

# Biotecnología agropecuaria aplicada

Leandris Argentel-Martínez  
Ofelda Peñuelas-Rubio  
Lucila Perales-Aguilar  
Ugur Azizoglu  
Editores



Pantanal Editora

2024

**Leandris Argentel-Martínez**  
**Ofelda Peñuelas-Rubio**  
**Lucila Perales-Aguilar**  
**Ugur Azizoglu**  
Editores

# **Biotecnología agropecuaria aplicada**



Pantanal Editora

2024

Copyright© Pantanal Editora

**Editor Jefe:** Dr. Alan Mario Zuffo

**Editores Ejecutivos:** Dr. Jorge González Aguilera y Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

**Diseño:** El editor. **Diseño y arte:** el editor. Imágenes de portada y contraportada: Canva.com. **Reseña:** Autor(es), organizador(es) y editor.

### Consejo editorial

#### Grado académico y nombre

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos  
Prof. MSc. Adriana Flávia Neu  
Prof. Dra. Allys Ferrer Dubois  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior  
Prof. MSc. Aris Verdecia Peña  
Prof. Arisleidis Chapman Verdecia  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva  
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo  
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu  
Prof. Dr. Carlos Nick  
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos  
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva  
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos  
Prof. MSc. David Chacon Alvarez  
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira  
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira  
Prof. Dra. Dennyura Oliveira Galvão  
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins  
Prof. Dr. Fábio Steiner  
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza  
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez  
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles  
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira  
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto  
Prof. MSc. João Camilo Sevilla  
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales  
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski  
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira  
Prof. Dr. Luciano Façanha Marques  
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela  
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez  
Prof. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann  
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior  
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos  
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla  
Prof. MSc. Mary Jose Almeida Pereira  
Prof. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes  
Prof. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira  
Prof. Dra. Patrícia Maurer  
Prof. Dra. Queila Pahim da Silva  
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty  
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke  
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes  
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)  
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos  
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues  
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca  
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira  
Prof. Dra. Yilan Fung Boix  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

#### Institución

OAB/PB  
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã  
UO (Cuba)  
IF SUDESTE MG  
Facultad de Medicina (Cuba)  
ISCM (Cuba)  
UFESSPA  
UEA  
UNEMAT  
UFV  
AJES  
UFGD  
UEMS  
IFPA  
UNICENTRO  
IFMT  
UFMG  
URCA  
ISEPAM-FAETEC  
IFG  
UEMS  
UFF  
(Colômbia)  
UNAM (Peru)  
IFRR  
UCG (México)  
Rede Municipal de Niterói (RJ)  
UNMSM (Peru)  
UFMT  
SED Mato Grosso do Sul  
UEMA  
IFPR  
Tec-NM (México)  
Consultório em Santa Maria  
UFJF  
UEG  
FAQ  
UNAM (Peru)  
SEDUC/PA  
IFB  
IFPA  
UNIPAMPA  
IFB  
UO (Cuba)  
UFMS  
UFPI  
UFG  
UEMA  
IFB  
UFPI  
FURG  
UO (Cuba)  
UFT

Consejo Científico Técnico  
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior  
- Esp. Maurício Amormino Júnior  
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Hoja de catálogo

**Catalogación en publicación**  
**Preparado por Bibliotecario Janaina Ramos – CRB-8/9166**

B616

Biotecnología agropecuaria aplicada / Edición de Leandris ArgenteL-Martínez, Ofelda Peñuelas-Rubio, Lucila Perales-Aguilar, Ugur Azizoglu. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2024.  
203p. ; il.

Reserva en PDF

ISBN 978-65-85756-36-5

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756365>

1. Biotecnología en la agricultura. 2. Microorganismos. I. ArgenteL-Martínez, Leandris (Editores). II. Peñuelas-Rubio, Ofelda (Editores). III. Lucila Perales-Aguilar (Editores). IV. Azizoglu, Ugur (Editores). V. Título.

CDD 631.52

Índice del catálogo sistemático

I. Biotecnología en la agricultura



Nuestros libros electrónicos son gratuitos y se permite el acceso público, la descarga y el intercambio, pero solicitamos que se dé el debido crédito a Pantanal Editora y también a los organizadores y autores. Sin embargo, no se permite el uso de libros electrónicos con fines comerciales, salvo autorización expresa de los autores y acuerdo de Pantanal Editora.

**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## **Presentación**

Sin duda, la biotecnología representa una de las áreas científicas de mayor avance y aplicación en la actualidad. Aun cuando sus inicios fueron hace miles de años, con la obtención de cerveza y queso, gracias al avance científico-tecnológico en las ciencias relacionadas con la biología, se ha potenciado la rama agropecuaria.

En México, considerando que las actividades de producción agrícola y pecuaria son primordiales para el desarrollo del país, existe gran interés de la comunidad científica para buscar alternativas que den solución a los problemas más relevantes que limitan la producción de alimentos.

El presente compendio científico “**Biología agropecuaria aplicada**” aborda temas relevantes del área agropecuaria. Se hace énfasis en el aprovechamiento de microorganismos bacterianos y fúngicos y su potencial uso en los agroecosistemas. Estas aplicaciones con la finalidad de promover prácticas sustentables de producción, desde la promoción del crecimiento vegetal en condiciones ambientales adversas, el biocontrol de fitopatógenos y malezas, así como la biorremediación. También se exploran metodologías novedosas para la obtención de compuestos antioxidantes y antifúngicos. Además, se presentan avances en la elaboración de nuevos alimentos para la producción acuícola, como alternativas para la nutrición efectiva.

Los trabajos aquí presentados constituyen evidencias de los pasos sólidos que dan los diferentes grupos de investigación nacionales e internacionales del área de la biología agropecuaria. Se agradece la participación de los autores que pertenecen al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI-CONACYT) de los Estados Unidos Mexicanos.

**Los Autores**

## Resumen

<b>Presentación</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo 1</b>	<b>6</b>
Perspectivas de la aplicación del microbioma bacteriano de <i>Parkinsonia aculeata</i> en suelos salinos	6
<b>Capítulo 2</b>	<b>17</b>
Microorganismos promotores del crecimiento vegetal y yeso agrícola en el cultivo de uva industrial variedad <i>Cabernet sauvignon</i> , Valle del Yaqui	17
<b>Capítulo 3</b>	<b>26</b>
Efecto de pulsos ultrasónicos en la extracción de compuestos antioxidantes y antifúngicos en <i>Euphorbia prostrata</i> (golondrina)	26
<b>Capítulo 4</b>	<b>36</b>
Evaluación de la sustitución parcial de harina de pescado por harina de <i>Amaranthus hybridus</i> para cultivo de tilapia ( <i>Oreochromis aureus</i> )	36
<b>Capítulo 5</b>	<b>48</b>
Potencial del género <i>Pleurotus</i> como agente biorremediador en la eliminación de metales pesados de suelos: un enfoque biotecnológico para la agricultura sostenible	48
<b>Capítulo 6</b>	<b>59</b>
El papel de las bacterias quitinolíticas en interacciones planta-patógeno y su potencial empleo biotecnológico en la agricultura	59
<b>Capítulo 7</b>	<b>71</b>
Avances en el desarrollo de micoherbicidas para el manejo agroecológico de la correhuela ( <i>Convolvulus arvensis</i> L.) en la agricultura	71
<b>Capítulo 8</b>	<b>84</b>
Caracterización fisicoquímica parcial de la harina de grillo domestico <i>Acheta domesticus</i> como ingrediente novedoso en formulaciones	84
<b>Capítulo 9</b>	<b>93</b>
El género <i>Bacillus</i> como aliado en la agricultura sostenible	93
<b>Capítulo 10</b>	<b>114</b>
<i>Trichoderma</i> , bioinsumo para la agricultura sustentable y protegida	114
<b>Capítulo 11</b>	<b>135</b>
El papel de la Agrobiotecnología en la Agricultura	135
<b>Capítulo 12</b>	<b>148</b>
Cromatografía: Una técnica esencial en la Biotecnología Agropecuaria	148
<b>Capítulo 13</b>	<b>186</b>
Propagación <i>in vitro</i> de Cactáceas y Agaváceas tolerantes a metales pesados en el suelo	186
<b>Índice Remissivo</b>	<b>202</b>
<b>Editores</b>	<b>203</b>

# Microorganismos promotores del crecimiento vegetal y yeso agrícola en el cultivo de uva industrial variedad *Cabernet sauvignon*, Valle del Yaqui

Recibido en: 08/05/2024

Aprobado en: 14/05/2024

 10.46420/9786585756365cap2

Luis Enrique Estrella-Osuna 

Marco Antonio Gutiérrez-Coronado 

## RESUMEN

El cultivo de uva es uno de los más importantes en México, con alto impacto económico y gran demanda de producción. Debido a su consumo diversificado, con tres principales destinos (uva de mesa, uva industrial y uva pasa), se caracteriza por su alto valor económico. La inoculación de las plantas con microorganismos promotores de crecimiento vegetal (MPCV) es una alternativa al uso de agroquímicos requeridos en la producción. Así mismo, se han utilizado enmiendas para el suelo, como el yeso agrícola, que permiten mejorar las características del suelo. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de MPCV (*Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens* y *Trichoderma harzianum*) en combinación con yeso agrícola, aplicados al suelo en plantas de uva de la variedad *Cabernet sauvignon*. Se realizó en cuatro tratamientos: T1: Testigo (sin tratamiento), T2 Yeso agrícola, T3: *Trichoderma harzianum* + yeso agrícola, T4: consorcio microbiano (*Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens* y *Trichoderma harzianum*) + yeso agrícola, bajo un diseño experimental completamente al azar. Las variables analizadas fueron: clorofila, análisis nutrimental de tejido foliar, número y peso de racimos, bayas por racimo, rendimiento del cultivo, grados Brix, acidez titulable y firmeza del fruto. La aplicación de los tratamientos aumentó un 16.58% (T3) y 35% (T4) en el rendimiento para la uva industrial.

## INTRODUCCIÓN

El fruto de la vid (*Vitis vinifera* L.) es considerado uno de los principales frutales en el sector agrícola mexicano, por su alto valor comercial y por ser uno de los principales frutos de exportación.

En México, el Estado con mayor producción de uva industrial es Zacatecas con un volumen de 29, 854 toneladas, mientras que el Estado de Sonora se posiciona en el séptimo lugar con un volumen de producción de 1,812 toneladas. El destino de esta fruta es principalmente la elaboración de vinos de mesa y otros productos industriales (SIAP, 2023).

Existen diversas variedades de uva producidas en México para uso industrial. Entre las principales variedades de uva para vino se encuentran *Cabernet Sauvignon*, *Merlot*, *Syrah* y *Chardonnay*, que destacan por su gama aromática que le dan cualidades del vino (Vázquez et al., 2022).

Para satisfacer las necesidades de producción se requiere de grandes cantidades de insumos agroquímicos e intensivas prácticas agrícolas no sostenibles, por lo que la actividad microbiana del suelo ha sido afectada. El desequilibrio de estas comunidades microbianas provoca procesos que limitan su capacidad de llevar a cabo sus principales servicios ecosistémicos, como la producción de biomasa y el reciclaje de nutrientes, reduciendo así, la calidad y rendimiento de los cultivos (Cruz et al., 2021).

La aplicación de inoculantes a base de microorganismos es una alternativa que favorece la conservación del medio ambiente y contribuye a la calidad del suelo. Estos microorganismos son un grupo de especies que interactúan en la rizosfera con las raíces de las plantas, favoreciendo la promoción del crecimiento vegetal y el control biológico de patógenos (Blake et al., 2021).

También, se han utilizados enmiendas para el suelo, como lo es el sulfato de calcio di-hidratado ( $\text{CaSO}_4+2\text{H}_2\text{O}$ ), conocido comúnmente como yeso agrícola, cuya aplicación mejora las propiedades del suelo al desplazar el sodio presente en él, favorece su estructura y disponibilidad de los nutrientes, aumentando la producción de los cultivos (Zenteno et al., 2020).

El objetivo de presente estudio fue evaluar el efecto de microorganismos promotores del crecimiento vegetal (*Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens* y *Trichoderma harzianum*) y yeso agrícola aplicados al suelo en cultivo de uva industrial de la variedad *Cabernet sauvignon*, a través de análisis nutrimentales, fisiológicos, de rendimiento y calidad postcosecha para incrementar su productividad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en un lote experimental de un cultivo de vid de variedad *Cabernet sauvignon*, de seis años de edad, dentro de la parcela 98 Z-1 P 1/1 del ejido Esperanza, ubicado en Municipio de Cajeme, Sonora, México. En un suelo franco-areno-arcilloso, con un pH de 7.6 y un porcentaje de materia orgánica de 1.26. El experimento se desarrolló durante el ciclo primavera-verano 2023. El diseño experimental fue completamente al azar, con cuatro tratamientos y diez repeticiones por tratamiento (plantas). Los tratamientos fueron: T1 testigo (sin tratamiento); T2 yeso agrícola; T3 *Trichoderma harzianum* + yeso agrícola; T4 consorcio microbiano (*Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens* y *Trichoderma harzianum*) + yeso agrícola. Los microorganismos se inocularon a una concentración de  $10^8$  UFC  $\text{mL}^{-1}$   $\text{m}^{-2}$  de suelo. Mientras que el yeso agrícola fue a una concentración de  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de calcio. Las aplicaciones de yeso agrícola con MPCV se realizaron cada 15 días, a partir de la brotación, con un total de ocho aplicaciones en el ciclo.

Durante el ciclo completo de la uva se evaluaron variables como clorofila, mediante el Soil-Plant Analysis Development (Spad 502 Konica Minolta, Osaka, Japón), para lo cual se realizaron lecturas semanales a partir de la primera aplicación de tratamientos, entre las 11 y 14 horas del día, realizando el

promedio de tres mediciones en tres partes diferentes de una hoja fisiológicamente madura, reportando como resultado unidades SPAD.



**Figura 1.** Muestra compuesta de tejido vegetal en plantas de uva industrial

Para el análisis nutrimental de tejido foliar, se determinaron la concentración de macro (N, K, P, Ca y Mg) y micronutrientes (Fe, Cu, Zn y Mn) con una muestra compuesta de tejido vegetal para cada tratamiento (Figura 1), colectadas durante las etapas de floración y envero (Figura 2A). El análisis se realizó mediante los métodos de Alcántar y Sandoval (1999), en un espectrofotómetro DR3900 HACH.



**Figura 2.** Etapas fenológicas de la vid: A. Etapa de envero y B. Etapa de vendimia (maduración)

Para las variables de rendimiento, se contabilizaron el número total de racimos por planta (Figura 2B) y número de bayas. El peso por racimo se determinó en una báscula digital, obteniendo los resultados en gramos (g), extrapolándose toneladas  $ha^{-1}$  para obtener el rendimiento total del cultivo por hectárea.

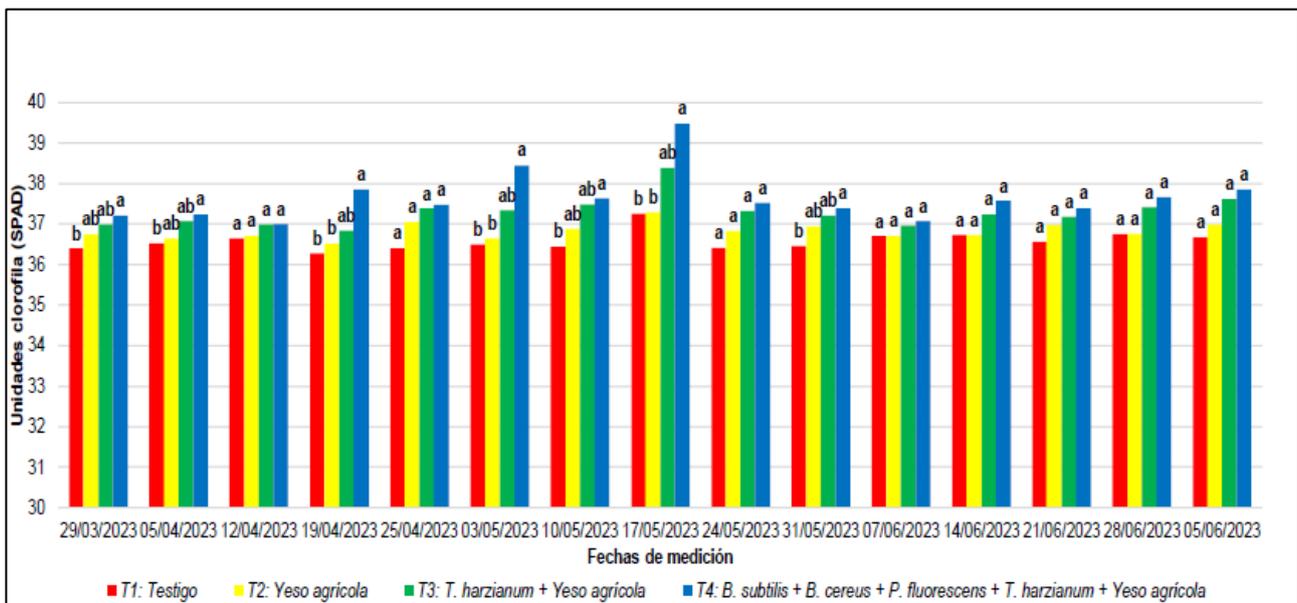
Dentro de las variables postcosecha, se evaluaron grados Brix, mediante de un Refractómetro modelo RHB-32. La acidez titulable se determinó a partir del zumo obtenido tras el triturado de las

muestras del fruto a través de la titulación de NaOH 0.1N, mediante el empleo de fenolftaleína como indicador. Mientras que la firmeza del fruto se midió con un penetrómetro (FT-10 Wagner-Instruments).

Los datos fueron procesados y analizados mediante un análisis de varianza ANOVA y la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ( $p < 0.05$ ), en el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 22.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observa que la inoculación con MPCV y yeso agrícola aumentó la concentración de clorofila en todas de las semanas de medición. Los tratamientos T3 y T4 presentaron la mayor concentración con respecto a T1 y T2. (Figura 3). El tratamiento del consorcio de todos los microorganismos en combinación con yeso agrícola (T4) presentó diferencias estadísticamente significativas en comparación con el testigo, al aumentar 2.23, 1.94, 4.33, 5.34, 3.27, 5.99, 2.55% para las semanas 1, 2, 4, 6, 7, 8, y 10.



Barras con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

**Figura 3.** Medición semanal de clorofila en plantas de uva industrial, con el efecto de la aplicación al suelo de MPCV y yeso agrícola

La concentración de clorofila está directamente relacionada con el contenido de N en la planta. Este elemento es esencial en el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que forma parte de las proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos y clorofila (Mendoza-Tafolla et al., 2022). En un estudio realizado por Rojas-Sánchez et al. (2022) obtuvieron un aumento en la concentración de clorofila con los compuestos producidos por la bacteria *Bacillus subtilis* en tres cultivares de zarzamora. Por su parte, Lemus-Soriano et al. (2021) en un experimento en cultivo de aguacate, obtuvieron los mayores resultados en concentración de clorofila al utilizar un consorcio compuesto con *T. harzianum* y *B. subtilis*.

La inoculación con MPCV aumentó considerablemente los macros y micronutrientes en las etapas de floración y envero, siendo T3 y T4 los tratamientos con mayor concentración nutrimental

(Cuadro 1). El tratamiento compuesto por los cuatro microorganismos en combinación con yeso agrícola (T4) obtuvo los mayores resultados de concentración en la mayoría de los nutrimentos, al obtener un aumento de 5.38% (N), 18.46% (P), 46.66% (K), 15.55% (Ca), 7.55% (Mg), 82.56% (Fe), 25.00% (Cu), 146.66% (Zn) y 55.55% (Mn) en comparación con T1. Así mismo, obtuvo un aumento en la etapa de envero con 14.44% (N), 33.96% (P), 12.94% (K), 22.75% (Ca), 25.00% (Mg), 38.88% (Fe), 7.69% (Cu), 21.43% (Zn) y 38.88% (Mn) en comparación con el testigo.

**Cuadro 1.** Concentración nutrimental en tejido foliar de uva industrial, con el efecto de la aplicación al suelo de MPCV y yeso agrícola

Etapas del cultivo	Tratamientos	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
		%					ppm			
Floración	T1: Testigo	1.86	0.65	1.05	1.80	0.53	86	12.0	15.0	18.0
	T2: Yeso agrícola	1.92	0.62	1.20	1.95	0.57	99	14.0	22.0	16.0
	T3: <i>T. harzianum</i> + Yeso agrícola	2.16	0.74	1.26	1.96	0.60	144	14.0	35.0	25.0
	T4: <i>B. subtilis</i> + <i>B. cereus</i> + <i>P. fluorescens</i> + <i>T. harzianum</i> + Yeso agrícola	1.96	0.77	1.54	2.08	0.57	157	15.0	37.0	28.0
Envero	T1: Testigo	1.80	0.53	0.85	1.67	0.48	90	13.0	14.0	18.0
	T2: Yeso agrícola	2.01	0.60	0.95	1.98	0.56	88	12.5	18.0	18.0
	T3: <i>T. harzianum</i> + Yeso agrícola	2.05	0.65	0.92	2.01	0.55	117	14.0	18.0	22.0
	T4: <i>B. subtilis</i> + <i>B. cereus</i> + <i>P. fluorescens</i> + <i>T. harzianum</i> + Yeso agrícola	2.06	0.71	0.96	2.05	0.60	125	14.0	17.0	25.0
	Referencia*	1.7-3	0.15-0.5	1.5-2	1-3	0.3-1.5	40-300	5-25	25-100	30-150

\* Jones et al. (1991)

En el número de racimos no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos, sin embargo, se puede observar que se presentó una tendencia de incremento con la aplicación de los tratamientos, siendo los tratamientos T3 y T4 los que presentaron la mayor cantidad de racimos (Cuadro 2). Para una producción de uva de calidad se requiere de un manejo en la producción denominado raleo, el cual implica dejar un cierto número de racimos y eliminar el resto, por lo que un exceso de racimo no es el objetivo en la producción de uva, ya que puede comprometer la calidad. Se han realizado una gran cantidad de estudios donde la inoculación de estos microorganismos aumenta el número de frutos en diversos cultivos, tal es el caso de Gallegos-Morales et al. (2022) que obtuvieron un aumento del 48% en frutos con la inoculación de *T. harzianum* en cultivo de Chile.

La aplicación de tratamientos mostró un aumento en el número de bayas por racimo, aumentando en un 4.6, 9.2 y 12.6% para T2, T3 y T4 respectivamente, en comparación con el testigo (Cuadro 2). En un estudio realizado por Yuste et al. (2023) evaluaron la producción, desarrollo vegetativo y calidad de uva por efecto de estrés hídrico durante tres años, obtuvieron un valor de número de bayas de 86 a 95

bayas por racimo para la variedad *Cabernet Sauvignon*, lo que coincide con los datos obtenidos en este estudio.

Para el peso del racimo no se presentaron diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, se puede observar que las plantas tratadas tienen una tendencia a incrementar (Cuadro 2). Los valores de peso oscilaron entre los 95 a 105 g, lo cual concuerda con los valores de peso de racimo en un estudio con distintos volúmenes de riego en Baja California, los cuales obtuvieron pesos de 96 a 110 g en la variedad *Cabernet Sauvignon* (Valenzuela-Solano et al., 2023).

Un estudio realizado por Chen et al. (2022) evaluaron el efecto promotor de crecimiento de la inoculación de un cultivo de vid con una bacteria del género *Bacillus*, obteniendo que las plantas tratadas aumentaron significativamente el peso de la uva en comparación con las plantas no tratadas.

Del mismo modo, se realizó un estudio en donde se evaluaron tres concentraciones de un biofertilizante a base de *Pseudomonas* en un cultivo de vid, obteniendo como resultado un favorable crecimiento en la uva, ya que aumentó significativamente el peso y tamaño, siendo 17.2% mayor el peso de la baya en plantas tratada en comparación con el testigo (Lu et al., 2020).

La aplicación de los tratamientos aumentó el rendimiento del cultivo, siendo T4 quien mostró diferencia estadísticamente significativa con T1. Este incremento fue de 8.95, 16.58 y 35% para T2, T3 y T4 respectivamente en comparación con T1 (Cuadro 2).

El valor de grados Brix no presentó diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos evaluados, cuyos valores oscilaron de entre 19.60 a 21.50 (Cuadro 3). Este resultado coincide con los reportados por Flórez y Montes (2023) que al evaluar el efecto que tiene la aplicación de bacterias en el cultivo de fresa no obtuvieron diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, los tratamientos aplicados sí tuvieron un aumento numérico en la concentración de grados Brix.

Por su parte, Flores-Breceda et al. (2022) determinaron como rango de aceptación para la cosecha de uvas para la producción de vino de entre 21° y 25° Brix, quienes en un experimento obtuvieron concentraciones de grados Brix de 19.7 a 23.1 para la variedad *Cabernet Sauvignon*.

**Cuadro 2.** Variables de rendimiento en uva industrial, con el efecto de la aplicación al suelo de MPCV y yeso agrícola

Tratamientos	Número de racimos	Peso del racimo (g)	Bayas por racimo	Rendimiento (Ton/ha)
T1: Testigo	18.00 a	95.00 a	87 b	3.80 b
T2: Yeso agrícola	19.00 a	98.00 a	91 ab	4.14 ab
T3: <i>T. harzianum</i> + Yeso agrícola	20.00 a	99.75 a	95 ab	4.43 ab
T4: <i>B. subtilis</i> + <i>B. cereus</i> + <i>P. fluorescens</i> + <i>T. harzianum</i> + Yeso agrícola	21.50 a	105.00 a	98 a	5.13 a

Medias con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

En cuanto a la acidez titulable, los rangos oscilaron en 0.93 a 1.01% de acidez sin presentar diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 3). Los datos coinciden con el estudio realizado por Sánchez-Monfort et al. (2020) quienes evaluaron parámetros de madurez en diferentes variedades de uva para la elaboración de vino, obteniendo como resultado una acidez de entre los 0.5 a 1.02%. Así mismo, se desarrolló un estudio en diferentes variedades de uva, en el cual la variedad *Cabernet Sauvignon* obtuvo un resultado de acidez titulable de 0.38 a 1.4% (Schneider et al., 2020). En la firmeza del fruto no se presentaron diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, se obtuvo un aumento de 7.98, 7.36 y 2.45% para los tratamientos T2, T3 y T4 respectivamente en comparación con el T1 (Cuadro 3). La firmeza del fruto es una característica que define su calidad (Escorcia-Luna *et al.*, 2020). Se observa que los tratamientos T2, T3 y T4 son los que tienen un mayor valor numérico, a pesar de no presentar diferencias estadísticamente significativas. Esta firmeza puede estar asociado al contenido de calcio, ya que los tratamientos T2, T3 y T4 son los que presentan la mayor concentración de este macroelemento. En las células vegetales el calcio cumple diversas funciones, entre ellas, la parte estructural, manteniendo la integridad de las membranas de la pared celular (Fischer et al., 2021).

**Cuadro 3.** Variables de calidad postcosecha en uva industrial, con el efecto de la aplicación al suelo de MPCV y yeso agrícola

Tratamientos	Grados Brix (SST)	Acidez titulable (AT) (%)	Relación SST/AT	Firmeza (Kgf)
T1: Testigo	20.30 a	1.00 a	16.02 a	3.26 a
T2: Yeso agrícola	19.60 a	1.01 a	15.91 a	3.52 a
T3: <i>T. harzianum</i> + Yeso agrícola	20.50 a	0.95 a	17.97 a	3.50 a
T4: <i>B. subtilis</i> + <i>B. cereus</i> + <i>P. fluorescens</i> + <i>T. harzianum</i> + Yeso agrícola	21.50 a	0.93 a	17.78 a	3.34 a

Medias con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

## CONCLUSIONES

La inoculación con MPCV y yeso agrícola en el cultivo de uva de uva industrial incrementa el contenido nutrimental de tejido foliar en las etapas de floración y envero del cultivo. Además, favorece significativamente las variables de clorofila, número de bayas por racimo y rendimiento total del cultivo. Por su parte, las variables de calidad postcosecha no presentaron un efecto significativo.

## BIBLIOGRAFÍA

Alcántar, G., & Sandoval, M. (1999). Manual de análisis químico de tejido vegetal. Sociedad Mexicana de La Ciencia Del Suelo, A.C. Chapingo, México, 10, 156.

- Blake, C., Christensen, M., & Kovács, Á. (2021). Molecular aspects of plant growth promotion and protection by *Bacillus subtilis*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, *34*(1), 15-25. <https://doi.org/10.1094/MPMI-08-20-0225-CR>
- Chen, X., Yang, F., Bai, C., Shi, Q., Hu, S., Tang, X., & Ding, H. (2022). *Bacillus velezensis* Strain GUMT319 Reshapes Soil Microbiome Biodiversity and Increases Grape Yields. *Biology*, *11*(10), 1486. <https://doi.org/10.3390/biology11101486>
- Cruz, C., Zelaya, L., Sandoval, G., De los Santos, S., Rojas, E., Chávez, I. F., & Ramirez, S. R. (2021). Utilización de microorganismos para una agricultura sostenible en México: consideraciones y retos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *12*(5), 899–913. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i5.2905>
- Escorcia-Luna, L. A., Bugarín-Montoya, R., Luna-Esquivel, G., Alejo-Santiago, G., Rosete, C. R. J., Calderón-Zavala, G., & Sánchez-García, P. (2020). Concentración de K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> y NH<sub>4</sub> en la producción y calidad del fruto y brotación vegetativa de cuatro cultivares de fresa. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *23*, 23.
- Fischer, G., Miranda, D., Magnitskiy, S., Balaguera-López, H. E., & Molano, Z. (2021). Avances en el cultivo de las berries en el trópico. *Avances en el cultivo de las berries en el trópico*. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. <https://doi.org/10.17584/IBerries>
- Flores-Breceda, H., Luna-Maldonado, A. I., del Carmen Ojeda-Zacarias, M., Rodríguez-Fuentes, H., Vidales-Contreras, J. A., & Rodríguez-Romero, B. A. (2022). Modelación de la dormancia invernal de un viñedo en Linares, Nuevo León. *Revista Agraria*, (1), 31-31.
- Florez, E., y Montes, E. (2023). Evaluación del efecto en la producción y calidad que tiene la aplicación de bacterias en el cultivo de fresa (*Fragaria sp.*) bajo dos sistemas de producción.
- Gallegos-Morales, G., Espinoza-Ahumada, C. A., Figueroa-Reyes, J., Méndez-Aguilar, R., Rodríguez-Guerra, R., Salas-Gómez, A. L., & Peña-Ramos, F. M. (2022). Compatibilidad de especies de *Trichoderma* en la producción y biocontrol de marchitez del chile. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, *9*(2).
- Jones, J., Wolf, B., & Mills, H. A. (1991). *Plant analysis handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Micro-Macro Publishing, Inc.
- Lemus-Soriano, B. A., Venegas-González, E., & Pérez-López, M. A. (2021). Efecto de bioestimulantes radiculares sobre el crecimiento en plantas de aguacate. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *12*(6), 1139-1144. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i6.2725>
- Lu, H., Wu, Z., Wang, W., Xu, X., & Liu, X. (2020). Rs-198 liquid biofertilizers affect microbial community diversity and enzyme activities and promote *Vitis vinifera* L. growth. *BioMed Research International*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/8321462>
- Mendoza-Tafolla, R., López, J., Capurata, E., AliaTejagal, I., Sánchez, G., Torres, V., & Bárcenas, T. (2022). Estimación de la concentración de clorofila, nitrógeno y biomasa en arúgula (*ErUCA sativa mill.*) mediante mediciones portátiles no destructivas. *Bioagro*, *34*(2), 151-162.

- Rojas-Sánchez, B., Santoyo, G., Delgado-Valerio, P., & del Carmen Rocha-Granados, M. (2022). Endophytic *Bacillus spp.* differentially promotes growth of three blackberry varieties. *Bioagro*, 34(2), 99-110.
- Sánchez-Monfort, M., Gracia, P., Guasch, E., López-Vicente, M., & Gogorcena Aoiz, Y. (2020). Aptitud enológica de variedades de vid cultivadas en zonas de montaña.
- Schneider, F., Gleisner, L., Felipe, V., Ramos, P., & Leidy, L. (2020). *Caracterización de variables físico-químicas de bayas de tres variedades tintas de Vitis vinifera L. durante su maduración* (Doctoral dissertation, Universidad de Talca (Chile). Escuela de Agronomía).
- SIAP (2023). *Panorama Agroalimentario 2023*. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
- Valenzuela-Solano, C., Díaz, G. M., Moreno, V. M. R., & Hernández-Martínez, R. (2023). Efectos de tres técnicas de riego sobre los rendimientos y eficiencia en el uso del agua por la vid (*Vitis vinifera* L.) En el valle de Guadalupe, Baja California. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 6(3).
- Vázquez, E. A., Borrego, P. N., & Herrera, G. A. (2022). *Capítulo 8. Propuesta tecnológica para aprovechamiento de subproductos de la industria vitivinícola*. La industria vitivinícola mexicana en el siglo xxi: retos económicos, ambientales y sociales.
- Yuste, J., Vicente, A., & Martínez-Porro, D. (2023). Rehidratación según el nivel de estrés del cv. Cabernet Sauvignon en el valle del río Duero: efectos en producción, desarrollo vegetativo y calidad de uva. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 56, p. 01024). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20235601024>.
- Zenteno, I. Q., Gutiérrez Rodríguez, ; Edgar, Demis, & Foronda, A. (2020). Aplicación de yeso agrícola y enmiendas orgánicas para la remediación de suelos salino-sódicos. *Revista de Agricultura (Bolivia)*, 62, 80–90.

## Índice Remissivo

### A

agar, 194, 203  
agaváceas, 191, 192, 203  
Análisis proximal, 91

### B

Bahía de Lobos, 8, 9, 10, 13  
biofertilización, 6, 14

### C

cactáceas, 191, 192, 193, 194, 201, 203  
*Convolvulus arvensis*, 73, 74  
Cromatografía de gases, 168

### E

Extracción por arrastre de vapor, 28, 29  
Extracción por maceración, 29, 30  
extractos de plantas, 139, 146, 148

### F

feromonas, 139, 142  
fitoestabilización, 197, 203  
Formulación, 206

### I

in vitro, 139, 140, 141

### M

metales pesados, 191, 192, 193, 194, 195, 196,  
197, 198, 199, 200, 201, 202, 203  
México, 208

### P

*Parkinsonia aculeata*, 6, 8  
Pleurotus, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56  
Proteína cruda, 92  
Pulsos ultrasónicos, 32

### Q

Quitinasas, 63

### S

semi-desierto, 9  
semioquímicos, 139, 149

### T

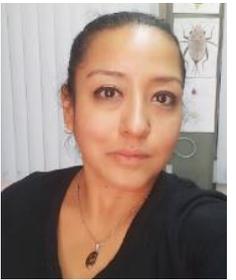
transgénicos, 139



**Dr. Leandris Argente-Martínez.** Profesor Investigador Titular C, del Tecnológico Nacional de México, Campus valle del Yaqui. Doctorado en Ciencias Biotecnológicas por el Instituto Tecnológico de Sonora. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) Nivel 1. Profesor Perfil Deseable (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México, Líder del Cuerpo Académico ITVAYA-CA-3. Línea de investigación: Agricultura sustentable, Fisiología, Bioquímica, Biología Celular y Molecular del estrés.



**Dra. Ofelda Peñuelas-Rubio.** Profesora Investigadora Titular C, del Tecnológico Nacional de México, Campus valle del Yaqui Doctorado en Ciencias Biotecnológicas por el Instituto Tecnológico de Sonora. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) Nivel 1. Profesora Perfil Deseable (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México, Miembro del Cuerpo Académico ITVAYA-CA-3. Línea de investigación: Agricultura sustentable, Fisiología, Bioquímica, Biología Celular y Molecular de sistemas terrestres y costeros.



**Dra. Lucila Perales-Aguilar.** Profesora Investigadora del Tecnológico Nacional de México, miembro del S.N.I. candidata, con experiencia en biotecnología de plantas del semidesierto y remediación de suelos contaminados con metales pesados. Profesor con perfil deseable de la Secretaría de Educación Pública. Línea de investigación sobre Producción de Cactáceas y Agavaceas *in vitro* y remediación de suelos del semidesierto



**Dr. Ugur Azizoglu** es profesor asociado en el Departamento de Producción Agrícola y Animal de la Universidad de Kayseri y actualmente continúa su investigación en el Centro de Células Madre y Genoma de la Universidad Erciyes (GENKÖK), Türkiye. Se graduó de la Facultad de Ciencias y del Departamento de Biología de la Universidad Erciyes en julio de 2007 y obtuvo una Maestría en Ciencias en Biología en junio de 2009. Completó su doctorado en el Departamento de Biología de la Universidad Erciyes en 2014. El enfoque de sus estudios es la biotecnología microbiana, el control biológico, las bacterias genéticamente modificadas y las

bacterias promotoras del crecimiento de las plantas. El Dr. Azizoglu ha participado en numerosas conferencias y talleres y se ha desempeñado como revisor de revistas internacionales.



**E**l presente compendio científico “Biotecnología agropecuaria aplicada” aborda temas relevantes del área agropecuaria. Se hace énfasis en el aprovechamiento de microorganismos bacterianos y fúngicos y su potencial uso en los agroecosistemas. Estas aplicaciones con la finalidad de promover prácticas sustentables de producción, desde la promoción del crecimiento vegetal en condiciones ambientales adversas, el biocontrol de fitopatógenos y malezas, así como la biorremediación. También se exploran metodologías novedosas para la obtención de compuestos antioxidantes y antifúngicos. Además, se presentan avances en la elaboración de nuevos alimentos para la producción acuícola, como alternativas para la nutrición efectiva.

Los trabajos aquí presentados constituyen evidencias de los pasos sólidos que dan los diferentes grupos de investigación nacionales e internacionales del área de la biotecnología agropecuaria. Se agradece la participación de los autores que pertenecen al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII-CONAHICYT) de los Estados Unidos Mexicanos.



**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil  
Telefone (66) 9608-6133 (Whatsapp)  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)