de suelo: CIC - RAS. Valores promedio y nivel de significancia – letras distintas indican diferencia.

Variables	CIC	RAS
Testigo	11,4 A	1,54 A
Sólo ácidos	10,77 A	1,45 A
P-valor	0,1075	0,1833



## Conclusiones

- Los componentes que dependen de la temporada; es decir, aquellos que no se relacionan con un proceso previo de inducción y diferenciación, mejoraron con el uso de ácidos húmicos y fúlvicos.
- Si bien los valores del rendimiento aumentaron con el uso de micronutrientes, estos tuvieron un impacto económico, pero no estadístico.
- El color mejora significativamente en cuanto a saturación de color o intensidad y luminosidad. El matiz de los tratamientos con ácidos se encuentra entre los azules y violetas.
- De este modo se acepta la primera hipótesis ya que el uso de ácidos en el suelo y vía foliar produjo una mejora en el rendimiento dada por el aumento del peso de la baya, peso del racimo, diámetro de la baya, contenido de azúcar y parámetros del color; todo esto relacionado con una mejor captación de nutrientes.
- En el plazo de una temporada y ante condiciones de suelo normal, no se observan modificaciones en la CIC ni en la RAS. Por esto se rechaza la segunda hipótesis de este trabajo ya que no se corrobora que exista un desplazamiento efectivo de la molécula de sodio como consecuencia del uso de ácidos húmicos.
- Se sugiere continuar el estudio midiendo el efecto en la inducción (número de racimos/planta) y diferenciación (número de bayas/racimo); concentrando las aplicaciones vía drench y evaluar el efecto en la CIC.