

# INNOVACIÓN EN PROCESOS BIOPRODUCTIVOS

ISBN: 978-607-99388-1-9



9 786079 938819



MIGRACIÓN Y DESARROLLO  
REDIBAI-MYD



# INNOVACIÓN EN DESARROLLO PRODUCTIVO

## AUTORES

ALMAZÁN CELIS RODOLFO, BÁEZ HERNÁNDEZ GRACE ERANDY, BASILIO MORA MARISOL, DÍAZ DURÁN MARÍA DE LA LUZ, DOMÍNGUEZ ÁVILA EFREN, ESPINOZA ALFONSO ESTEBAN, GARCÍA RAMÍREZ ESTEBAN, GRACIANO OBESO ADALID, HERNÁNDEZ GONZÁLEZ DANIEL, HUMARÁN SARMIENTO VIRIDIANA, JASSO CRUZ EDUARDO JAVIER, MONTES GUTIÉRREZ LUIS ALBERTO, PAREDES RINCÓN SALVADOR, PAZ GAMBOA ERNESTINA, POLLORENA LÓPEZ GREGORIO, PRATS BERNABÉ CARLOS, REYES MARTÍNEZ YASMÍN ELIZABETH, RÍOS HERNÁNDEZ MARIO IVÁN, ROMERO BENÍTEZ FRANCISCO, TEJEDA PAZ MARISOL DE MONTSERRAT, VELASCO VELASCO VICENTE ARTURO, VILLEGAS MALAGÓN BRISA BERENICE

## EDITORIAL

©RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C. 2021



EDITA: RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C.  
DUBLÍN 34, FRACCIONAMIENTO MONTE MAGNO  
C.P. 91190. XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.  
CEL 2282386072  
PONCIANO ARRIAGA 15, DESPACHO 101.  
COLONIA TABACALERA  
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC  
C.P. 06030. MÉXICO, D.F. TEL. (55) 55660965  
[www.redibai.org](http://www.redibai.org)  
[redibai@hotmail.com](mailto:redibai@hotmail.com)

ISBN: 978-607-99388-1-9



Sello editorial: Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C.  
(978-607-99388)  
Primera Edición, Xalapa, Veracruz, México.  
No. de ejemplares: 2  
Presentación en medio electrónico digital: PDF 10 MB  
Fecha de aparición 03/08/2021  
ISBN 978-607-99388-1-9

# **INNOVACIÓN EN PROCESOS BIOPRODUCTIVOS**

## **AUTORES**

ALMAZÁN CELIS RODOLFO, BÁEZ HERNÁNDEZ GRACE ERANDY, BASILIO MORA MARISOL, DÍAZ DURÁN MARÍA DE LA LUZ, DOMÍNGUEZ ÁVILA EFREN, ESPINOZA ALFONSO ESTEBAN, GARCÍA RAMÍREZ ESTEBAN, GRACIANO OBESO ADALID, HERNÁNDEZ GONZÁLEZ DANIEL, HUMARÁN SARMIENTO VIRIDIANA, JASSO CRUZ EDUARDO JAVIER, MONTES GUTIÉRREZ LUIS ALBERTO, PAREDES RINCÓN SALVADOR, PAZ GAMBOA ERNESTINA, POLLORENA LÓPEZ GREGORIO, PRATS BERNABÉ CARLOS, REYES MARTÍNEZ YASMÍN ELIZABETH, RÍOS HERNÁNDEZ MARIO IVÁN, ROMERO BENÍTEZ FRANCISCO, TEJEDA PAZ MARISOL DE MONTSERRAT, VELASCO VELASCO VICENTE ARTURO, VILLEGAS MALAGÓN BRISA BERENICE

## INDICE

### **DISEÑO DE UNA BANDA TRANSPORTADORA DE RESIDUOS DE MADERA PARA UN ASERRADERO**

EDUARDO JAVIER JASSO CRUZ, DANIEL HERNÁNDEZ GONZÁLEZ

1

### **IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE CALIDAD EN UN PROCESO DE PRODUCCIÓN DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*), PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL PRODUCTO**

VIRIDIANA HUMARÁN SARMIENTO, GRACE ERANDY BÁEZ HERNÁNDEZ, GREGORIO POLLORENA LÓPEZ

15

### **MORFOLOGÍA Y RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE CUBA OM22 Y CLON 51 EN SUELO ARENOSO**

SALVADOR PAREDES RINCÓN, LUIS ALBERTO MONTES GUTIÉRREZ, ESTEBAN ESPINOZA ALFONSO, EFREN DOMINGUEZ AVILA

31

### **PRODUCCIÓN A CAMPO ABIERTO Y COMERCIALIZACIÓN DE ZARZAMORA EN LA REGIÓN ORIENTE DEL ESTADO DE MICHOACÁN**

BRISA BERENICE VILLEGAS MALAGÓN, YASMÍN ELIZABETH REYES MARTÍNEZ, ESTEBAN GARCÍA RAMÍREZ

46

### **DETERMINACIÓN DE CAPSAICINA Y NUTRIMENTOS EN FRUTOS DE CHILE DE AGUA (*Capsicum annuum* L.)**

LUIS ALBERTO MONTES GUTIÉRREZ, VICENTE ARTURO VELASCO VELASCO, SALVADOR PAREDES RINCÓN

55

### **EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DE HÍBRIDOS COMERCIALES DE MAÍZ (*Zea mays*) CULTIVADOS CON FERTILIZANTE ORGÁNICO**

GREGORIO POLLORENA LÓPEZ, ADALID GRACIANO OBESO

68

### **PREVENCIÓN Y CONTROL DE TIZÓN TARDÍO (*PHYTOPHTHORA INFESTANS*) EN PLANTIOS DE JITOMATE APLICANDO PREPARADOS HOMEOPÁTICOS**

MARISOL BASILIO MORA, MARÍA DE LA LUZ DÍAZ DURÁN, MARIO IVÁN RÍOS HERNÁNDEZ

78

### **CULTIVO DE BIZNAGAS EN INVERNADEROS PARA EVITAR SU EXTINCIÓN**

FRANCISCO ROMERO BENÍTEZ, RODOLFO ALMAZÁN CELIS

109

### **DISEÑO DE ETIQUETADO PARA UN PRODUCTO LÁCTEO PROBIÓTICO A PARTIR DE PLÁTANO MACHO (*MUSA PARADISIACA* AAB) CUMPLIENDO LAS DISPOSICIONES DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-051-SCFI/SSA1-2010).**

CARLOS PRATS BERNABÉ, ERNESTINA PAZ GAMBOA, MARISOL DE MONTSERRAT TEJEDA PAZ

119

## **DISEÑO DE UNA BANDA TRANSPORTADORA DE RESIDUOS DE MA<sup>°</sup>DERA PARA UN ASERRADERO**

EDUARDO JAVIER JASSO CRUZ<sup>1</sup>, DANIEL HERNÁNDEZ GONZÁLEZ<sup>2</sup>

### **RESUMEN**

Las bandas transportadoras son un recurso ideal para el transporte de mercancías o de residuos de forma eficiente, cuidando siempre la calidad del producto y brindando una mayor eficiencia en la línea de producción. Además, tienen beneficios como mejor distribución, reducción de tiempos y movimientos y optimización de espacios.

El presente trabajo consiste en el diseño de una banda transportadora como innovación tecnológica en la industria maderera, en este caso como equipo de extracción de residuos de dicho material.

Se aborda la problemática que tiene el aserradero respecto a la extracción de los residuos de corte de la madera, analizando los riesgos que puedan ocasionar.

El diseño y los cálculos se realizan con ayuda del software SolidWorks para seleccionar la banda transportadora que mejor se adapte a las necesidades del aserradero. Se realizan simulaciones de esfuerzos y movimiento de los elementos estructurales, con el fin de validar que el diseño sea capaz de soportar los esfuerzos a los que será sometida la estructura de la banda. Finalmente, se selecciona el tipo de motor a utilizar y el circuito eléctrico necesario.

**Palabras clave:** Selección de bandas transportadoras, sistema de bandas transportadoras, diseño.

### **ABSTRACT**

Conveyor belts are an ideal resource for efficiently transporting goods or waste, always taking care of product quality and providing greater efficiency in the production line. In addition, they have benefits such as better distribution, reduction of times and movements and optimization of spaces.

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Toluca. ejassoc@toluca.tecnm.mx

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Toluca. dhernandezg@toluca.tecnm.mx

The present work consists of the design of a conveyor belt as a technological innovation in the wood industry, in this case as equipment for the extraction of waste from said material.

The problem that the sawmill has regarding the extraction of cutting residues from the wood is addressed, analyzing the risks that they may cause.

Design and calculations are performed using SolidWorks software to select the conveyor belt that best meets the needs of the sawmill. Simulations of stresses and movement of the structural elements are carried out in order to validate that the design is capable of supporting the stresses to which the structure of the belt will be subjected. Finally, the type of motor to be used and the necessary electrical circuit are selected

**Keywords:** selection of conveyor belts, conveyor belt system, design.

## **INTRODUCCIÓN.**

En la actualidad el mundo de la tecnología ha avanzado considerablemente y con ésta las necesidades del mundo de la industria han sido solventadas en un gran porcentaje, pero no en su totalidad. En la industria manufacturera, es fundamental implementar mecanismos que aceleren el proceso de elaboración de los diferentes productos.

Es este aserradero, como en todas las industrias que procesan troncos de madera, tiene ciertos inconvenientes con el manejo de sus residuos, esto representa un reto importante para el aserradero que se ve reflejado en costos de producción.

Este trabajo presenta el diseño de una banda transportadora de residuos de madera que se generan en el proceso de corte de los troncos, con la cual se propone evitar accidentes laborales y mejorar la organización del área de corte de los troncos.

La banda será ubicada desde el proceso de corte hasta llegar al sitio especial de desechos. Esta banda será horizontal y en línea recta en todo su recorrido, lo que facilitará el traslado de los residuos de madera desde un área hasta la otra, corrigiendo así el entorpecimiento que generaban los montones de los desechos de madera que estorbaban mucho a los trabajadores y que podrían ocasionar accidentes graves así como la pérdida de tiempo en el traslado del material.

Para la determinación de dichas ubicaciones se utilizó la observación directa en el área, entrevistas informales con algunos trabajadores y la recopilación de información de dichas entrevistas.

Para generar una propuesta de solución apropiada se procede a determinar las variables mecánicas que caracterizan el sistema de transporte, se evalúan diversas propuestas de solución y posteriormente se diseña la propuesta más adaptativa a las necesidades actuales del aserradero.

Por los motivos expuestos, el presente artículo tiene como objetivo proponer el diseño de una banda transportadora como equipo de manejo de los deshechos de madera en la operación de corte de los troncos y llevándolos al lugar de almacenamiento de dichos deshechos. Con el uso de las técnicas cuantitativas de diseño de bandas transportadoras y simulación discreta orientada a objetos, lo cual, debe permitir a investigadores, estudiantes o profesionales interesados en el tema desarrollar un enfoque cuantitativo de análisis, diseño o mejoramiento del manejo de los deshechos de madera de un aserradero.

**Fig. 1.** Aserradero convencional. [1] (Ríos, Oscar y col.)



## **DESARROLLO.**

### **Bandas transportadoras.**

Las bandas transportadoras se emplean cuando los materiales deben ser desplazados en cantidades relativamente grandes entre posiciones específicas de una ruta fija. [1] La mayoría de estos sistemas son impulsados mecánicamente; algunos emplean la gravedad para trasladar la carga entre puntos de diferente altura. Estos equipos comparten los siguientes atributos:

- Son generalmente mecanizados y a veces automatizados.
- Ocupan posiciones fijas, estableciendo las rutas.
- Pueden estar montados sobre el suelo o suspendidos del techo.
- Siempre están limitados a un flujo unidireccional de materiales.
- Generalmente mueven cargas discretas, aunque algunos están preparados para cargas voluminosas o continuas.

**Tipos de bandas transportadoras.**

Existen diversos tipos de bandas transportadoras, las cuales están determinadas por el tipo de material a transportar, por el tensado de la banda (husillo o de carro), por el ángulo de inclinación (horizontales, cóncavas o verticales), por su trazado (en línea recta o con curvas en su trayecto.) y si serán planas o cóncavas. Estos factores de diseño, estarán sujetas a las necesidades que se presenten en la industria. [2].

**Factores físico-matemáticos a considerar para el diseño de la banda transportadora.**

Para la selección de todos los componentes de la banda transportadora, se analizaran minuciosamente diferentes constantes, fórmulas matemáticas, eléctricas, etc.; que estas a su vez estarán determinadas por el tipo de aplicación en el que se desarrollara la banda transportadora. [3].

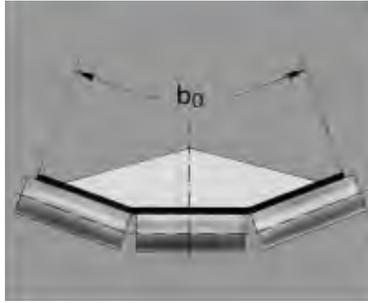
Flujo volumétrico.

**Tabla 1.-** Determinación del flujo volumétrico de acuerdo *bo*. (Catálogo siegling transilon, bandas de transporte y procesamiento).

<i>bo</i> (mm)	400	650	800	1000	1400
<b>Angulo de concavidad 20°</b>					
Angulo de transporte 0°	21	67	105	173	355
Angulo de transporte de 10°	36	110	172	281	572
<b>Angulo de concavidad 30°</b>					
Angulo de transporte 0°	30	95	149	246	504
Angulo de transporte de 10°	44	135	211	345	703

Se debe de tener en cuenta que el valor de *bo* es el ancho que la banda deberá de tener y que cumpla con nuestras necesidades; así como también, nosotros debemos de proponer el ángulo de concavidad que la banda tendrá; el cual deberá ser el indicado para así poder mantener los desperdicios transportados en la banda y que no se salgan de esta. [3]

**Fig. 2.**  $b\alpha$  de la banda transportadora. [6] (Anónimo)

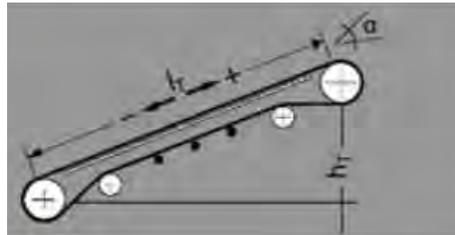


Posición de la banda para calcular la fuerza tangencial máxima  $F_u$  [N].

Una vez que se determinó cual será el ángulo de transporte y que se conoce en ángulo de concavidad y  $b\alpha$ , ahora se determinara la fuerza tangencial, debida también a que aquí se deberá de seleccionar el tipo de banda.

Para este caso, se determinó diseñar una banda recta y con una inclinación  $ht = 2000$  mm.

**Fig. 3.** Tipo de banda seleccionada. [7] (Anónimo).



En este tipo de bandas, se requiere calcular la  $F_u$  [N]. (Fuerza tangencial), que está determinada de la siguiente manera:

$$F_u(\mu T)(g) \left( m + \frac{mB}{2} \right) + (\mu R)(g) \left( \frac{mB}{2} + mR \right) + (g)(m)(\sin\alpha). \quad \text{Ecuación 1.}$$

Una vez que ya tenemos claro el tipo de banda y el tipo de estructura que se va a ocupar, se realiza la recaudación de los siguientes datos, los cuales se proponen de acuerdo a los requisitos que la banda transportadora deberá cumplir.

- Tipo de banda propuesto.
- Diámetro propuesto del tambor motriz.
- Longitud de transporte.  $Lt(m)$
- Altura de la banda  $ht(m)$
- Carga total de la banda.  $(Kg)$
- Angulo de contacto  $(\beta)$

- Velocidad ( $m/s$ ).
- Masa de los rodillos (excepto el receptor). ( $Kg$ ).
- Material a transportar (granel).

Una vez propuestos estos parámetros, se determinaran con ayuda de [3] los siguientes parámetros y constantes necesarias para el cálculo de  $F_u$ .

- $\mu_T$
- $\mu_R$
- $\mu_{ST}$
- $F_1$
- $C_1, C_2, C_3$ .
- Además de que estrictamente se debe de cumplir la siguiente regla  $\frac{F_1}{b_0} \leq C_1$ .

Si esto no sucede, entonces deberemos de replantear el material de la banda con el que estamos trabajando.

Estos datos nos servirán para los cálculos requeridos posteriormente. [3]

Diámetro mínimo del tambor motriz.

De la misma manera que con  $F_u$ , el diámetro del tambor motriz estará determinado por la siguiente expresión [3]:

$$dA = \frac{(F_u)(C_3)(180)}{(b_0)(\beta)} \text{ mm.} \quad \text{Ecuación 2.}$$

#### 2.3.4. Potencia mecánica del tambor motriz.

Esta potencia mecánica del tambor motriz estará definida por:

$$PA = \frac{(F_u)(V)}{1000} \text{ Kw.} \quad \text{Ecuación 3.}$$

Potencia mecánica del motor necesaria para la banda transportadora. §

$$PM = \frac{PA}{n} \text{ Kw,} \quad n \text{ es la eficiencia del motor. (0.85).} \quad \text{Ecuación 4.}$$

Como esta potencia mecánica del esta dada en  $Kw$ , se deberá de convertir esta cifra a  $Hp$ , por lo que el valor obtenido de  $PM$  deberá ser dividido entre 746, para así obtener un valor en  $Hp$  y poder seleccionar así el tipo de motor que mejor nos convenga para la aplicación a las que lo estamos proponiendo. [3].

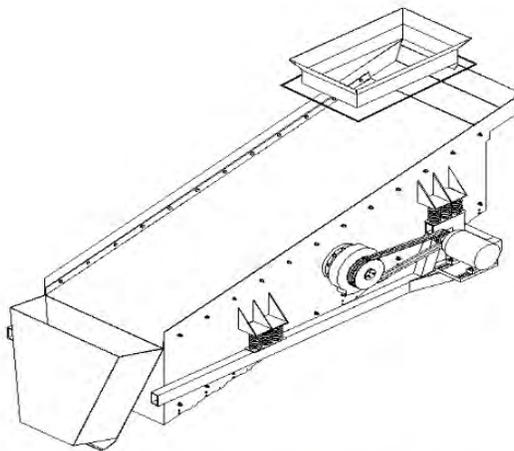
Una vez que se calcularon estos parámetros, se procede a la simulación en SolidWorks para así también poder comprobar que todos nuestros cálculos sobre la banda transportadora son los correctos.

### **Ensamble del diseño propuesto.**

Una vez que se tuvieron en cuenta las características antes mencionadas y de los resultados de los cálculos, se propone el diseño de la banda transportadora.

El sistema que se propone utilizar, está constituido por una tolva sujeta por tornillos al ducto saliente de la cortadora de madera, y esta a su vez esta soldada a un zócalo de carga, el cual encauza los residuos de madera de los cortes hacia el centro del transportador como se muestra en la figura 4.

**Fig. 4.** Diseño primario del sistema de la banda transportadora. [4] (Jorge Luis Acuña, col).

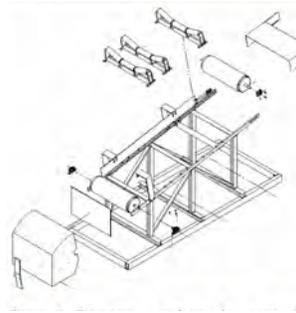


Los restos de madera deberán caer a una banda de características mecánicas especiales cuyo material de poliéster y nylon es especial para el soporte de cargas. [5]

En la zona de alimentación, la banda está soportada por una bandeja, la cual va soldada a unas canales en U que forman parte de la estructura. La bandeja se dispone con un segmento de banda, que sirve de amortiguamiento de caída de los restos de madera. La banda en la zona central del transportador está soportada por tres rodillos situados en forma transversal a la banda. [6].

En los extremos del transportador, la banda abraza dos tambores, uno de los cuales se hará girar mediante la potencia suministrada de un motorreductor que ya previamente fue calculado en 2.3.5. §.

**Fig. 5.** Tambores de soporte de banda transportadora. [4] (Jorge Luis Acuña, col).



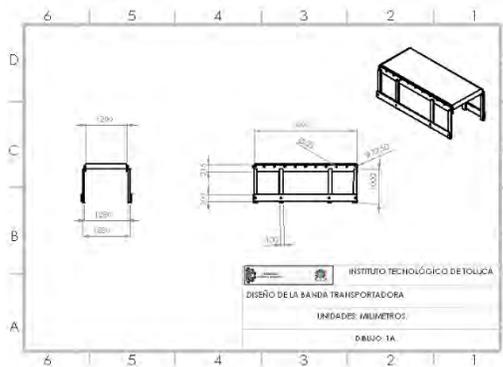
La potencia de alimentación es suficiente para mover la banda y llevar de manera efectiva el material del punto de salida del área de corte de los troncos hacia el área especial para depositar dichos residuos de madera.

El eje del motorreductor, gira solidariamente al eje del tambor por medio de un acople en forma de doble piñón con cadena doble.

**Simulación en SolidWorks del diseño de la banda transportadora.**

Ya que se han determinado todos los aspectos de la banda transportadora, se decide simular con ayuda de SolidWorks nuestra banda, para así tener una mejor vista de lo que se está diseñando y comprobar que los componentes seleccionados previamente por los cálculos si cumplirán con su propósito, ya que se debe de diseñar una banda transportadora segura, eficaz y eficiente, la cual deberá de cumplir con todas las características para las que fue diseñada.

**Fig. 6.** Diseño de la banda transportadora.



A esta banda transportadora, se le deberá de realizar un estricto análisis de esfuerzo en SolidWorks para sí poder determinar si es factible el diseño que se implementó y si podrá soportar el peso de la carga que va a transportar.

### Tensión y deformación unitaria en SolidWorks.

Las fuerzas internas de un sólido variarán de un punto al otro. A través de toda pequeña área interna de un plano, las cargas son ejercidas por la parte del sólido en un lado del área sobre la parte del otro lado. La tensión denota la intensidad de estas fuerzas internas (fuerza por unidad de superficie). [7]

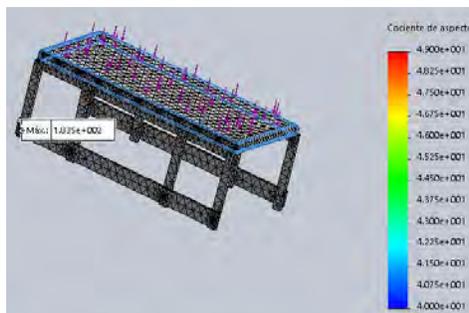
Con SolidWorks Simulation agregado como complemento, se puede realizar análisis de tensiones, factor de seguridad o deformación de componentes sin tener que configurar condiciones de carga y contorno. Las cargas necesarias se generan automáticamente de un estudio de análisis de movimiento calculado.

Puede utilizar resultados de análisis de tensiones para mostrar los efectos de cargas de movimiento en deformaciones y tensiones para uno o varios componentes. Puede calcular resultados para tiempos específicos e intervalos de tiempo. Los resultados del análisis de tensiones no cambian los resultados del estudio de movimiento. [8].

El análisis de tensión y deformación, se realizara a todo el sistema ya ensamblado, no a cada componente, una vez simulado el análisis de tensión y deformación podemos determinar si nuestro ensamble de la banda transportadora está diseñado correctamente o si hay algún error en nuestro diseño. [11]

Además de que también el análisis de tensión y deformación nos indicara que puntos son más susceptibles a fallar ya que están en contante esfuerzo y podrían presentar algunas fallas por fatiga. Así que una vez conocidos que puntos son los más susceptibles a fallar por este fenómeno, se tomara la decisión de reforzar estas partes con un material más resistente que el antes utilizado, para así no correr el riesgo de que la estructura falle.

**Fig. 7.** Análisis de esfuerzo y deformación.

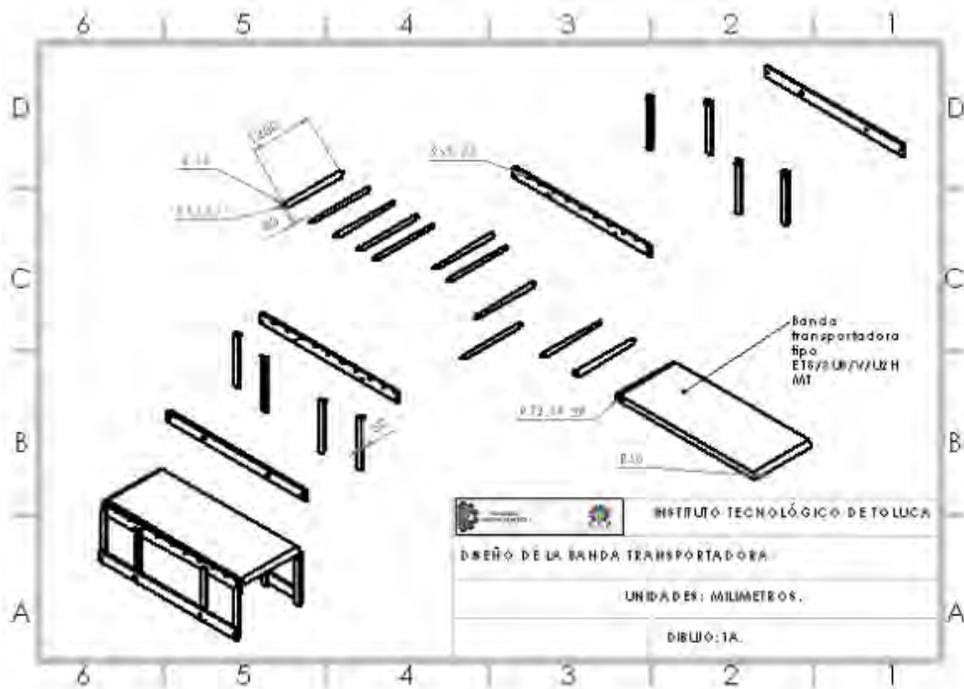


Se observó en el análisis realizado en el simulador, que la estructura así como la misma banda transportadora no sufre ninguna deformación o esfuerzo que comprometa al correcto funcionamiento de la misma.

Por lo que se concluye que los cálculos realizados así como el material de la estructura serán capaces de soportar las cargas que deberá transportar.

Así como también se comprueba gracias al diseño en SolidWorks que la selección de los rodillos también fue la correcta, ya que se logra una correcta transmisión de velocidad entre los rodillos y la banda transportadora.

**Fig. 8.** Vista explosionada de todos los componentes de la estructura de la banda transportadora.



**Consideraciones de mantenimiento.**

**Tabla 2.-** Mantenimiento preventivo de la máquina diseñada.

Plan de inspección y limpieza.		
Elementos.	Revisar/ Tiempo (minutos)	Frecuencia
Motor.	Ruidos excesivos. (5) Exceso de temperatura. (2) Nivel de Aceite.(3) Cambiar el aceite.(10) Vibraciones anormales.(5)	Cada 5 días.
Tambores y rodillos de carga.	Descentramientos. Giros de rodillos y tambores.(10) Estado del eje.(5) Limpieza y lubricación.(10)	Cada 3 días.
Acople de piñones y cadena doble.	Desajuste de chavetas.(3) Limpieza general.(5) Lubricación y considerar cambio de acople.(5)	Cada 5 días.
Estructura general.	Revisión de uniones soldadas.(2) Limpiar corrosión, pulir y pintar.(30) alineación.(5) Revisar tensiones. (5)	Cada 2 meses.
Banda.	Revisar unión.(5) Limpieza General.(5) Considerar cambio de banda.(120)	Cada 2 meses.
Tolva de alimentación	Sujeción de tornillos. (5) Reemplazo de tolva. (50).	Cada 3 meses.
Guías de carga.	Considerar reemplazo de guías.(100)	Cada 3 meses.

**RESULTADOS.**

Con base al diseño, cálculos y simulaciones de esta banda transportadora se logra eliminar el tiempo que se pierde al momento en que los trabajadores tenían que mover los residuos de madera de forma manual, además, que con esta banda, se eliminan los riesgos que los trabajadores tenían al momento de pasar por aquí, pues resultaban ser un obstáculos todos los residuos que se acumulaban al pie de la cortadora de los troncos.

Así mismo, se mantiene un área de trabajo limpia y por lo tanto segura, además que el proceso de extracción de los residuos resulta ser más fácil, sumado a que la banda transportadora lleva los residuos desde la cortadora hasta el patio de residuos, de tal manera que resulta más fácil la evacuación de los mismos.

También se reduce el tiempo que les llevaba remover los residuos, se optimiza el tiempo de corte, puesto que siempre que se acumulaban muchos residuos al pie de la cortadora, se tenía que detener el proceso para poder mover estos residuos al patio destinado para estos.

Gracias a esta máquina ya no es necesario parar el proceso de corte, por lo que con forme se vayan cortando los troncos, se van transportando los residuos de madera al lugar correspondiente.

Y por tal motivo se cumplirá el objetivo que se tenía planteado, el cual es optimizar el tiempo de producción y liberar el área de corte de los residuos que salían.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- V. D. M. QUISPE., «[unsa.edu.pe](http://unsa.edu.pe),» UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA FACULTAD DE INGENIERÍA PRODUCCIÓN Y SERVICIOS., Octubre 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5951/IEmaquvd.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 30 Septiembre. 2020].
- I. Y. Barreda., «UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA.,» MAYO 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.unan.edu.ni/11458/1/19953.pdf>.
- Desconocido., «Siegling transilon,» Forbo, 2019. [En línea]. Available: [www.forbo-siegling.de](http://www.forbo-siegling.de). [Último acceso: 28 Septiembre 2020].
- J. I. M. Pérez, «[reini.utcv.edu.mx](http://reini.utcv.edu.mx),» Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, 19 Abril 2018. [En línea]. Available: [http://reini.utcv.edu.mx/bitstream/123456789/334/1/IMI\\_JOSE\\_IRVING\\_M EDORIO.pdf](http://reini.utcv.edu.mx/bitstream/123456789/334/1/IMI_JOSE_IRVING_M EDORIO.pdf). [Último acceso: 30 Septiembre. 2020].
- O. A. D. L. Rios y J. P. G. G., «[dialnet.inirioja.es](http://dialnet.inirioja.es),» Diciembre 2018. [En línea]. Available: <https://dialnet.inirioja.es>. [Último acceso: 30 Septiembre 2020].
- . L. A. Vazquez., «UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA.,» FACULTAD DE INGENIERIA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS, Junio 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2846/MCamvajl.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 30 Septiembre 2020].
- R. J. Sierra-Pérez y A. A. Legrá Lobaina, «[Redaly.org](http://Redaly.org),» Minería y Geología., Junio 2014. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/2235/223531569007.pdf>. [Último acceso: 29 septiembre 2020].
- Anónimo, «<http://help.solidworks.com>,» DASSAULT SYSTEMES, 2018. [En línea]. Available: [http://help.solidworks.com/2018/spanish/SolidWorks/motionstudies/c\\_stress\\_analysis\\_motion.htm?id=2fd3f42c29cb4320aa55a0552e21acc1](http://help.solidworks.com/2018/spanish/SolidWorks/motionstudies/c_stress_analysis_motion.htm?id=2fd3f42c29cb4320aa55a0552e21acc1). [Último acceso: 16 Diciembre 2020].

- Anónimo., «<http://help.solidworks.com>,» DASSAULT SYSTEMES, 2016. [En línea]. Available: [help.solidworks.com/2016/Spanish/SolidWorks/cworks/c\\_stress\\_strain.htm](http://help.solidworks.com/2016/Spanish/SolidWorks/cworks/c_stress_strain.htm). [Último acceso: 15 Diciembre 2020].
- O. A. D. L. RIOS y J. P. G. G., «Universidad Tecnológica de Pereira.,» Diciembre 2018. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es>. [Último acceso: 30 Septiembre 2020].
- H. V. E. Roger., «Universidad Nacional de San Agustín.,» Facultad de ingeniería de procesos, escuela profesional de ingeniería de materiales., 2019.. [En línea]. Available: <http://bibliotecas.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2912/MThuvaer017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 29 Septiembre 2020]
- J. L. A. PÉREZ, «[uncp.edu.pe](http://uncp.edu.pe),» UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU., Febrero. 2016. [En línea]. Available: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1632/AN%c3%81LISIS%20PARA%20LA%20IMPLEMENTACI%c3%93N%20DE%20UNA%20BANDA%20TRANSPARTADORA%20PARA%20MNERAL%20EN%20EL%20CIRCUITO%20DE%20CHANCAD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 29 Septiembre 2020].

## **IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE CALIDAD EN UN PROCESO DE PRODUCCIÓN DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*), PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL PRODUCTO**

VIRIDIANA HUMARÁN SARMIENTO<sup>1</sup>, GRACE ERANDY BÁEZ HERNÁNDEZ<sup>2</sup>, GREGORIO POLLORENA LÓPEZ<sup>3</sup>

### **RESUMEN**

La producción de frutos en el campo experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave en Sinaloa, permite al grupo de investigadores y alumnos analizar y medir el proceso de cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) variedad mara. Considerando diferentes tipos de fertilización orgánica, con la finalidad de proponer métodos de siembra sustentables, y que permitan un mantener la relación a la calidad y el rendimiento las variables que son vitales en el producto final para su comercialización y satisfacción del cliente. Se implementaron herramientas de calidad como diagrama de flujo del proceso, diagrama de Pareto, diagrama Ishikawa, SIPOC (Supplier-Inputs-Process-Outputs-Customers), VSM (Valúa Stream Mapping), las cuales desde el punto de vista de Lean Manufacturing, nos proporcionan una visualización del proceso de producción completo, identificando los puntos críticos del proceso, duración de los mismos, porcentaje de defectos, causas de los mismos y efectos sobre variables de calidad, así como la cadena de suministro completa para identificar desde los proveedores hasta la entrega del producto final, los eslabones de la cadena de valor para el mejoramiento de la productividad y la calidad del producto final.

**Palabras clave:** Producción de sandía, Diagrama de Pareto, Diagrama Ishikawa, SIPOC, VSM.

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior De Guasave. viridiana.hs@guasave.tecnm.mx

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior De Guasave. grace.bh@guasave.tecnm.mx,

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior De Guasave. gregorio.pl@guasave.tecnm.mx

## **ABSTRACT**

The production of fruits in the experimental field of the Higher Technological Institute of Guasave in Sinaloa, allows the group of researchers and students to analyze and measure the process of growing watermelon (*Citrullus lanatus*) variety mara. Considering different types of organic fertilization, in order to propose sustainable sowing methods, and that allow maintaining the relationship to quality and yield, the variables that are vital in the final product for its commercialization and customer satisfaction. Quality tools such as process flow diagram, Pareto diagram, Ishikawa diagram, SIPOC (Supplier-Inputs-Process-Outputs-Customers), VSM (Valúa Stream Mapping) were implemented, which from the point of view of Lean Manufacturing, They provide us with a visualization of the complete production process, identifying the critical points of the process, their duration, percentage of defects, their causes and effects on quality variables, as well as the complete supply chain to identify from suppliers to the delivery of the final product, the links in the value chain for the improvement of productivity and the quality of the final product.

**Keywords:** Watermelon production, Pareto chart, Ishikawa chart, SIPOC, VSM.

## **INTRODUCCIÓN**

Actualmente los sistemas de producción agraria requieren cambios que respondan a exigencias de los consumidores que exigen alimentos producidos con tecnología limpia, esta situación obliga a los productores a ser más competitivos para mantenerse y mejorar su posicionamiento en mercados locales, nacionales e internacionales. Las tendencias del mercado vigente están orientadas al consumo de frutos inocuos provenientes de sistemas agrarios sostenibles (Vásquez, 2014; Murillo-Amador *et al.*, 2015).

La producción de sandía (*Citrullus lanatus*) es una actividad muy importante para pequeños y medianos productores, se trata de un cultivo muy cotizado a nivel local e internacional durante casi todo el año, México es el décimo productor mundial de sandía, en 2018 se produjeron 1,472,459 toneladas, dicha producción le permite ser el tercer lugar mundial por el volumen exportado de sandía. Aunque los mejores precios pagados por su adquisición, determinan que sea el segundo país que más

divisas capta por su comercialización externa, generando grandes ganancias al país en las exportaciones (SIAP, 2019).

México es de los principales exportadores de sandía en el mundo. El volumen que destina al mercado externo representa 64.2% de la producción nacional de la fruta, por lo cual obtuvo 140.5 millones de dólares. Prácticamente el total de las exportaciones se comercializa con Estados Unidos (SIAP, 2017). No obstante, el campo mexicano enfrenta difíciles retos como variaciones en el sistema de precios agrícolas, falta de apoyo, falta de competitividad internacional (en costos y precios de productos básicos). Pero casi nadie se ha percatado de otro problema grave como lo es el modelo agrícola en términos de agricultura tradicional. La ruta elegida, basada en la sobreexplotación de los recursos naturales, ha traído como consecuencias el agotamiento del suelo y agua, de tal manera que el problema de producción puede tener una tendencia a la baja en los próximos años. Debido a lo anterior, la agricultura orgánica surge como una de las nuevas alternativas para hacer frente a problemas ambientales, mejorar el suelo, diversificar la producción, encontrar nuevas porciones de mercado para los agricultores y una productividad a largo plazo; al mismo tiempo que puede ofrecer un nuevo estilo de vida para los agricultores y consumidores respetando en lo más que se pueda el ciclo natural de los ecosistemas.

Para poder justificar y sustentar la implementación de distintos tipos de fertilización, es importante analizar desde un punto de vista crítico de Ingeniería Industrial, la descripción detallada del proceso de producción, las operaciones necesarias para realizar el proceso de siembra, los tiempos de duración de cada actividad, los elementos que se requieren como aprovisionamiento de materias primas, uso de maquinarias, mano de obra, definición y estandarización de métodos de trabajo, materiales, y condiciones no controlables que afectan el proceso de producción como factores de medio ambiente, entre ellos las bajas temperaturas y plagas. Para poder ayudar a los agricultores a determinar la eficiencia del cultivo de sandía, y las causas que pueden considerarse para sus cultivos en cada ciclo, e ir mejorando sus porcentajes de rendimiento, calidad y satisfacción de los clientes.

A continuación describo brevemente las herramientas de calidad utilizadas en este estudio, así como una revisión de otros autores que han usado VSM, para analizar sus procesos productivos, posteriormente se expone el desarrollo metodológico, así como los resultados obtenidos y conclusiones del trabajo de investigación.

En la mayoría de las organizaciones el 80% de los problemas, se debe a causas y situaciones que actúan de manera permanente sobre el proceso. Sin embargo, en todo proceso son pocos los problemas o situaciones vitales que contribuyen en gran medida a la problemática global de un proceso o una empresa. Lo anterior es la premisa del *diagrama de Pareto*, el cual es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas. La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas, no se den “palos de ciego” al trabajar en todos los problemas al mismo tiempo atacando todas sus causas a la vez, sino que, con base en los datos e información aportados por un análisis estadístico, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde éstos puedan tener mayor impacto.

La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total. El nombre del principio se determinó en honor al economista italiano Wilfredo Pareto (1843-1923). (Gutiérrez, 2013).

El **Diagrama de flujo**, es una forma gráfica de representar una sucesión de procesos o de actividades simples. Su función principal es la de interpretar información de manera que se desglosen los procesos y sean fácilmente entendibles para el lector. Un diagrama de flujo puede estar basado en cualquier tipo de proceso físico o en cualquier servicio. (Druker, 2013)

**SIPOC**, se utiliza como la base de partida de la elaboración de VSM, ya que muestra todos los elementos en una forma simple que se usarán en VSM y que evita dejar por olvido alguno de ellos, SIPOC por sus siglas significa:

- **Supplier** (proveedor): El que proporciona las entradas al proceso; puede ser una persona u otro proceso.
- **Input** (entrada): Material, información, datos, documentación, servicio que se necesita para realizar las actividades del proceso.
- **Process** (proceso): Una secuencia de actividades que añaden valor a las entradas para producir las salidas.
- **Output** (salida): Producto, servicio, información, documentación que es importante para el cliente.
- **Customer** (cliente): El usuario de la salida del proceso.

El SIPOC nos sirve para:

1. Nos provee de una vista macro del flujo del proceso o producto y sus interrelaciones dentro del negocio.
2. El SIPOC define los límites del proceso, el punto de inicio y final del proceso que necesita una mejora.

**VSM (Value Stream Mapping)**, (Cabrera, 2013) define mapeo de flujo de valor como una herramienta que sirve para ver y entender un proceso e identificar sus desperdicios. Permite identificar fuentes de ventaja competitiva, ayuda a establecer un lenguaje común entre todos los usuarios del mismo y comunica ideas de mejora. Enfoca al uso de un plan priorizando los esfuerzos de mejoramiento. Es la técnica de dibujar un mapa o diagrama de flujo, mostrando como los materiales e información fluyen de puerta a puerta, desde el proveedor hasta el cliente y busca reducir y eliminar desperdicios.

(Cipriano, 2009) Define Value Stream Mapping como una herramienta de representación gráfica del flujo de material e información a través de la cadena de valor o conjunto de acciones que engloban el diseño, gestión y producción de un producto o familia de productos.

El Value Stream Mapping resulta de gran utilidad para adquirir una visión global del proceso productivo más allá de unidades específicas de producción. No únicamente ayuda a detectar las posibles mudas sino la fuente u origen de estos desperdicios. Si la transparencia e implicación antes citada como catalizador de la perfección se lleva a cabo, la realización de este mapa proporciona un lenguaje común para

denominar los elementos productivos ligados a la cadena de valor. También permite relacionar los conceptos lean con su implementación práctica, establecer actuaciones de mejora y visualizar la relación entre el flujo de información y el de material, dos elementos que usualmente no se vinculan. (Fuente, 2010)

La herramienta VSM es mucho más que un instrumento de visualización de una cadena de valor, es un proceso de creación de valor que identifica acciones de mejora, alineadas con los objetivos de la empresa, sirve para ver y entender el proceso e identificar sus desperdicios, permitiendo detectar nuevas fuentes de ventaja competitiva. (Pérez, 2006).

(González Torres, 2012) en el artículo “Mapa de cadena de valor implementado en la empresa Agronopal ubicada en el D.F”, menciona que el estudio está basado en una empresa que procesa, envasa y distribuye nopal en distintas presentaciones, hace mención que la metodología ayudó a diagnosticar la situación actual de la empresa y a detectar los problemas y desperdicios vinculados a los procesos para finalmente seleccionar las técnicas de producción esbelta para eliminar dichos desperdicios, logrando obtener como resultados, la identificación de los procesos así como el tenerlos definidos para funcionar de forma eficaz, y tener un balanceo de línea siendo este una disminución en los costos de producción.

(Rothenbach Gavilanes, 2017) en la tesis “Optimización de los procesos de la línea de enlatados en la empresa SIPIA S.A por medio de la metodología VSM”, menciona que el principal uso de la metodología Value Stream Mapping es el proveer un esquema más definido y específico de los procesos de la cadena de valor. Este análisis está enfocado en las actividades, procesos y etapas de la línea de producción con el fin de separar las actividades de valor de los desperdicios y paros, identificando oportunidades de mejora. Es por ello que la metodología se centra en la línea productiva de enlatados ya que es la gran demanda que tiene la empresa misma que representa pérdidas por productividad y costos generados por producto estancado en la línea y disponibilidad variable, debido a que las actividades son poco óptimas para los trabajadores, siendo su objetivo optimizar los procesos de la línea de enlatados mediante dicha metodología. Mediante la aplicación de la herramienta se obtuvo como resultado la disminución de tiempos de ciclos en la

línea analizada, se redujeron el número de actividades y hubo una reducción de tiempo esterilizado.

## **DESARROLLO**

### **1. Identificación de las actividades del proceso y áreas de distribución**

Se realizó un estudio del proceso de producción de sandía variedad mara que se cultivó en el campo experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave, en el ciclo otoño-invierno 2020, considerando la utilización de semilla de proveedores locales, así como fertilizantes orgánicos e inorgánicos, mano de obra interna del instituto como docentes, alumnos y empleados, dando un total de 10 trabajadores para llevar a cabo las actividades en un ciclo de 4 meses (120 días) aproximadamente. Se consideran 15 ton (Toneladas) por hectárea de rendimiento total, en total se cultivaron dos hectáreas. La descripción detallada del proceso, y análisis a través de herramientas de calidad, se observan en las siguientes secciones.

### **2. Desarrollo de un diagrama de flujo del proceso**

Para llevar a cabo el desarrollo del diagrama de flujo, se analizaron las distintas actividades que comprendían al proceso de producción en el proceso de cultivo de sandía. Se decidió hacer el desarrollo de un diagrama de flujo para conocer las distintas actividades del proceso, así como para determinar los tiempos de elaboración para cada una de ellas. Así mismo, esta herramienta permitió además de conocer los tiempos de duración en cada actividad, como también los recursos que se necesitan para su elaboración, la maquinaria necesaria, y el total de tiempo de producción. Ya que es importante tomar en cuenta estos factores para el desarrollo de la metodología Value Stream Mapping (VSM).

### **3. Desarrollo de un diagrama SIPOC**

Esta actividad se realizó con el fin de analizar todo el proceso de producción desde los proveedores hasta los clientes principales, en este caso los clientes fueron internos y externos.

Para elaborar el diagrama fue recomendable conocer el proceso de cultivo y las etapas de crecimiento de la sandía, mediante el diagrama de flujo, para poder conocer las salidas y por último los clientes a quienes se les distribuye el fruto, por lo que es importante conocer quienes consumen el producto para poder obtener el resultado deseado con la herramienta a utilizar.

#### **4. Desarrollo de un mapeo actual (VSM)**

Esta actividad tuvo como objetivo plantear el estado actual del área que se analizará una vez identificados todos los elementos necesarios para su elaboración. Utilizando las actividades realizadas anteriormente como lo son el diagrama de flujo el cual representa el proceso de cultivo de sandía, el diagrama SIPOC que representa los proveedores de los insumos y los clientes que consumen el alimento. Para ello también fue necesario identificar los parámetros clave cómo son:

- Tiempo ciclo (TC). Tiempo que tarda la operación total.
- Tiempo del valor agregado (VA). El tiempo que agrega realmente valor en la operación.
- El número de personas (NP). El número de personas requeridas para completar el producto o proceso.
- El plazo de espera o Lead Time (LT). Tiempo que toma al proceso entregar el producto a su cliente. Las medidas del tiempo se consideraron en días.

Para recabar la información necesaria se hizo el uso de formatos en el software Excel, así mismo se hicieron los recorridos junto con los productores de sandía hacia el campo experimental para ver el proceso de recorrido y poder observar si existían demoras en su recorrido. Los tiempos de elaboración y distribución fueron tomados en el turno de la mañana y por la tarde, de manera aleatoria.

#### **5. Análisis de defectos y elaboración de diagramas de Pareto e Ishikawa.**

Una vez terminada la cosecha, se midieron ciertas variables como tamaño, forma, espesor de cascara, color, sabor, grados britz, peso entre otras, del total de producción obtenido en toneladas, se contabilizaron los defectos para elaborar el diagrama de Pareto. De dicho diagrama se consideró la de mayor porcentaje para elaborar el diagrama Ishikawa (causa –efecto) y con lluvia de ideas por los expertos

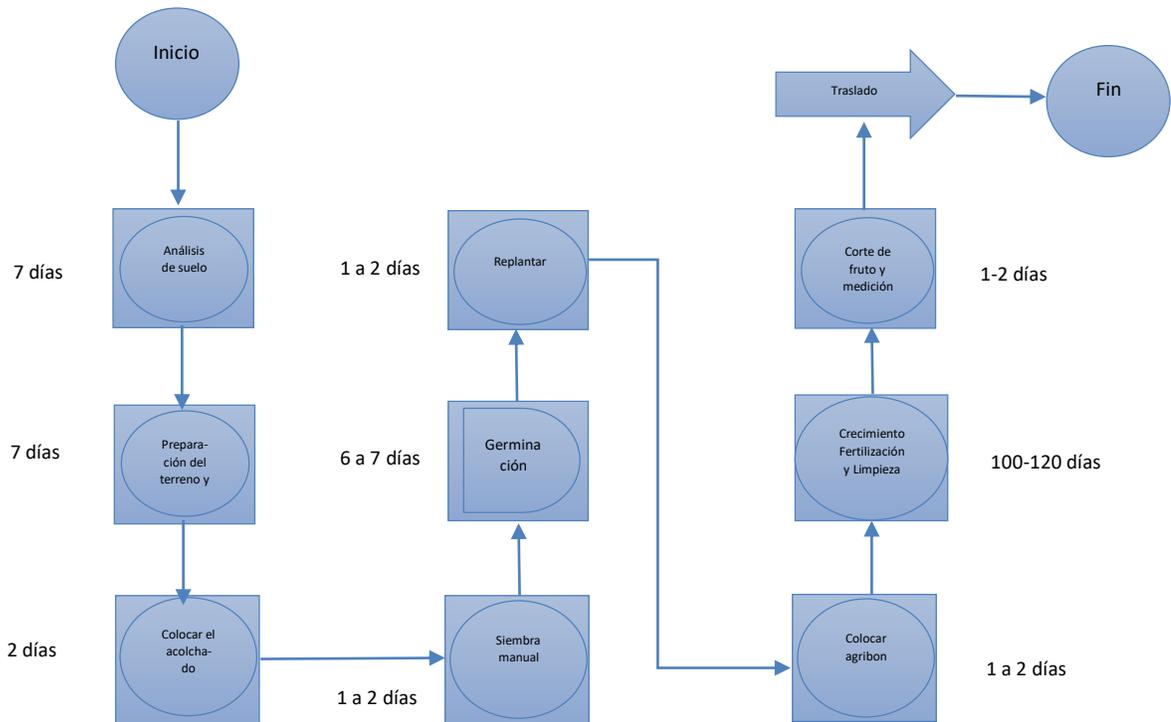
de determinaron las más representativas, para la propuesta de soluciones que disminuyan el efecto negativo en la variable de respuesta.

## **RESULTADOS**

### **1. Descripción del proceso de producción y diagrama de flujo**

El proceso inicia con un análisis de suelo, para determinar los requerimientos de nutrientes de acuerdo a las necesidades de la planta, y determinar la fertilización del suelo con duración de 7 días. Después se prepara el terreno y se aplica la fertilización base con duración de 7 días. Se coloca el acolchado para proteger de plagas y enfermedades, por dos días. Una vez terminado esto, se inicia con la siembra manual, considerando una distancia por planta de 80 cm, si se cuenta con los 10 trabajadores, esta operación puede realizarse en dos días. Se deja pasar de 6 a 7 días que dura el proceso de germinación, y se supervisa después de este lapso de tiempo, para identificar que plantas no germinaron, para hacer el siguiente proceso de replantar, tardando de 1 a 2 días. Se coloca el agríbon que es una tela de protección, operación que dura de 1 a dos días. Durante todo el ciclo de crecimiento (100-120 días), se supervisan las plagas y enfermedades de la planta, se limpia la maleza, y a través de un sistema de riego por goteo se dosifican los fertilizantes, el primer mes cada tercer día, y a partir del tercer mes se hace diariamente. Una vez que el fruto obtiene su crecimiento, se da la fecha de corte, conocido como cosecha, del cual se toman muestras para hacer mediciones de variables de calidad, se transporta a camiones del cliente, o es vendida a granel para clientes internos. El diagrama simplificado de este proceso, se muestra en la figura 1.

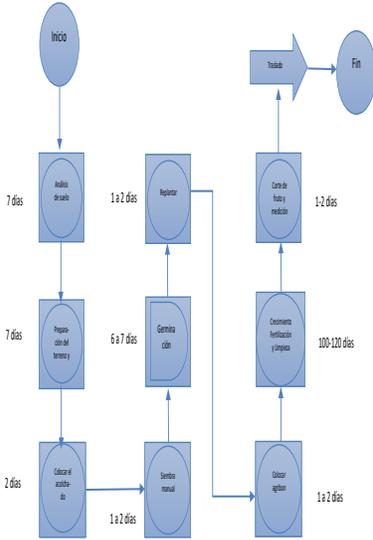
**Fig. 1** Diagrama de flujo del proceso de producción de sandía



## 2. Desarrollo de un diagrama SIPOC

Para la elaboración de este diagrama se consideraron como proveedores locales a Latamseeds, Syngenta, Seminis, quienes venden la semilla de sandía con variedad mara, directamente a los administradores de compras del campo experimental del ITSG, en bolsas de 2000 semillas. Para la cuestión de fertilizantes, el proveedor de fertilizante orgánico es Rojo Orgánicos, quien surte de manera directa el vermicomposta (VC), y los proveedores de fertilizantes inorgánicos (Fosfonitrato, Ácido fosfórico, Nitrato de calcio, Sulfato de potasio, Sulfato de magnesio), son Tepeyac, Agro insumos San Pedro, Innovación Agrícola. Existen otros insumos que para este estudio no se consideraron. En la parte del proceso de inserta el diagrama de proceso elaborado. En salidas se obtiene el producto, sandías variedad mara, las cuales son distribuidas a clientes internos, personal docente y alumnos del instituto, y el cliente externo es un consumidor nacional, que acude a las instalaciones con sus transportes para empacar y trasladar a Ensenada y La Paz, Baja California. El diagrama SIPOC, se muestra en la figura 2.

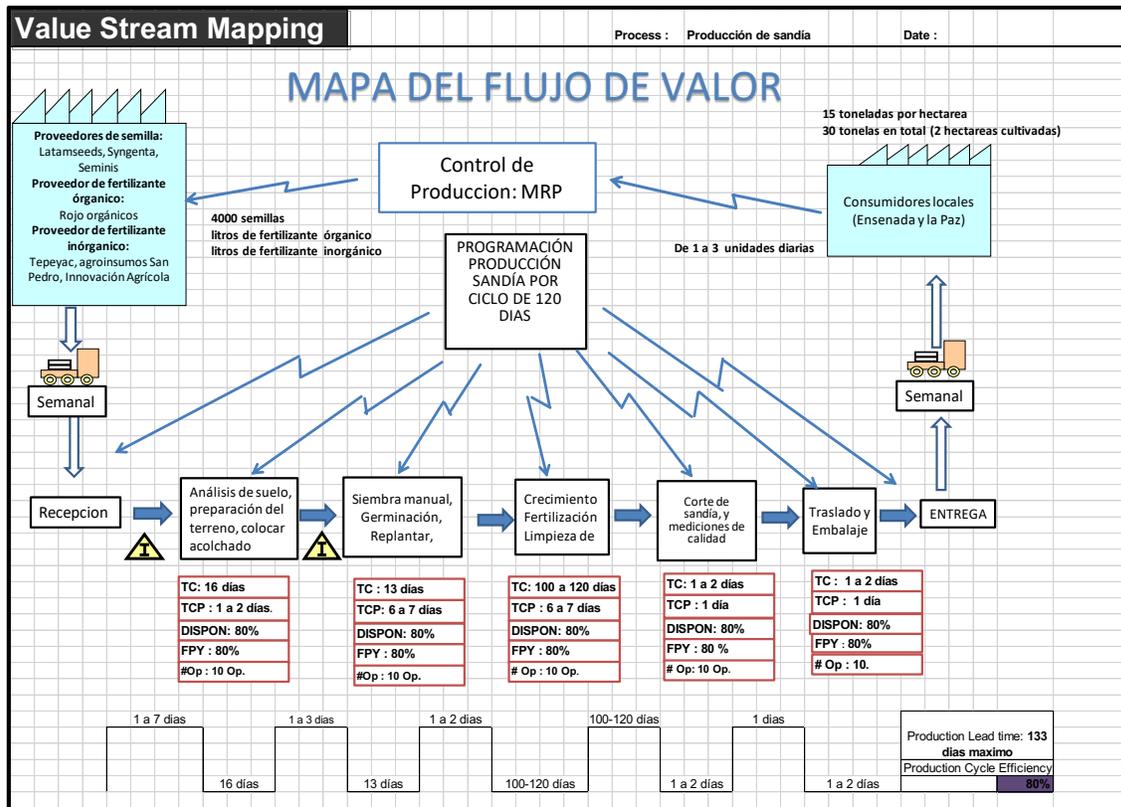
**Fig. 2** Diagrama SIPOC

ANÁLISIS SIPOC						
NOMBRE DEL PROCESO: PRODUCCIÓN DE SANDIA (VARIEDAD MARA) EN EL ITSG, CICLO OTOÑO INVIERNO 2020						
Elaboró:	Viridiana Humarán S.			Fecha:		
PROVEEDORES	ENTRADAS (insumos)	PROCESO		SALIDAS	CLIENTES	
Latamseeds, Syngenta, Seminis	 Semillas de sandía (variedad mara)				<b>INTERNOS</b> Alumnos y docentes del ITSG	<b>EXTERNOS</b> Compradores libres que se llevan a Ensenada y la Paz (ciclo otoño-invierno 2020)
Rojo orgánicos	Fertilizante orgánico (vermicomposta (VC))	7 días	6 a 7 días	100-120 días		
Tepeyac, agroinsumos San Pedro, Innovación Agrícola	Fertilizante inorgánico (Fosfonitrato, Ácido fosfórico, Nitrato de calcio, Sulfato de potasio, Sulfato de magnesio)	2 días	1 a 2 días	1 a 2 días		

### 3. Desarrollo de un mapeo actual (VSM)

Con ayuda de los diagramas de flujo y los tiempos estimados para cada actividad, así como el análisis SIPOC, se integra el mapeo de procesos de flujo de valor, siguiendo su propia metodología, utilizando una plantilla de Excel. El cual se muestra en la figura 3, del cual se resume el tiempo máximo de ciclo de 133 días, y tiempo mínimo de 131 días, además de los proveedores, procesamiento detallado, considerando 80% de disponibilidad, y 80% de fiabilidad de los equipos, y 10 operadores.

Fig. 3 Diagrama VSM



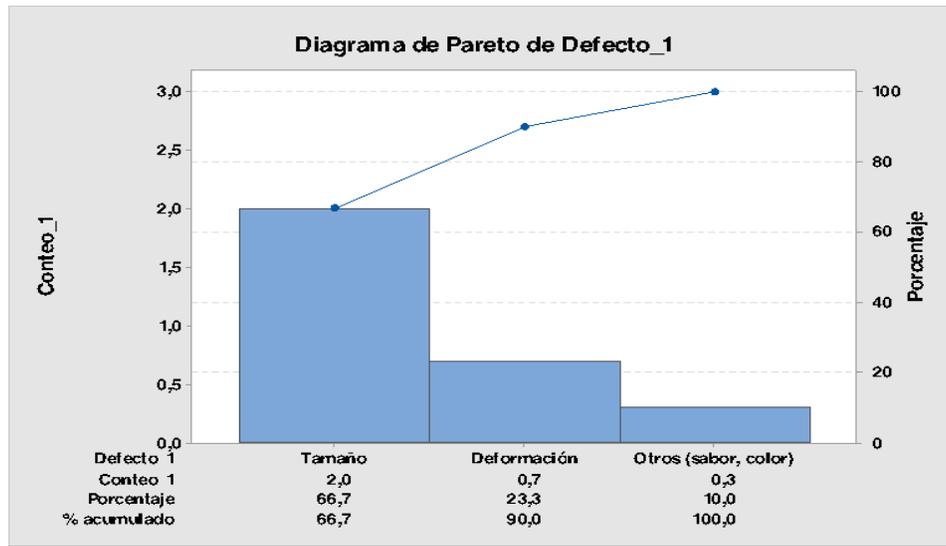
#### 4. Análisis de defectos y elaboración de diagramas de Pareto e Ishikawa.

Para la elaboración del diagrama de Pareto se usó el software Minitab 18, y se tomaron del total de producción de 15 toneladas, el 80% (12 toneladas), cumplió con la calidad deseada, del 20% (3 toneladas) que obtuvieron defectos, se contabilizaron los defectos que se muestran en la tabla 1. Y en la figura 4 se muestra el diagrama de Pareto, donde se muestra el 66.7 de porcentaje, identificando al tamaño como causa principal o más importante de los defectos, seguido por la deformación con un 23.3 % y por ultimo otros (sabor, color) con un 10%, dando la sumatoria de 100%.

Tabla 1. Conteo de defectos

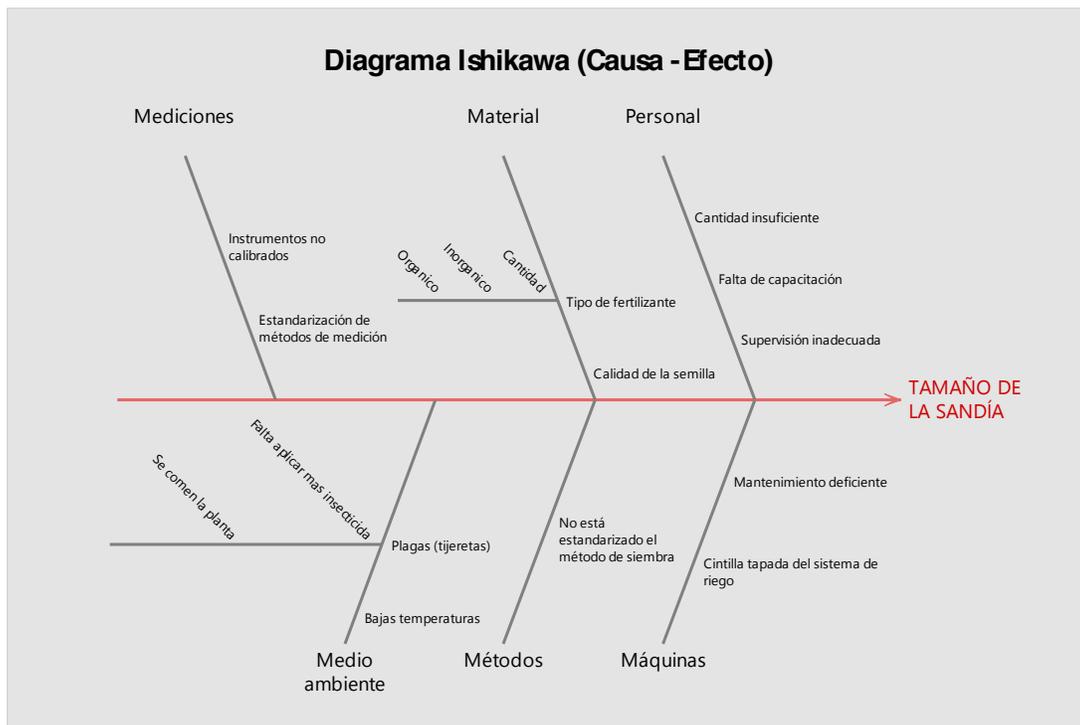
Defecto_1	Conteo_1
Tamaño	2 ton
Deformación	0,7 ton
Otros (sabor, color)	0,3 ton

**Fig. 4** Diagrama de Pareto sandias



Para la elaboración del diagrama Ishikawa (causa-efecto) se usó el software Minitab 18, considerando como efecto principal el tamaño de la sandía. Después de una lluvia de ideas con los expertos y responsables del proceso de producción agrícola, se determinaron como principales causas y sub causas las mostradas en la figura 5.

**Fig. 5** Diagrama Ishikawa de tamaño de la sandía



## **CONCLUSIONES**

La aplicación de las distintas herramientas de calidad fue muy útil para este estudio, con el uso del diagrama de flujo se logró conocer el proceso de elaboración de las distintas fases del cultivo de la sandía y su distribución de las mismas, ya que fue recomendable su implementación para plantear el proceso y conocer detalladamente las actividades que se realizan, al igual que conocer los tiempos de preparación del terreno y proceso de siembra, crecimiento y distribución de la sandía, para así encontrar los desperdicios y actividades que no añaden valor al proceso. El diagrama SIPOC fue otra de las actividades importantes para iniciar con el diseño actual de la empresa, ya que en él se muestra el proceso de una manera más simple, en donde se conocen los proveedores de los distintos insumos utilizados en el proceso de cultivo de sandía, las salidas que se obtienen mediante el proceso y los clientes quienes los consumen. La elaboración del proyecto de mapeo de procesos de valor (Value Stream Mapping) fue diseñado especialmente para conocer la cadena de valor de todo el proceso de producción de sandía, con la finalidad de identificar las actividades que no agregan valor al proceso y detectar los desperdicios en dicha área.

Del análisis causa efecto se derivan las siguientes recomendaciones para los productores agrícolas: elaboración de dispositivos de siembra para reducir los errores por mano de obra no capacitada, y estandarizar el proceso de siembra manual, además de eficientar el tiempo. Aplicar productos más efectivos contra las plagas, específicamente la tijereta que afecto considerablemente en las pérdidas de planta o fallas en el crecimiento de las mismas, realizar mantenimientos preventivos y correctivos en el las cintillas del sistema de riego por goteo, por donde se distribuye la fertilización.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

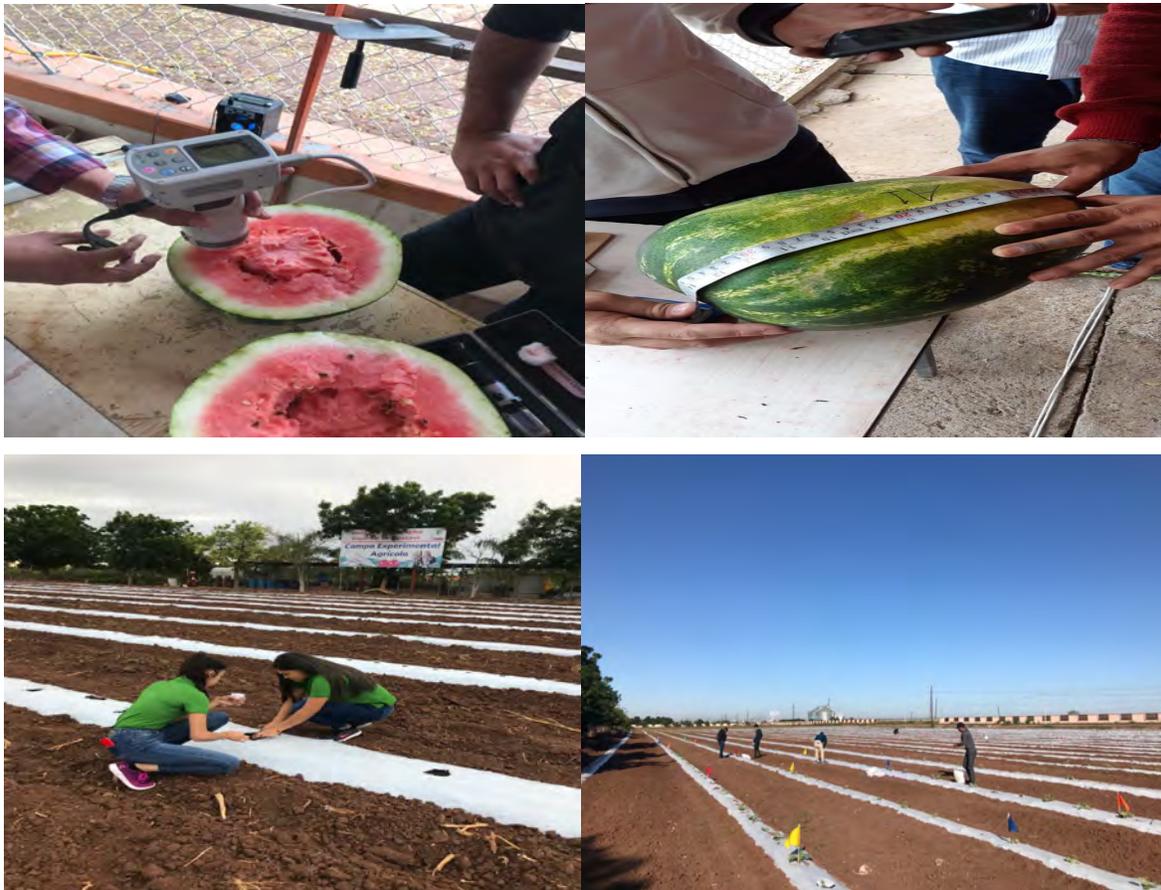
- Cabrera, R. (Mayo de 2013). Value Stream Mapping. Recuperado el 10 de Noviembre de 2018, de Análisis de la cadena de valor: <https://eddymercado.files.wordpress.com/2013/05/analisis-del-mapeo-de-la-cadena-de-valor.pdf>
- Cipriano, A. (2009). Value Stream Mapping, un enfoque de sistemas en el mundo empresarial. Recuperado el 10 de Noviembre de 2018, de [http://www.ingenieria.unam.mx/sistemas/PDF/Avisos/Seminarios/Value\\_Stream\\_Mapping\\_Octaviano.pdf](http://www.ingenieria.unam.mx/sistemas/PDF/Avisos/Seminarios/Value_Stream_Mapping_Octaviano.pdf)
- Druker, P. (2013). Diagrama de flujo. Recuperado el 12 de Noviembre de 2018, de [https://www.jramonet.com/sites/default/files/adjuntos/diagramas\\_flujo\\_jrf\\_v2013.pdf](https://www.jramonet.com/sites/default/files/adjuntos/diagramas_flujo_jrf_v2013.pdf)
- Fuente, V. (8 de Septiembre de 2010). Value Stream Mapping para el rediseño de procesos. Recuperado el 10 de Noviembre de 2018, de [https://www.researchgate.net/publication/268176038\\_Value\\_Stream\\_Mapping\\_para\\_el\\_rediseño\\_de\\_procesos\\_Aplicacion\\_a\\_un\\_proveedor\\_del\\_sector\\_del\\_automovil](https://www.researchgate.net/publication/268176038_Value_Stream_Mapping_para_el_rediseño_de_procesos_Aplicacion_a_un_proveedor_del_sector_del_automovil)
- González Torres, A. (2012). Mapa de cadena de valor implementado en la empresa Agronopal ubicada en el D.F. Ingeniería Revista Académica, 51-57. Recuperado el 16 de Noviembre de 2018, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46724109005>
- Gutiérrez Pulido, H. (2013). Control estadístico de la calidad y seis sigma. Tercera edición, McGraw-Hill, México, D.F.
- Murillo-Amador, B., Morales-Prado, L., Troyo-Diéguez, E., Córdoba-Matson, M., Hernández-Montiel, L., Rueda-Puente, E. & Nieto-Garibay, A. (2015). Changing environmental conditions and applying organic fertilizers in *Origanum vulgare* L. *Frontiers in Plant Science* 6: 1-15.
- Peréz, L. (Noviembre de 2006). Mapeo de flujo de valor. Recuperado el 21 de Junio de 2018, de Contabilidad y negocios: <http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=281621766009>

Rothenbach Gavilanes, M. (2017). Optimización de los procesos de la línea de enlatados en la empresa SIPIA S.A por medio de la metodología VSM. Recuperado el 16 de Noviembre de 2018, de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/8215/1/UDLA-EC-TIPI-2017-29.pdf>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP. (2019). Producción nacional de sandía, porcentaje de producción por entidad federativa. Disponible:[https://nube.siap.gob.mx/gobmx\\_publicaciones\\_siap/pag/2019/Atlas-Agroalimentario-2019](https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2019/Atlas-Agroalimentario-2019).

Vásquez, J. & Lannacone, J. (2014). La lombricultura como aporte para la agricultura sostenible en el Perú. *Cátedra Villareal* 2: 7-20.

## ANEXOS



## **MORFOLOGIA Y RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE CUBA OM22 Y CLON 51 EN SUELO ARENOSO**

SALVADOR PAREDES RINCÓN<sup>1</sup>, LUIS ALBERTO MONTES GUTIÉRREZ<sup>2</sup>, ESTEBAN ESPINOZA ALFONSO<sup>3</sup>, EFREN DOMINGUEZ AVILA<sup>4</sup>

### **RESUMEN**

En el trópico mexicano la ganadería bovina es limitada por falta de forraje de calidad. Por ello se propuso conocer la respuesta productiva de los pastos Cuba OM22, y Clon 51, en cinco edades de corte, durante junio a noviembre de 2020, en el municipio de Úrsulo Galván, Ver., en suelo arenoso, en época lluviosa, bajo diseño Bloques al Azar, con arreglo factorial y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron 10 de las combinaciones de 2 variedades y 5 edades de corte. Las variables medidas fueron; altura de planta, número de hijuelos/cepa, rendimiento de materia verde/ha (t MV ha<sup>-1</sup>), % de MS, y rendimiento de MS (t MS ha<sup>-1</sup>). La mayor altura (P<0.05) fue de OM22 (202.4 cm), versus Clon 561 (162 cm). El Clon 51 fue superior en hijuelos/ macollo; 25.5, respecto al OM,22 con 18.5. El mejor tratamiento (P<0.05) fue T8; V2, EC3 (38.2 hijuelos), En rendimiento de MV ha<sup>-1</sup>, T5; V1 EC 5, con 3,308.5 Kg/ha. El mayor rendimiento de MS (t MS ha<sup>-1</sup>) (P<0.05), se obtuvo con T5; V1, EC 5, (11.27 t ha<sup>-1</sup>, y T10; V2, EC 5, con 8.71 t MS ha<sup>-1</sup>. Las variedades de referencia tuvieron un aceptable comportamiento productivo, considerando que este estudio se realizó en período de lluvias.

**Palabras clave:** OM22, Clon 51, Morfología, MS, suelo arenoso

### **ABSTRACT**

In the Mexican tropics, cattle ranching is limited due to a lack of quality forage. For this reason, it was proposed to know the productive response of the pastures Cuba OM22, and Clone 51, in five cutting ages, during June to November 2020, in the municipality of Úrsulo Galván, Ver., In sandy soil, in the rainy season, under Random

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. paredesrincon@yahoo.com.mx

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. luis.mg@ugalvan.tecnm.mx

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván

<sup>4</sup> Tecnológico Nacional de México/ Productor. edominguezavila@hotmail.com

Blocks design, with factorial arrangement and four repetitions. The treatments were 10 of the combinations of 2 varieties and 5 cutting ages. The variables measured were; plant height, number of suckers / strain, green matter yield / ha (t MV ha<sup>-1</sup>), % DM, and DM yield (t DM ha<sup>-1</sup>). The highest height (P <0.05) was OM22 (202.4 cm), versus Clone 561 (162 cm). Clone 51 was superior in suckers / tillers; 25.5, compared to OM, 22 with 18.5. The best treatment (P <0.05) was T8; V2, EC3 (38.2 suckers), In yield of MV ha<sup>-1</sup>, T5; V1 EC 5, with 3,308.5 Kg / ha. The highest MS yield (t MS ha<sup>-1</sup>) (P <0.05), was obtained with T5; V1, EC 5, (11.27 t ha<sup>-1</sup>, and T10; V2, EC 5, with 8.71 t DM ha<sup>-1</sup>. The reference varieties had an acceptable productive performance, considering that this study was carried out in the rainy season.

**Keywords:** OM22, Clone 51, Morphology, MS, sandy soil

## INTRODUCCIÓN

En el trópico mexicano la ganadería bovina es una actividad importante, por su contribución en la oferta de productos cárnicos y lácticos para la alimentación humana, en donde los pastos y forrajes constituyen la base para la alimentación de los rumiantes, sin embargo, la estacionalidad afecta su calidad y rendimiento (Enríquez *et al.*, 1999). Aunado a la presencia de pasturas degradadas por su inadecuado manejo. En especial la zona central del estado de Veracruz, la ganadería de doble propósito carece de forraje de calidad, con período de falta de humedad de hasta 7 meses, por ello es importante optar por explorar el potencial genético de otras opciones forrajeras (Herrera *et al.*, 2006), como son las nuevas variedades de forrajes de corte que satisfacen estos requerimientos. Entre estos el pasto híbrido Cuba OM22 (*P. purpureum* Cuba CT-169 x *P. glaucum* Tifton late), posee tallos y hojas completamente lisos, no contiene espículas, su crecimiento es erecto macollante, alcanza una altura de 1,5 a 1,8 m, abundante follaje desde su base y presenta tallos gruesos con muy buena digestibilidad, y brota con 8 a 10 hijos. Produce un rendimiento entre 70 y 180 t de forraje verde/ha, que varía según la región y época del año. Responde linealmente a la fertilización. (Párraga *et al.*, 2017; Clavijo, 2016; Miranda *et al.*, 2012; Ramos *et al.*, 2019). Párraga *et al.*, (2017), observaron un mayor contenido de proteína cruda 20.3 %, a los 45 días

seguido de 18,99%, a los 60 días. Su alto valor nutritivo a pocos días del rebrote (CETAPAR/JICA, 2001).

El pasto de corte Clon 51, se le conoce principalmente a través de empresas comercializadoras de semilla, y documentales en videos, que es un pasto de alto rendimiento y alta calidad nutritiva y muy apetecible por el ganado en países de Centroamérica, sin embargo, no hay suficiente información técnica basada en investigación. Se le llama también Caña Maíz, por su inflorescencia, desarrollo de raíces adventicias), y ancho de sus hojas de 5 a 6 cm, parecidas a la planta de maíz. Es un pasto de crecimiento erecto, crece a más de 2.5 m de altura, a similitud del Cuba OM22, carece de vellos o pubescencias en tallos y hojas, posee un alto nivel proteico entre 18 a 22% y puede disminuir o subir, en suelos pobres o fertilización respectivamente, la producción de forraje por hectárea es muy variable según manejo, con producciones de 50 A 70 t/ha/corte, pero con riego. (Depende del tiempo entre corte). Se puede establecer en suelos de mediana a alta fertilidad, con buen drenado. El Clon 51 puede emplearse como pasto picado para animales en confinamiento, lecherías, levante de terneros, equinos, y ovejas. (pastoshenosyganados.com. 2020). Para la siembra se utiliza como semilla son las mismas cañas. Algunos ganaderos han observado que el pasto Clon 51 es muy lento en su crecimiento, arriba de los 2000 msnm y por esta razón da tres cortes anuales, mientras que la Cuba OM 22 da cinco. Asimismo, han observado que en algunas regiones deja de dar cortes y se tiene que volver a sembrar. Sobre el Clon 51, aún no se conoce su origen, ni su certero nombre botánico.

En este contexto, y ante la eminente necesidad de encontrar alternativas forrajeras de calidad que en este caso corresponde a condición de suelo arenoso, representativo de la zona costera central del estado de Veracruz, asimismo, por petición de productores ganaderos de la zona de influencia del Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, se propuso el objetivo de estudiar la respuesta morfológica y productiva de las variedades Cuba OM22, y el pasto Clon 51, bajo suelo arenoso.

## **MATERIALES Y METODOS**

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo durante el período de agosto a noviembre, 2020, en el Rancho “La Charca”, del municipio de Úrsulo Galván, Ver., ubicado a 4 km de Villa Úrsulo Galván, Ver., geográficamente a 19° 21' latitud norte y 96° 25' longitud oeste a una altura de 10 msnm, con un clima Aw2, cálido subhúmedo con lluvias en verano, temperatura media anual de 24.5 ° C, precipitación media anual de 1350 mm y una humedad relativa del 75% (García, 1988). El suelo del rancho La Charca, es del tipo arenoso.

Diseño de la investigación. El presente trabajo de investigación, se realizó mediante un diseño de Bloques al Azar, con cuatro repeticiones.

Análisis estadístico. Los datos generados del presente estudio se analizaron por ANOVA, utilizando el paquete computacional STATISTICA, 2010. En los casos en que se encontraran diferencias entre tratamientos la comparación de medias se realizó mediante el método de Tukey ( $P < 0.05$ ).

Materiales evaluados. Los materiales que se evaluaron en este estudio, son el cv. OM22 (Pennisetum. Purpureum, variedad Cuba CT-169 x P. glaucum Tiffon late) y el pasto Clon 51. La parcela con cada variedad de pasto se limitó con jaulas de exclusión de 5.0 x 6.0 m, distribuidas al azar en cuatro bloques. Las cuales se subdividieron en cinco unidades experimentales de 5 x 2 m, que corresponden a las unidades de muestreo, en donde se medieron las variables de respuesta. Las parcelas con cada variedad fueron establecidas en junio del 2020, en un arreglo topológico de 80 cm entre surcos y 80 cm entre plantas.

Diseño de tratamientos. El presente trabajo de investigación, se desarrolló mediante un diseño de Bloques al Azar, con arreglo factorial 2x5, con 10 tratamientos (2 variedades x 5 edades de corte), con 4 repeticiones (40 unidades experimentales de 5.0 x 6.0 m, distribuidas al azar en cuatro bloques, con separación de 5.0 m entre parcelas (Jaulas de exclusión) y 10.0 m entre bloques. Se tomaron muestras de planta completas en forma aleatoria durante 5 edades de corte (EC); EC1: 5 semanas, EC2: 7 semanas, EC3: 9 semanas, EC4 11 semanas, y EC5 13 semanas después del corte de homogeneidad. Se realizaron riegos de auxilio cada vez que

requirieron según las condiciones ambientales, debido a la alta porosidad del suelo arenoso.

#### **VARIABLES DE RESPUESTA**

**Altura de planta.** Esta variable se midió de la base del suelo hasta la parte más alta de las hojas en su curvatura, sin estirar la hoja, considerando un dosel promedio.

**Número de hijuelos/cepa.** Se seleccionaron tres macollos al azar de cada unidad experimental y se contó el número total de hijuelos en cada fecha de corte (5, 6, 7 y semanas después del corte de homogeneidad).

**Contenido de Materia seca (% MS).** Se estimó a partir de muestras representativas de cada tratamiento, seleccionando al azar 3 tallos, los cuales fueron fraccionados de 1 a 2 cm. En laboratorio del total de forraje fraccionado se tomó una submuestra de 150 g, en una bolsa de estraza del núm. 16, con pequeños agujeros para facilitar la liberación de humedad, misma que se sometió a secado en una estufa de aire forzado a una temperatura de 65 grados C, por 48 horas, la materia seca se determinó por diferencia de peso (peso inicial – peso final constante).

**Rendimiento de materia verde (t MV ha<sup>-1</sup>).** Esta variable se estimó correlacionando el número de hijuelos de tres cepas de cada unidad experimental, peso total de estos, número promedio por cepa, y después por el total de cepas o plantas por hectárea, mismos que estaban sembrados inicialmente a una distancia de 80 cm entre plantas y entre surcos, considerando así población de 12,500 plantas o cepas ha<sup>-1</sup>

**Rendimiento de Materia Seca/ha (t MS ha<sup>-1</sup>).** Se estimó correlacionando el número de hijuelos/cepa promedio en cada unidad experimental, peso promedio de estos, considerando una densidad de población de 12,500 plantas o cepas/ha, y finalmente multiplicado por su contenido de materia seca.

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Altura de planta.** Se observó diferencia estadística significativa en altura entre variedades ( $P < 0.05$ ), desde la semana 5 de edad después del corte de homogeneidad. A partir de la 5<sup>a</sup> semana de edad, después del corte de

homogeneidad, se registraron valores promedios de 103.7 cm en OM22, y 64.1 en Clon 51 (Cuadro 1). La mayor altura se observó en el tratamiento V1 (OM22) en la edad de corte 5(EC), con 202.4 cm), versus tratamiento V2 (Clon 51), EC5, con 162.1 cm, seguido por el tratamiento V1, EC 4 (159.6 cm). Y los tratamientos con menor altura fueron: V2, EC1 (64.1 cm) y, V1 EC 2 (87.1 cm). (Cuadro 1, Figura 1).

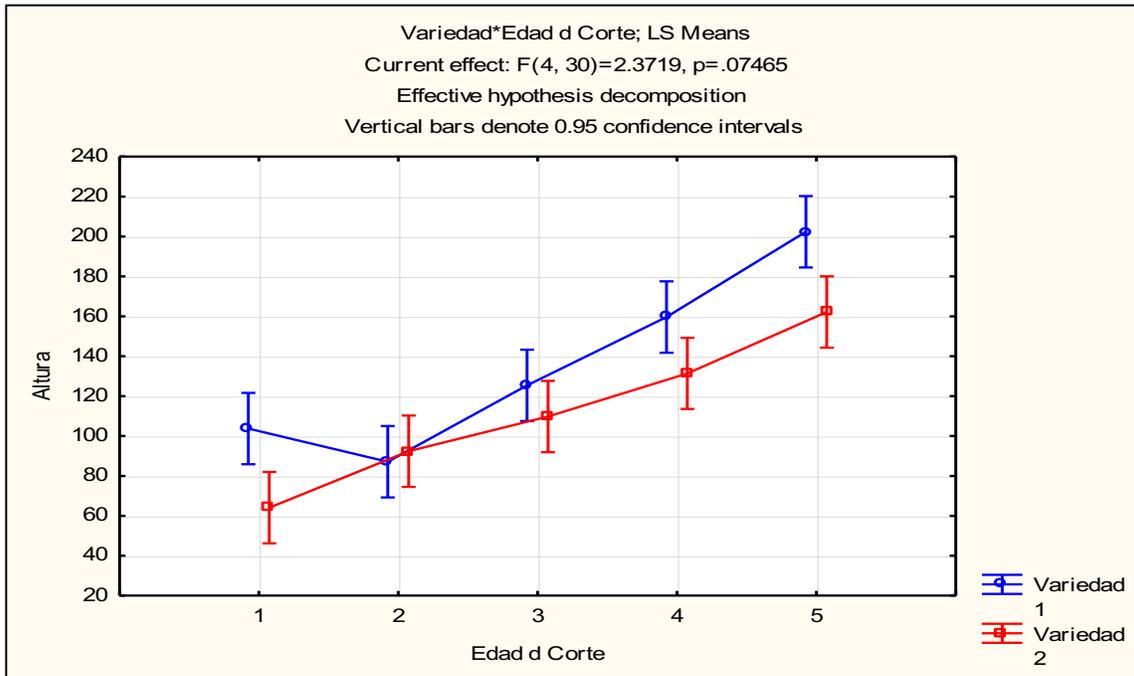
**Cuadro 1.** Tukey HSD test; variable Altura. Grupos homogéneos, alpha=0.05

Trat.	Varietad	Edad d Corte	Altura - Medias
6	2	1	64.125 e
2	1	2	87.125 de
7	2	2	92.375 cde
1	1	1	103.75 cde
8	2	3	109.75 cd
3	1	3	125.375 cd
9	2	4	131.375 bc
4	1	4	159.625 b
10	2	5	162.125 ab
5	1	5	202.375 a

Valores con la misma literal, estadísticamente son iguales.

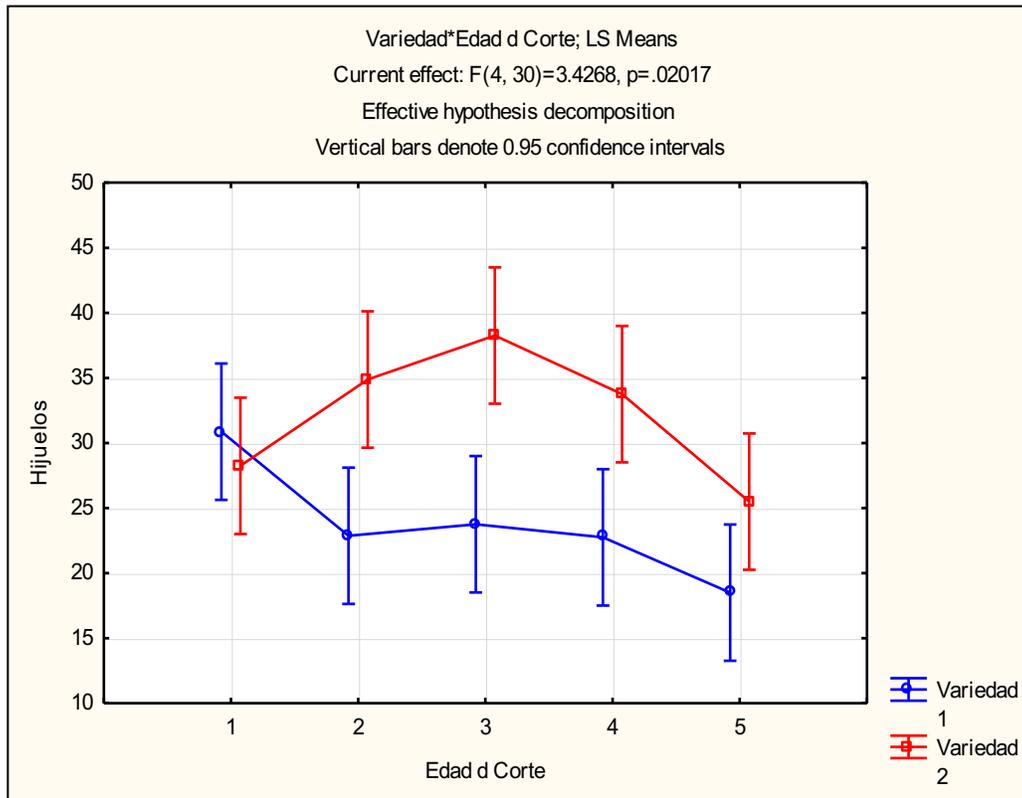
Según Sanderson *et al.*, (1997) la cantidad y distribución de las lluvias tuvieron gran influencia en la curva de crecimiento de los pastos, debido a su estrecha relación con los factores bioquímicos y fisiológicos que regulan este proceso biológico. La altura alcanzada por el Cuba OM-22 y Clon 51, fue superior a la obtenida por Álvarez, (2009) a los 90 días, valores entre los 100 y 110 cm en el período poco lluvioso, y aún empleando fertilización mineral. Asimismo, a los reportados por Díaz, (2011) alturas mayores entre 106.3 y 88.3 cm, respectivamente, en mejores condiciones edafoclimáticas que las de esta investigación. Igualmente a los reportados por Clavijo (2016) quien reportó una altura de 87 cm en OM22 a edad similar.

**Figura 1.** Distribución de altura de variedades en cinco edades de corte



**Hijelos/cepa.** Se observaron diferencias significativas en la interacción Variedad x Edad de corte, asimismo, entre variedades y entre edades de corte. Cabe señalar que se observó una disminución mayor en el número de hijelos en OM 22, respecto al Clon 51, a partir de la 5a semana, hasta la 13va semana después del corte de homogeneidad, siendo mayor en Clon 51 (25.5) respecto a OM,22 con 18.5 hijelos por planta o cepa (Figura 2). La mayor cantidad de hijelos / cepa se observaron en los tratamientos 8 V2, EC3 (38.2 hijelos), seguido por el tratamiento 7; V2, EC 2 (34.9 hijelos). Y los tratamientos con menor número de hijelos fueron; T5; V1 EC5(18.5 T5 V1, EC 5 (18.5 hijelos), y T4; V1, EC 4 (22.7 hijelos). El número de hijelos alcanzado fue ligeramente superior al obtenido por Díaz, (2011) a edad similar (30 hijelos) con Cuba CT-169 en un suelo Pardo y Fersialítico pardo rojizo. Este mismo autor en Rendzina roja reportó 39 hijeloss, valor similar al obtenido en este trabajo. E inferiores a los reportados por Clavijo (2016) de 43 hijelos.

**Figura 2.** Distribución de hijuelos en cinco edades de corte.



**Rendimiento de MV ha<sup>-1</sup>**

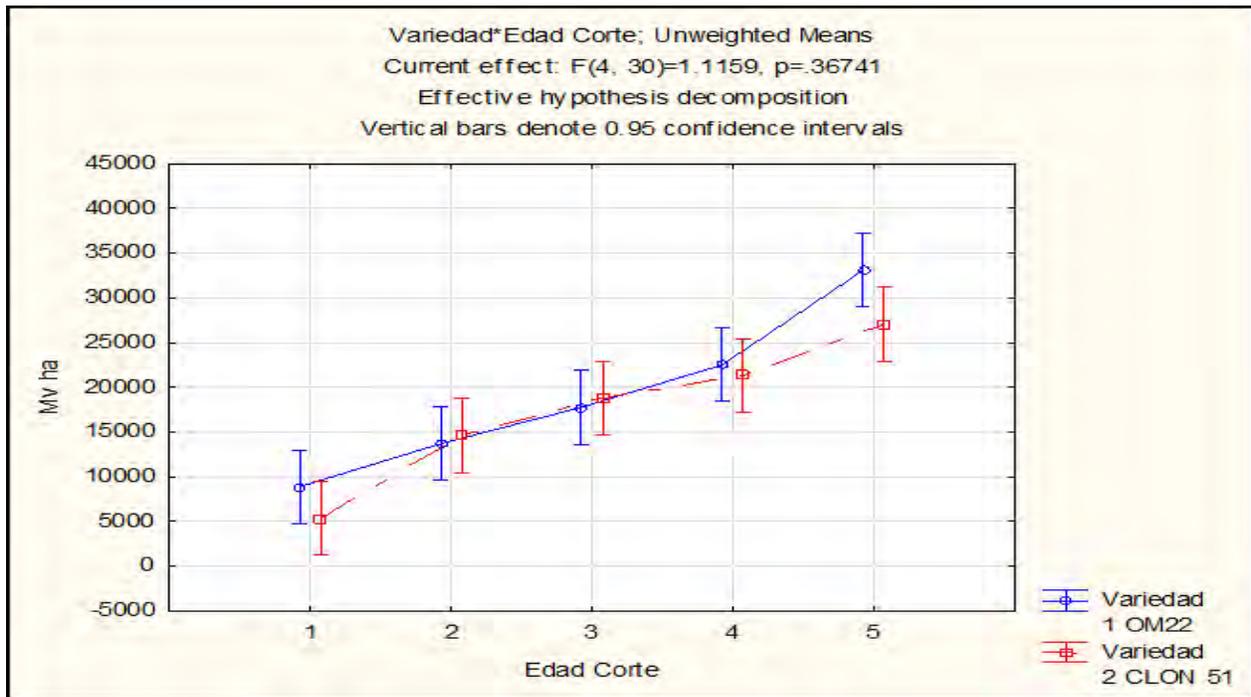
En esta variable se observó diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos en las diferentes edades de corte ( $P > 0.05$ ). Se observó un mayor rendimiento de MV ha<sup>-1</sup>, a medida que avanzaba la edad de corte, de esta manera el mayor rendimiento se obtuvo a la 13va semana con promedio general de 30,07 Kg de MV ha<sup>-1</sup>, seguido por la semana 11va, con 23,918.7 Kg/ha. El mayor rendimiento se obtuvo con los tratamientos 5; V1 EC 5, con 33,087 Kg/ha, y T10: V2, EC 5, con 27,050 Kg/ha, y los de menor rendimiento fueron; T6; V2, EC 1, y T1; V1, EC 1, con 5,352.5 y 8,905 Kg/ha, respectivamente. (Cuadro 2; Figura 3). Estos resultados coinciden con lo reportado por Paredes *et al*, (2012), quienes observaron un comportamiento lineal en rendimiento de MV y %MS, pues a mayor dosis y edad del pasto, sus valores incrementaron

Valores con la misma literal, estadísticamente son iguales ( $P < 0.05$ )

**Cuadro 2.** Tukey HSD test; variable MV ha<sup>-1</sup>, alpha =0 .05.

	Variedad	Edad Corte	MV ha <sup>-1</sup> - Mean
6	2	1	5352.5 e
1	1	1	8905 de
2	1	2	13713.75 cde
7	2	2	14612.5 cde
3	1	3	17787.5 bc
8	2	3	18762.5 bc
9	2	4	21312.5 bc
4	1	4	22525 b
10	2	5	27050 ab
5	1	5	33087.5 a

**Figura 3.** Distribución de Rendimiento de MV ha en cinco edades de corte.



### Porcentaje de materia seca (%MS)

Se observaron diferencias estadísticas significativas (P0.05) entre variedades y entre edades de corte. OM22 tuvo un porcentaje de MS 27.9 vs 26.8 del Clon 51 a las cinco semanas después del corte de homogeneidad, asimismo, 28.4 vs 28.3, 30.8 vs 29.9, 30.0 vs 31.7, y 34.1 vs 32.5, a la 7, 9, 11, y 13 semanas, respectivamente. (Figura 4). El mayor porcentaje de MS, se obtuvo en el tratamiento 5: V1 EC 5 (34.1 %), seguido por el tratamiento 4; V1, EC 4 (33.0 %), Tratamiento 9 V2 EC 4 (32.82%). Y los de menor porcentajes fueron; Tratamiento 7; V2 EC 2 (25.8 %), y tratamiento 6; V2, EC1 (28.2%). Y como era de esperarse, a mayor edad hubo mayor porcentaje de MS, obteniéndose en promedio 27.82 %, 28.5, 30.2, 32.9, y 33.3 % MS para las edades 5,7,9,11, y 13, respectivamente (Cuadro 3). Estos datos son similares a los obtenidos por Miranda *et al*, (2012), quienes obtuvieron un promedio de 28.8 % de MS en OM22, aproximadamente entre la 6ª y 8va semanas del rebrote. Vázquez y Torres, (2001) explican que la producción de MS va con el aumento en la longitud, fundamentalmente producida por la acción de la fotosíntesis y la respiración de la planta.

### Rendimiento de materia seca (t MS ha)

**Cuadro 3.** Tukey HSD test; variable %MS. Grupos homogéneos, alpha = 0.05.

Trat.	Variedad	Edad Corte	%MS - Mean
7	2	2	25.775 d
6	2	1	28.175 cd
1	1	1	28.8 bcd
8	2	3	29.625 bc
2	1	2	29.875 bc
3	1	3	30.8 abc
10	2	5	32.53 ab
9	2	4	32.825 ab
4	1	4	33.025 ab
5	1	5	34.075 a

Por lo que respecta al rendimiento de MS (t MS ha), se observaron diferencias significativas entre variedades (Figura 4) y entre edades de corte ( $P < 0.05$ ). La mejor variedad con mayor rendimiento fue OM22 con un promedio de 6.11 t MS/ha, versus 5.33 t MS/ha del Clon 51. Los tratamientos con mayor rendimiento de MS (t MS/ha) ( $P < 0.05$ ), fueron: T5; V1, EC 5, con 11.27 T/ha, y T10; V2, EC 5, con 8.71 t MS ha. Los de menor rendimiento T6; V2, EC1, y T1; V1, EC 1, con 1.43 y 2.5 t MS ha, respectivamente. (Cuadro 4, Figura 4). Estos resultados fueron inferiores a los de Martínez *et al.*, (2010) donde Cuba OM-22 a la edad de 113 días obtuvo rendimientos de 17 t /ha y para King grass 16 t /ha. Los resultados obtenidos pudieron estar influenciados por varios factores, por ejemplo, la presencia del tipo de suelo. (Miranda *et al.*, 2012).

Valores con la misma literal, estadísticamente son iguales

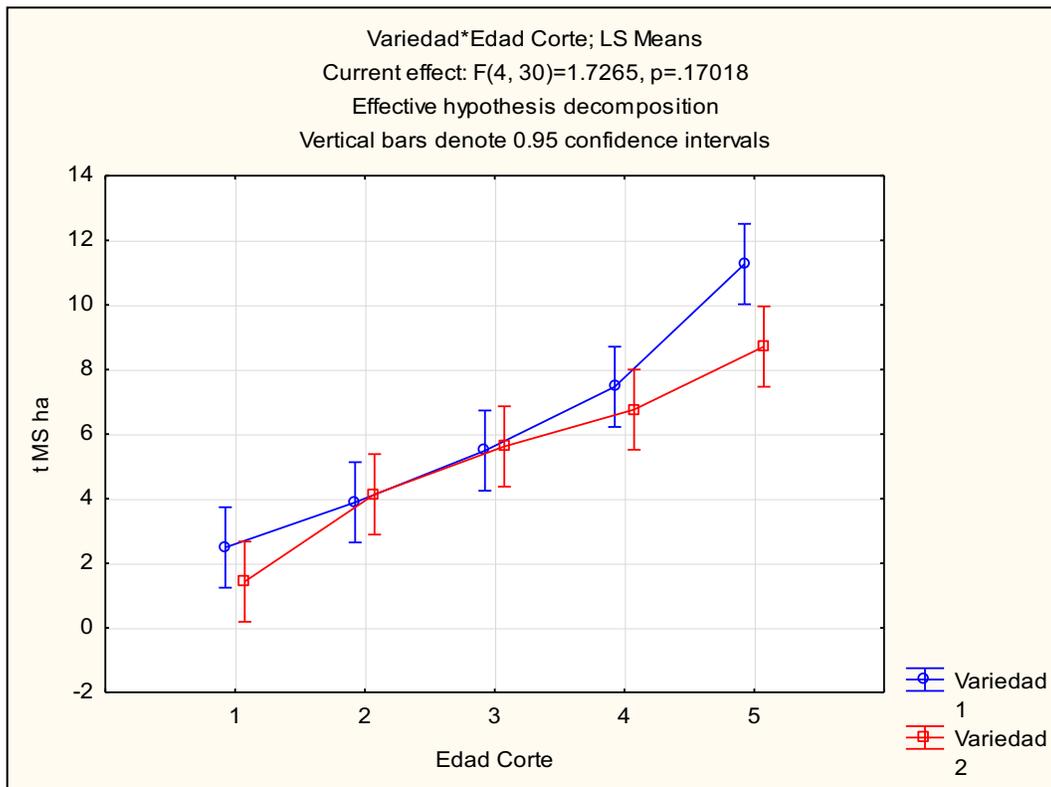
**Cuadro 4.** Tukey HSD test; variable t MS ha (alpha = 0.05)

Trat.	Variedad	Edad Corte	t MS ha - Mean
6	2	1	1.43012 d
1	1	1	2.48939 d
2	1	2	3.88625 cd
7	2	2	4.13416 cd
3	1	3	5.48641 bc
8	2	3	5.61632 bc
9	2	4	6.75826 bcd
4	1	4	7.46365 bc
10	2	5	8.7109 ab
5	1	5	11.26709 a

Estos rendimientos, fueron similares a los obtenidos por Miranda *et al.*, (2012), quienes observaron un rendimiento del OM22 de 4.1 t/ha MS en el período poco lluvioso; es decir bajo estrés hídrico en particular y a las condiciones de secano, sin fertilización mineral en un suelo pardo grisáceo ócrico, considerados los menos productivos para este género, por tener bajo contenido de nutrientes, textura loam arenosa y poca retención de humedad, según Padilla y Ayala, (2006); Miranda *et*

al., (2012). El Cuba OM-22 aún en estas condiciones, mostró aceptable comportamiento de adaptación. Sin embargo, son superiores a los reportados por Herrera y Ramos, (2006) quienes obtuvieron en período poco lluvioso 5,4 t MS/ha, probablemente favorecidos por la presencia de humedad. Estos resultados son explicados por Padilla y Ayala, (2006) quienes señalan que pastos del género *Pennisetum* exigen de suelos profundos bien drenados y de fertilidad media a alta para lograr la mejor respuesta biológica de la planta.

**Figura 4.** Rendimiento de materia seca (t MS ha) en cinco edades de corte.



### CONCLUSIONES

El Cuba OM22, mostró mayor altura de planta respecto al Clon 51 con promedios de 103.7 cm (Semana 5) a 202.4 cm (13va semana), versus Clon 51 con 64, a 162 cm en las mismas semanas de evaluación.

El pasto Clon 51, presentó mayor número de hijuelos/cepa que el Cuba OM22 en todas las edades de corte. A medida que avanzó la edad, el número promedio de hijuelos disminuyó en las dos variedades a 18.5 en OM22, y a 23.5 en Clon 51, en la 13va semana.

Los rendimientos de materia verde ( $t\ MV\ ha^{-1}$ ) fueron similares entre las variedades en estudio.

El Cuba OM22 fue superior al Clon 51, en porcentaje de MS, durante el estudio de la 5ª. A la 13va semana de evaluación,

La variedad Cuba OM22, tuvo mayor rendimiento de materia seca ( $t\ MS\ ha$ ), respecto al Clon 51, donde a medida que se incrementó la edad de corte, el rendimiento de MS se incrementó. Sin embargo, el rendimiento del OM22, en éste trabajo en época de lluvias, son similares a los obtenidos en otras regiones en condiciones de suelos pobres y con estrés hídrico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J. L. 2009. Evaluación del comportamiento agroproductivo de tres clones del género *Pennisetum purpureum* en la granja Veguitas de la Empresa Cuenca Lechera en Las Tunas. Tesis de grado en opción al título de ingeniero agrónomo. Universidad Vladimir Ilich Lenin, Las Tunas, Cuba.
- CETAPAR/JICA. 2001. El Pasto Elefante. Primera edición. Centro Tecnológico Agropecuario en Paraguay. División Producción Animal. Alto Paraná, Paraguay.
- Clavijo Cabrera, Octavio 2016. Manual del Forraje *Pennisetum* sp. Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*). La Plata (Huila): SENA Regional Huila, Editora Surcolombiana, 2016. Editora Surcolombiana S.A. ISBN: 978-958-15-0252-3 1. Manual 2. Forraje. Disponible en: [https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/3592/1/manualproduccion\\_forraje.pdf](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/3592/1/manualproduccion_forraje.pdf)
- Díaz. W. 2011. Tesis en opción al título académico de Master en Producción Animal Tropical Mención Rumiantes. Evaluación agroproductiva en secano de los *Pennisetum* Cuba CT-169 y King Grass en tres localidades del norte de Las Tunas.
- Enríquez, Q. J. F., Meléndez N. F. y Bolaños A. E.D. 1999. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Papaloapan.
- García E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Köppen de la República mexicana. Ofset Larrios S.A4a. Edición. México. D.F. 217 p.
- Herrera, R.S. y Ramos, N. 2006. Capítulo V, Factores que influyen en la producción de biomasa y la calidad, *Pennisertum purpureum* para la ganadería tropical. Editores. Herrera, R.S., Febles, G. y Crespo, G. EDICA, La Habana. p. 79. <http://pastoshenosyganados.com/clon-51/>
- Martínez, R.O, Herrera, R.S, Tuero, R, Padilla , C.R. (2009). Hierva Elefante Variedades Cuba CT-115, Cuba CT-169 y Cuba OM-22 (*Pennisetum* sp). Revista ACPA, 2-2009.

- Miranda L.M., Ramón A.J., y Díez N.J. 2012. Evaluación agroproductiva del Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en un suelo pardo grisáceo en el período poco lluvioso en las Tunas. Revista Académica de Economía. ISSN 1696-8352. Disponible en: <https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2012/lyn.html>
- Padilla, C y Ayala, J. R, 2006. *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical, Capítulo 3, Plantación y establecimiento. ICA, Mayabeque. Cuba.
14. Pérez, E. 2011. Evaluación agroproductiva de los *Pennisetum* Cuba CT-169 y King grass. Tesis presenta en opción al título de ingeniero agrónomo. Las Tunas, Cuba.
- Paredes R.S., Díaz C. A., y Montes G L. A. 2016. Materia seca de *Pennisetum purpureum* bajo fertilización mineral y composta de cachaza en dos ciclos anuales. Congreso Internacional de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación. CIFCA-2016. Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván.
- Párraga, B., José Ramón R., Vera C. L. A.2017. Valores nutritivos del pasto cuba om-22 (*Pennisetum Purpureum* X *Pennisetum Glaucum*), sometido a cuatro intervalos de corte en el Valle del Río Carrizal. Disponible en: <http://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/649>
- Ramos Trejo O, Canul Solis JR, Duarte Vera FJ. 2007. Producción de tres variedades de *pennisetum purpureum* fertilizadas con dos diferentes fuentes nitrogenadas en yucatán, méxico. Rev. Biociencias, ISSN: 2007-3380, disponible en: <http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/03-02/biociencias3-2-6.pdf>
- Sanderson, M. A., Stair, D. W. y Hussey, M. A. 1997. Physiological and morphological responses of perennial forages to stress. *Advances in Agronomy*, 59:171.17.
- Vázquez, E.B. y Torres, S.E. 2001. Fotosíntesis. Fisiología. Editorial Pueblo y Educación. Cuba. Pág.81-133.

## **PRODUCCIÓN A CAMPO ABIERTO Y COMERCIALIZACIÓN DE ZARZAMORA EN LA REGIÓN ORIENTE DEL ESTADO DE MICHOACÁN**

BRISA BERENICE VILLEGAS MALAGÓN<sup>1</sup>, YASMÍN ELIZABETH REYES MARTÍNEZ<sup>2</sup>, ESTEBAN  
GARCÍA RAMÍREZ<sup>3</sup>

### **RESUMEN**

Actualmente México ocupa uno de los primeros lugares en producción y exportación de berries del mundo. El estado de Michoacán produce aproximadamente el 95% de zarzamora del país, siendo líder productor de este fruto a nivel nacional. Los productores agrícolas de la región oriente del estado se habían dedicado a la producción de hortalizas, flor y otros frutos hasta el momento, sin embargo, ven en la producción de zarzamora, una gran oportunidad de negocio. Es por lo anterior, que es de suma importancia realizar un análisis de factibilidad que permita a los productores de esta región, tomar la decisión de migrar su producción a este fruto. En este trabajo, se presentan datos acerca de los factores que influyen en la producción de zarzamora, así como el análisis de factibilidad de un proyecto de inversión en esta región del país.

**Palabras clave:** Producción, zarzamora, inversión.

### **ABSTRACT**

Currently Mexico occupies one of the first places in the production and export of berries in the world. The state of Michoacán produces approximately 95% of the country's blackberry, being the leading producer of this fruit at a national level. The agricultural producers of the eastern region of the state had been dedicated to the production of vegetables, flowers and other fruits until now, however, they see blackberry production as a great business opportunity. Therefore, it is extremely important to carry out a feasibility analysis that allows the producers of this region to make the decision to migrate their production to this fruit. In this paper, data are

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo. bvillegas@cdhidalgo.tecnm.mx

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo. jereyes@cdhidalgo.tecnm.mx;

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo. esgarcia@cdhidalgo.tecnm.mx

presented about the factors that influence blackberry production, as well as the feasibility analysis of an investment project in this region of the country.

**Key words:** Production, blackberry, investment.

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo a los datos disponibles se conoce que, a nivel nacional, México produce alrededor de 270 mil 399 toneladas de zarzamora. De la producción nacional, Michoacán produce aproximadamente el 95% del fruto colocando al estado como líder en producción de esta berrie y al país como principal productor de zarzamora del mundo.

Adicionalmente, la entidad también genera el 97.7% del valor de la producción de la zarzamora del país, al exportar el fruto a 31 países del mundo, siendo Estados Unidos el mayor comprador con 65 mil 243 toneladas. A nivel mundial, Michoacán y México aportan más de 17% de la zarzamora que se consume de manera global, lo que coloca a México en la cima mundial de la producción del fruto. En cada hectárea, al menos se generan tres empleos directos, arrojando una cantidad total superior a los 37 mil 500 empleos, además de unos 100 mil jornales en la temporada de corte y empaque del fruto. [1]

De acuerdo a lo anterior, se hace evidente el liderazgo del estado a nivel nacional como principal productor de esta frutilla, lo cual se traduce en la generación de empleos directos e indirectos para el estado en el rubro agroalimentario y por ende en una calidad de vida de los actores de la producción y comercialización de este producto, así como de la región michoacana.

El objetivo de este estudio, va enfocado a conocer el grado de factibilidad de producir zarzamora a campo abierto en el municipio de Irimbo, ubicado al oriente de Michoacán, México. Se desea saber si las condiciones de suelo y climáticas son adecuadas para su producción. Además, se pretende identificar el potencial de comercialización tanto del fruto como de productos derivados del mismo. Para ello, se realiza un plan de negocio que les permita a una empresa familiar de la región, tomar la decisión de invertir o no en la producción de zarzamora.

## **METODOLOGÍA**

### **Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación se definió como mixto, documental, de campo y descriptivo, debido a que se recolectaron datos acerca de las variedades de zarzamora y factores claves para su producción en la región, donde se contrastan los requerimientos con su cumplimiento por parte de la empresa familiar. También, se realizó un estudio de mercado y un análisis de costos y proyección financiera, donde se analiza la factibilidad y viabilidad de inversión, a través de un plan de negocios.

### **Técnicas e instrumentos de recolección de la información**

Las técnicas e instrumentos utilizados para esta investigación son: revisión documental para conocer la demanda de la fruta para exportación, así como las variedades existentes de la planta de zarzamora y la experiencia de los productores michoacanos con cada una de ellas, la entrevista a productores de municipios de la región oriente del estado para recabar sus testimonios de experiencia, así como de la observación directa de las huertas que ya se encuentran produciendo. La encuesta de mercado que permitió conocer el grado de interés de los consumidores potenciales en la región, no solo de la fruta sino de productos derivados, la cual se aplicó con apoyo de un cuestionario estructurado con preguntas de opción múltiple y escala de Likert; el análisis de costos para determinar la inversión inicial de capital semilla y fijación de precios; así como una proyección financiera para determinar la necesidad de financiamiento y tasa de recuperación de la inversión.

## **RESULTADOS**

### **Análisis de la demanda**

Se recolectaron datos acerca de producción y exportación de la zarzamora en México, donde se identificaron los principales países compradores de la fruta de exportación [2], donde actualmente la empresa familiar ya identificó una empresa comercializadora que exporta la fruta a Estados Unidos y algunos países de Europa. Adicionalmente, se definió el perfil del consumidor local, el cual, indica que el vino y la mermelada casera son los productos derivados que le interesa adquirir.

**Tabla 1.** Principales compradores de zarzamora

País
Estados Unidos
Canadá
Reino Unido
Alemania
Francia
Países Bajos
Italia
Austria
Bélgica
Japón

A nivel local, se aplicó una encuesta de mercado en los municipios de Ciudad Hidalgo e Irimbo, con una población total de 25322 habitantes, y con un muestreo aleatorio simple con un nivel de confianza de 95%, y se determinó que el 81% de los encuestados muestra interés por adquirir la fruta a granel. Adicionalmente, el 63% está interesado en comprar mermelada, 31% vino artesanal, y el 6% restante en adquirir otros productos derivados tales como el atole, la nieve, el pay, y el yogurt.

#### **Análisis de la factibilidad de producción**

La identificación de las características del producto se hizo necesaria. El tamaño de la zarzamora Tupy es grade, su color es negro–brillante, por su forma, parece ser un fruto conformado por muchos frutos circulares pequeños, estas partes de la fruta se llaman drupas. De este fruto se pueden elaborar gran variedad de productos como mermeladas y vinos.

Es un fruto que se produce en dos temporadas del año, se considera un producto fresco, por lo tanto, tiene gran aceptación por los consumidores en temporada de calor. Pertenece al grupo de las berries, y tiene un alto contenido de vitaminas. En el estado de Michoacán, es uno de los productos con mayor exportación, aunque actualmente se ha visto dañada por hongos [3].

**Figura 1.** Planta de zarzamora Tupy en etapa de floración.



En relación a los factores clave para la producción de la fruta en la región oriente de Michoacán, se determinó que es altamente factible producir en esta región del país. Así mismo, se describió mediante diagrama de flujo, el proceso de producción de la fruta, así como los requerimientos técnicos, financieros y de capital humano necesarios.

**Tabla 2.** Cumplimiento de factores clave para la producción de zarzamora

Factores clave para la producción	Requerimientos generales de producción	Condiciones específicas de la zona de producción
Altitud	2000-3000 msnm	1800 y 2800 msnm
Temperatura	5 - 22°C	12 - 20°C
Lluvia	300 - 900 mm.	800 - 1100 mm
Suelo	Francos y franco arenosos con buen drenaje.	Luvisol (42.62%), Andosol (28.31%), Vertisol (22.14%) y Planosol (2.45%)
Época	Plantar a fines de invierno o principios de primavera.	3ª semana de julio.
Orientación de surco	Perpendicular a la trayectoria del sol	Oriente a poniente
Densidad	8000 a 13000 plantas por hectárea.	8400 por hectárea a 40 cm de separación.
Humedad	70 - 80%	Humedad media (92.20%)
Riego	25,4 mm de agua por semana. Riego presurizado, mayormente por goteo.	30 mm de agua por semana. Sistema de riego por goteo.
Fertilización	Aplicación por riego y foliar.	Aplicación por riego y foliar.
Poda	Despunte de yemas laterales antes y/o después de defoliación.	Despunte de yemas laterales antes y/o después de defoliación.

### **Análisis de costos**

En el análisis económico se busca determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para poder realizar el proyecto de una empresa familiar. El estudio económico financiero es aquel que figura de manera ordenada y sistemática la información en carácter monetario, las cuales serán de gran utilidad en la evaluación de la rentabilidad económica del proyecto.

En este sentido, se realizaron cálculos previos para determinar algunos aspectos como el capital fijo y circulante, estudio de financiación, cuenta de resultados, balance de la empresa y finalmente un análisis de la rentabilidad mediante la determinación de la Tasa Interna de Retorno (TIR), todo ello durante un periodo de un año desde la implantación del proyecto.

**Tabla 3.** Costo anual de operación por hectarea

Tipo de costo	Cantidad
Costo de Producción	\$289,603.40
Costo de Administración	\$241,300.00
Costo de Ventas	\$24,115.80
Total	\$ 555,019.20

Se realizó una proyección de ventas y teniendo en cuenta los ingresos de: 3000 cajas con 2kg de fruto cada una en la primera temporada de producción del año, con un precio de venta de hasta \$200 en promedio; para la segunda temporada se espera el mismo resultado, teniendo en cuenta los costos de: producción, venta y administración que tendrá la empresa, la inversión se recuperará en el segundo año, con un valor presente neto de \$477,835.80. Por lo anterior, se determina que el proyecto de inversión es rentable.

### **DISCUSIÓN**

A través del desarrollo del proyecto se diseñaron estrategias que pueden ayudar no solo a la empresa familiar sino a los productores agrícolas de la región que están incursionando en la producción de zarzamora. En primer lugar, se sugiere a la empresa familiar formalizar su sociedad y registrar su marca, esto les permitirá no solo entrar en un mercado de exportación, sino que facilitará la solicitud de financiamiento en caso de requerirlo.

En relación a la capacidad instalada en la huerta, se hace necesario valorar los proveedores que permitan acceder a materiales de mejor calidad tales como: tubin de mayor capacidad y de larga vida para mejorar el sistema de riego por goteo. Los postes instalados en cada extremo de los surcos, que sean más durables y resistentes a las inclemencias del tiempo. Una bomba de agua de mayor capacidad y potencia, ya que de ello depende que el riego y la fertilización se aplique con suficiencia de agua.

Así mismo, se hace necesario identificar proveedores de productos agroquímicos que ofrezcan precios competitivos, ya que en la región solo hay unos cuantos y no siempre tienen los productos necesarios en existencia lo que puede afectar el desarrollo de la planta. Se sugiere identificar proveedores dentro de la región y que tengan sus puntos de venta accesibles o en su defecto, que manejen envío de sus productos.

Referente a las instalaciones, se hace necesaria la construcción de un área de selección de la fruta, un comedor y sanitarios para los empleados, y un camino de fácil acceso para que la unidad móvil acceda a la zona de huerta y se puedan cargar las cajas con la fruta.

Los resultados alcanzados en el proyecto, permiten que la empresa familiar visualice con mayor claridad los requerimientos en infraestructura, producción y comercialización de la fruta, así como de sus posibles productos derivados.

### **CONCLUSIONES**

Se logró conocer el grado de factibilidad de producción de zarzamora Tupy en la región oriente del Estado de Michoacán, considerando los requerimientos técnicos para su cultivo, donde se determina que es factible su producción considerando factores de clima, suelo, humedad y densidad. Así mismo, se determinó el potencial de mercado que la zarzamora Tupy, tiene, no solo en la región, sino también como producto de alta demanda a nivel mundial.

El diseño organizacional propuesto en el proyecto, permite que los empresarios cuenten con elementos que den identidad a su empresa, aunque en este aspecto, se recomienda fuertemente, dar formalización a dicha empresa, a través de los

registros y permisos aplicables ante Secretaría de Economía, Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), y el Servicio de Administración Tributaria (SAT).

El análisis de costos permite a la empresa familiar analizar su capacidad de inversión, sus necesidades de financiamiento, así como la proyección de producción, ventas, precio, valor presente neto del proyecto y la tasa de retorno de la inversión, la cual es favorecedora al indicar que, en un lapso de dos años, se podrá recuperar el 100% del capital económico invertido.

Finalmente, se recomienda hacer un análisis que permita a la empresa familiar tomar las decisiones correctas en relación a la expansión de su huerta, ya que como ya se determinó en este proyecto, el proyecto de inversión en estudio es altamente factible. Por ello, es apremiante saber si se está dispuesto a invertir en una extensión de terreno mayor, ya que actualmente la huerta es de una hectárea y media y se tiene la posibilidad de extenderla a tres hectáreas más, lo que hará de este proyecto un negocio más rentable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SEDRUA (2018). Michoacán Líder Mundial en Producción de Zarzamora. Recuperado de: <http://sedrua.michoacan.gob.mx/michoacan-lider-mundial-en-produccion-de-zarzamora-sedrua/#:~:text=Rub%C3%A9n%20Medina%20Ni%C3%B1o%2C%20titular%20de,como%20el%20principal%20productor%20de>.
- Ibarra, L., Romero, N., & Jaime, R. (2013). Estudio de factibilidad para la comercialización de zarzamora en mercados internacionales. *Revista internacional de administración y finanzas*, 57-71.
- GIDDINGS (2021). Problemas de hongos en la planta de zarzamora en la región de Los Reyes Michoacán. Entrevistador: Brisa Berenice Villegas Malagón. La Piedad, Michoacán, México.

## **DETERMINACIÓN DE CAPSAICINA Y NUTRIMENTOS EN FRUTOS DE CHILE DE AGUA (*Capsicum annuum* L.)**

LUIS ALBERTO MONTES GUTIÉRREZ<sup>1</sup>, VICENTE ARTURO VELASCO VELASCO<sup>2</sup>,  
SALVADOR PAREDES RINCÓN<sup>3</sup>

### **RESUMEN**

Para determinar la concentración de capsaicina y nutrimentos en frutos de chile de agua (*Capsicum annuum* L.). Se realizó el presente estudio en cuatro comunidades de Valles Centrales de Oaxaca en Cuilapam de Guerrero, Ejutla de Crespo, San Francisco Lachigolo y San Jerónimo Tlacoahuaya. Se determinaron en los frutos, la concentración de capsaicina y algunos nutrimentos (N-total, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn y Mn). Para la cuantificación de la capsaicina fue necesario realizar tres procesos: la extracción, la purificación y la cuantificación. El contenido promedio de capsaicina en frutos de chile de agua cosechados en las cuatro comunidades fue 890.4 mg kg<sup>-1</sup>. El valor mínimo fue de 730.4 mg kg<sup>-1</sup> y el máximo de 1159.3 mg kg<sup>-1</sup>. No hubo diferencias significativas en la concentración de capsaicina de los frutos colectados. El contenido promedio de N-total en los frutos fue 24 700 mg Kg<sup>-1</sup>, Na fue 258.7 mg kg<sup>-1</sup>, el promedio de P fue 3 765 mg kg<sup>-1</sup>, en K fue 37 486 mg kg<sup>-1</sup>, Ca 888.32 mg kg<sup>-1</sup> y Mg 1 908 mg kg<sup>-1</sup>., el contenido de Fe en los frutos de chile de agua fue 98.9 mg kg<sup>-1</sup>, en Mn fue 15.2 mg kg<sup>-1</sup>, Zn 18.1 mg kg<sup>-1</sup> y Cu 15.5 mg kg<sup>-1</sup>. La correlación fue baja entre la concentración de nutrimentos y capsaicina.

**Palabras clave:** Chile, capsaicina, nutrimentos.

### **ABSTRACT**

To determine the concentration of capsaicin and nutrients in water chili fruits (*Capsicum annuum* L.). The present study was carried out in four communities of Valles Centrales de Oaxaca in Cuilapam de Guerrero, Ejutla de Crespo, San Francisco Lachigolo and San Jerónimo Tlacoahuaya. The concentration of

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. luis.mg@ugalvan.tecnm.mx

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. paredesrincon@yahoo.com.mx

capsaicin and some nutrients (N-total, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn and Mn) were determined in the fruits. For the quantification of capsaicin it was necessary to carry out three processes: extraction, purification and quantification. The average capsaicin content in water chile fruits harvested in the four communities was 890.4 mg kg<sup>-1</sup>. The minimum value was 730.4 mg kg<sup>-1</sup> and the maximum was 1159.3 mg kg<sup>-1</sup>. There were no significant differences in the capsaicin concentration of the collected fruits. The average content of N-total in the fruits was 24 700 mg Kg<sup>-1</sup>, Na was 258.7 mg kg<sup>-1</sup>, the average of P was 3 765 mg kg<sup>-1</sup>, in K it was 37 486 mg kg<sup>-1</sup>, Ca 888.32 mg kg<sup>-1</sup> and Mg 1 908 mg kg<sup>-1</sup>., the Fe content in the water chili fruits was 98.9 mg kg<sup>-1</sup>, in Mn it was 15.2 mg kg<sup>-1</sup>, Zn 18.1 mg kg<sup>-1</sup> and Cu 15.5 mg kg<sup>-1</sup>. The correlation was low between the concentration of nutrients and capsaicin.

**Keywords:** Chile, capsaicin, nutrients.

## INTRODUCCIÓN

El chile como se llama a las diversas variantes del *Capsicum annum*, es uno de los frutos más usados en la cocina mexicana. En México se ha cultivado y usado como alimento en la dieta diaria de la población desde tiempos precolombinos (Arcos et al., 1998).

El fruto de chile en general tiene gran demanda en el mercado ya que es preferido por el público por su sabor y picor (pungencia). Este último está relacionado con la cantidad de capsaicina, la cual es un alcaloide fuerte y estable, es detectable por el paladar humano que resulta en el aumento de la secreción salival y la sensación de calor y ardor en la boca (Bosland, 1992).

La capsaicina puede ocupar hasta el 70% del total de los alcaloides en el fruto. Otros alcaloides que están presentes en menor concentración son la deshidrocapsaicina con el 25% y la nordeshidrocapsaicina, homocapsaicina y homodeshidrocapsaicina con el 5% del total de los alcaloides. El contenido de capsaicina es una característica importante que incorpora calidad al fruto (García et al., 1995).

Existen factores bióticos y abióticos que pueden influir en el mayor o menor contenido de capsaicina en el chile. Dentro de los factores bióticos está la especie, el cultivar, la madurez del fruto, la presencia de plagas y enfermedades; en los

abióticos influyen el suelo, el clima, la temperatura, la luz y la fertilización (García et al., 1995).

La capsaicina además de cumplir su función de picante es utilizada por la industria farmacéutica, tabacalera, cosmética, de pinturas, como ingrediente activo en diversos productos y otras aplicaciones (Lugo y Cervantes, 1992).

En algunas variedades de chiles ya sea ha cuantificado la pungencia, por ejemplo el chile habanero con 100 000 a 300 000 unidades de calor Scoville (uS), el chile Tabasco de 30 000 a 50 000 uS, y otros (Bosland y Votava, 2000).

Nutricionalmente contribuye con un aceptable suministro de algunos minerales como N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn y Mn, así como energía, vitamina A, C, complejo B (Arcos et al., 1998).

Por lo anterior el presente estudio consistió en determinar el contenido de capsaicina y algunos nutrimentos en frutos de chile de agua.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Colecta de frutos**

Se realizaron colectas de frutos de chile agua en las comunidades de Cuilapam de Guerrero, perteneciente al Distrito de Zaachila; Ejutla de Crespo, perteneciente al Distrito de Ejutla; San Francisco Lachigolo y San Jerónimo Tlacoahuaya, al Distrito de Tlacolula. Estas comunidades se encuentran en la región de Valles Centrales de Oaxaca, en la parte central del estado entre los paralelos 16° 45' y 17° 20' de latitud norte y los meridianos 96° 35' y 97° 08' de longitud oeste. Valles Centrales comprende los distritos políticos del Centro, Ejutla, Etlá, Ocotlán, Tlacolula, Zaachila, Zimatlán, Sola de Vega y Miahuatlán, en conjunto forman el distrito agropecuario de temporal número 01 y abarca 16 233 km<sup>2</sup> de superficie que representa el 17% del total estatal. El clima es  $Bs1h^{\wedge}(h)w^{\wedge}(w)(i^{\wedge})g$ , semicálido con lluvias en verano. Se caracteriza por ser menos seco de los BS (seco esteparios), semicálido, temperatura media anual entre 18 y 22 oC, la del mes mas frío a 18 oC. La precipitación anual promedio de los años anteriores oscila entre 561 y 776 mm anuales, distribuidos entre los meses de mayo a octubre, con excepción del mes de

agosto en el que con frecuencia se presenta la sequía intraestival o “canícula” (INEGI, 2005).

Para obtener información complementaria, se tomó una muestra de suelo en cada parcela de las comunidades. Esta se analizó determinando textura, pH y materia orgánica de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 (2002).

### **Manejo agronómico del cultivo**

En general la semilla de chile de agua se siembra en charolas de poliestireno de 30 x 65 cm, de 7 cm de fondo, dividida en 200 cavidades de 2.5 cm<sup>3</sup> en sustrato comercial Cosmopet (Turba) o peatmos (Turba canadiense). Las charolas se colocan en un invernadero tipo túnel de estructura metálica y cubierta de polietileno transparente, después de 30 días de haber emergido las plántulas se llevan al terreno para ser transplantada. Se siembran dos plantas por mata en el fondo del surco cada 0.40 m y 0.70 m entre surcos. En promedio el cultivo recibe 17 riegos, distribuidos de la siguiente manera: tres en el primer mes con una frecuencia de cada 10 días; cuatro para el segundo mes aplicados cada ocho días y cinco para el tercer mes; en el cuarto mes otros cinco riegos cada seis días. El deshierbe se realiza manualmente a los 25 días después del transplante y cuando el cultivo lo requiere. La cosecha se realiza en forma manual una vez que los frutos alcanzan su madurez comercial.

### **Variables evaluadas**

Capsaicina en el fruto. Para la cuantificación de la capsaicina fue necesario realizar tres procesos: la extracción, la purificación y la cuantificación.

a) Extracción por soxhlet. El fruto fresco a analizar se cortó en trozos pequeños, de los cuales se pesaron 5 g, se colocaron en cartuchos de celulosa whatman (22 mm de diámetro por 80 mm de longitud), se procedió a la extracción con alcohol isopropílico de 99.7% de pureza manteniendo el reflujo por 2.5 h.

b) Purificación. Una vez frío el extracto, se le adicionaron alrededor de 10 mg de carbón activado, se agitó en el agitador de vaivén a 180 rpm por 5 minutos y posteriormente se filtraron los extractos con papel Whatman N° 42. El filtrado se transfirió a un matraz volumétrico de 200 mL y se llevó al aforo con alcohol isopropílico.

c) Cuantificación. Se midió la absorbancia de los extractos a 281 nm utilizando un Espectrofotómetro Ultravioleta-visible, (GBC CINTRA 10). La curva de calibración se preparó con capsaicina natural que contenía 65% de capsaicina y 35% de dihidrocapsaicina a concentraciones de 6.871, 13.741, 34.353, 68.705 ppm, utilizando alcohol isopropílico. La concentración del alcaloide se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Capsaicina (mg mL}^{-1}\text{)} = \text{mg mL}^{-1} \text{ CC} \times \text{Dm} \times \text{Dv}$$

Donde:

mg mL<sup>-1</sup> CC = Lectura en la curva de calibración;

Dm = Dilución de masa, volumen de extráctante g<sup>-1</sup> de muestra

Dv = Dilución de volumen, aforo alícuota<sup>-1</sup>

Determinación de nutrimentos. La determinación de los elementos se realizó en muestra seca, por lo que los frutos de chile se colocaron en una estufa de secado a 60 °C hasta peso constante, posteriormente se molieron en un molino eléctrico.

Para la cuantificación de fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn) y manganeso (Mn), se pesaron 0.5 g de muestra digiriéndolas con 6 mL de una mezcla de HN03/HCL04 (relación 2:1). El fósforo se analizó mediante el método colorimétrico del reactivo vanadomolibdico. Se midió la absorbancia a 470 nm en un espectrofotómetro UV-VIS Cintra 10, los elementos restantes se evaluaron en un espectrofotómetro de absorción atómica GBC modelo 904AA.

El nitrógeno se determinó en un analizador orgánico elemental (Perkin Elmer 2400 Series II), la muestra se oxidó con Vanadato de plata y tagistenato de plata en óxido de Mg.

### **Análisis estadístico**

Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza (ANOVA), con el diseño completamente al azar, los tratamientos fueron las comunidades: Cuilapam de Guerrero, Ejutla de Crespo, San Francisco Lachigolo y las repeticiones fueron las tres colectas realizadas en cada comunidad. Siendo un total de 24 frutos por comunidad. Los datos se analizaron en el programa NCSS ver 2004 (Number

Cruncher Statistical System) demo en Internet. Posteriormente se realizaron correlaciones entre las variables del contenido nutrimental de frutos y capsaicina.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Análisis físico y químico de suelo en las diferentes comunidades de Valles Centrales de Oaxaca**

Se encontraron suelos donde predominó la arena y en menor proporción la arcilla, el pH que prevaleció fue ``medianamente alcalino y solo en una comunidad fue ``neutro´; la materia orgánica se encontró desde ``baja´´ hasta ``media´´ en los suelos. Lo anterior indica la gran variabilidad en suelo que se puede encontrar en la región de los Valles Centrales de Oaxaca.

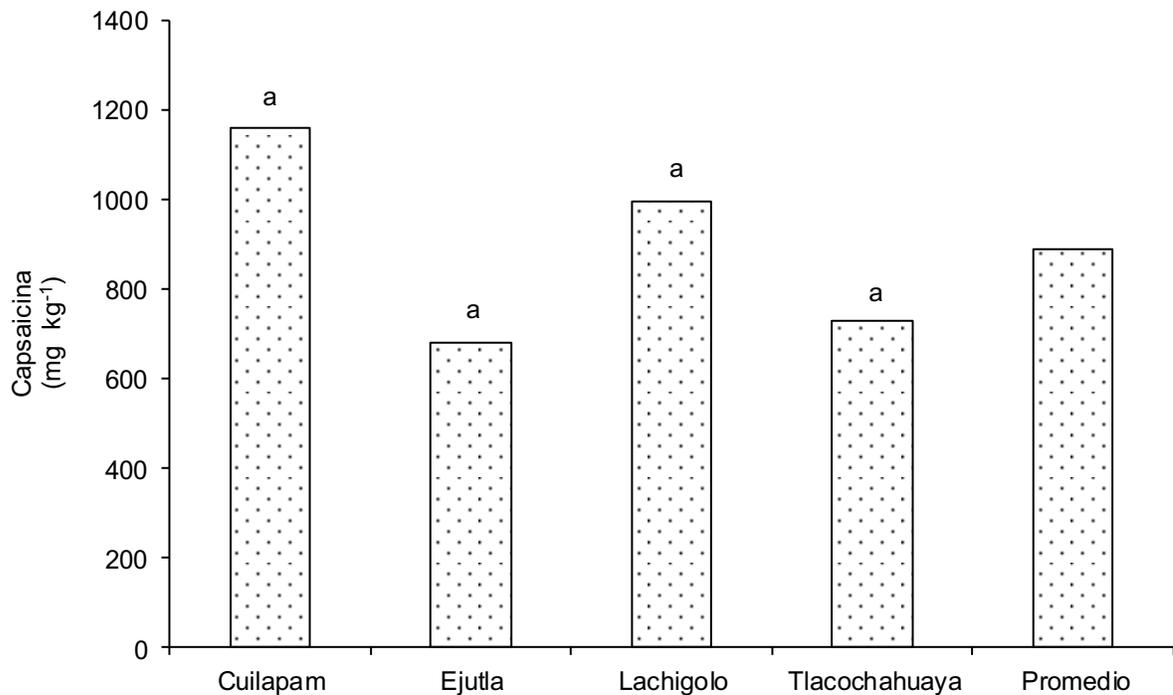
### **Determinación de capsaicina en el fruto**

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas en el contenido de capsaicina ( $\alpha = 0.05$ ) en frutos de chile de agua colectados en cuatro comunidades de Valles Centrales de Oaxaca. En los frutos colectados en la comunidad de Cuilapam de Guerrero se obtuvo una mayor concentración de capsaicina debido a que se aplicó una mayor dosis de N. Velasco (1999) encontró en frutos de chile jalapeño que la concentración de capsaicina disminuyó con el suministro creciente de K, y con el suministro creciente de N y P sólo observó un moderado incremento y decremento del alcaloide, respectivamente. Johnson y Decoteau (1996) encontraron mayor concentración de capsaicina al suministrar N en frutos de chile jalapeño var. "Jalapa".

El contenido promedio de capsaicina en los frutos de chile de agua fue de 890.4 mg Kg<sup>-1</sup> de peso fresco de fruto. El valor mínimo fue 730.4 mg Kg<sup>-1</sup> observado en los frutos de la comunidad de Ejutla y el máximo fue de 1159.3 mg Kg<sup>-1</sup> se obtuvo en los frutos colectados en Cuilapam de Guerrero (Figura 1). Velasco (1999) encontró en frutos de chile jalapeño que el promedio de la capsaicina tuvo 2 700 mg Kg<sup>-1</sup> de peso fresco. Ríos (1969) encontró 11 800 mg Kg<sup>-1</sup> de concentración de capsaicina en frutos frescos de chile jalapeño procedentes de Veracruz. García et al. (1995) encontraron 5 800 mg Kg<sup>-1</sup> también en chile jalapeño, mientras Cruz et al. (2007) encontraron en chile manzano que el contenido de capsaicina fue 4 555

mg Kg<sup>-1</sup>. La menor concentración de capsaicina encontrada en esta investigación respecto a los resultados arriba señalados, se debe a que el fruto de chile de agua presentó menos pungencia, los factores que pueden estar influyendo son las condiciones del manejo agronómico, nutrición de la planta, en fertilidad del suelo, entre otros factores.

**Figura 1.** Niveles de capsaicina en frutos de chile de agua en Cuilapam de Guerrero, Ejutla de Crespo, San Francisco Lachigolo y San Jerónimo Tlacoahuaya. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey  $\alpha = 0.05$ ).



Según Bosland y Votava (2000):

$$1 \text{ ppm} = 15 \text{ uS}$$

Por lo tanto: 890.40 ppm = 13 356 uS

El valor 13 356 uS se ubica en la escala número 5 de 10 niveles de unidades Scoville (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Escala de pungencia en chiles.

Variedad	Unidades Scoville (uS)	Referencia
1.- Habanero	100 000 – 300 000	Bosland y Votava, 2000
2.- Chiltepin	50 000 – 100 000	Bosland, y Votava, 2000
3.- Piquin, Tabasco	30 000 – 50 000	Bosland y Votava, 2000
4.- De árbol	15 000 – 30 000	Htm, <a href="http://www.Notherload.cc/scoville.htm">www. Notherload.cc/scoville.htm</a>
<b>5.- Chile de agua</b>	<b>10 900 – 17 300</b>	Realizado en esta investigación
6.- Serrano, pasilla	5 000 – 15 000	Bosland y Votava, 2000
7.- Jalapeño, Guajillo	2 500 – 5 000	Bosland y Votava, 2000
8.-Cascabel, Chihuatl negro	1 500 – 2 500	<a href="http://www.Cybersauce.com/Knowledge">www.Cybersauce.com/Knowledge</a> .
9.- Ancho, Pasilla	1 000 – 1 500	Htm, <a href="http://www.Notherload.cc/scoville.htm">www. Notherload.cc/scoville.htm</a>
10.- Anaheim, Mulato	500 – 1 000	Htm, <a href="http://www.Notherload.cc/scoville.htm">www. Notherload.cc/scoville.htm</a>
11.- Cherry	100 – 500	<a href="http://www.Cybersauce.com/Knowledge">www.Cybersauce.com/Knowledge</a> .

Cuadro adaptado apartir de los datos obtenidos en Bosland y Votava, 2000;  
[www.Cybersauce.com/Knowledge](http://www.Cybersauce.com/Knowledge), [www. Notherload.cc/scoville.htm](http://www.Notherload.cc/scoville.htm)

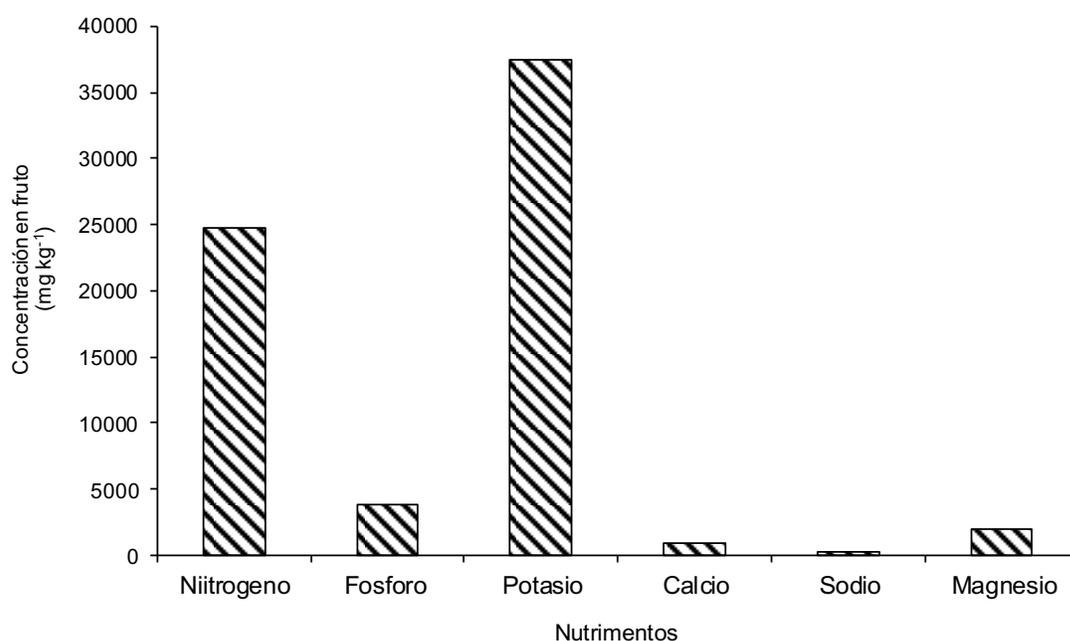
### **Determinación de nutrimentos**

#### **Macronutrimentos**

Las localidades que se colectaron los frutos de chile de agua mostró efectos altamente significativos ( $\alpha = 0.05$ ) en la concentración de N-total y Na en frutos. El contenido mínimo en N fue de 22 400 mg Kg-1 y el máximo 30 300 mg Kg-1 (Figura 2). El valor mínimo de Na fue de 146.7 mg Kg-1 y el máximo 443 mg Kg-1. En la misma muestra, el contenido de P, K, Ca y Mg en frutos de chile de agua no mostraron diferencias significativas ( $\alpha = 0.05$ ). El valor mínimo de P fue 3 086.2 mg Kg-1 y el máximo 4 343.6 mg Kg-1, en K el menor fue 33 325 mg Kg-1 y el mayor 41448 mg Kg-1, Ca los valores fueron 383.3 mg Kg-1 y 1 087.2 mg Kg-1, Mg 1 730.3 mg Kg-1 y 2 234.7 mg Kg-1.

La comparación de estos valores con el promedio de los nutrimentos del *Capsicum annum* de la variedad cherry, se obtuvo que el N (24 700 mg kg-1), Ca (888.3 mg kg-1), Mg (1 908.64 mg kg-1) son bajos, el P (3 765.3 mg kg-1) y K (37 486.2 mg kg-1) es adecuado y Na (258.7 mg kg-1) alto (Reuter y Robinson, 1988)

**Figura 2.** Concentración de nutrimentos en frutos de chile de agua. Promedio de 25 frutos obtenidos de cuatro comunidades de Valles Centrales de Oaxaca.



Los frutos de chile de agua mostraron en promedio menor concentración en P, Ca y Mg y mayor concentración de N y K en comparación con lo reportado por Velasco et al. (1998) (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Concentración de nutrimentos en frutos de chile de agua.

Nutrimento	Trabajo actual (mg kg <sup>-1</sup> )	Velasco <i>et al.</i> (1998) (mg kg <sup>-1</sup> )	$\bar{x}$
N	24 700	21 800	23 250
P	3 765	4 600	4 182
K	37 486	33 500	35 493
Ca	888	3 000	1 944
Mg	1 908	2 800	23 543

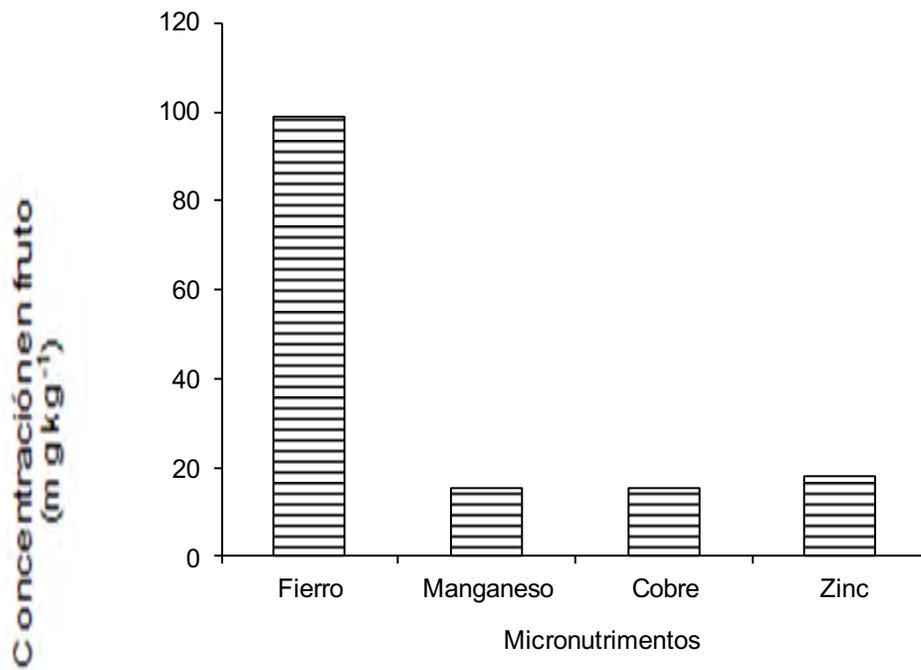
### Micronutrientos

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas ( $\alpha = 0.05$ ) en la concentración de Fe, Mn, Zn. Las comunidades de colecta mostraron diferencias altamente significativas en los contenidos de Cu en los frutos de chile de agua.

El contenido promedio de Fe en los frutos de chile de agua fue significativamente mayor 98.9 mg kg<sup>-1</sup> que lo encontrado en los otros micronutrientos, en Mn fue 15.2 mg kg<sup>-1</sup>, Cu 15.5 mg kg<sup>-1</sup> y Zn 18.1 mg kg<sup>-1</sup> (Figura 3).

**Figura 3.** Concentración de micronutrientos en frutos de chile de agua.

Promedio de 25 frutos obtenidos de cuatro comunidades de Valles Centrales de Oaxaca.



### Análisis de correlación

El análisis entre la concentración de N, P, Na, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn y la concentración de capsaicina en los frutos de chile de agua, mostró correlaciones bajas (Cuadro 3). Cervantes (2003) en frutos de chile habanero no encontró correlación significativa entre el contenido de capsaicina y nutrientes (NPK).

**Cuadro 3.** Coeficiente de correlación para el N, P, Na, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn con la concentración de capsaicina en frutos de chile de agua (datos obtenidos de 25 frutos de cuatro comunidades de Valles Centrales de Oaxaca).

Elemento	Capsaicina
N	0.06867
P	0.09232
K	-0.08214
Ca	-0.18196
Mg	0.26002
Na	-0.09993
Cu	-0.01822
Fe	0.02894
Mn	-0.12020
Zn	0.09600

### CONCLUSIONES

Los frutos de chile de agua colectados en las cuatro comunidades no mostraron diferencias significativas en el contenido de capsaicina ( $\alpha = 0.05$ ), al igual que en P, K, Ca, Mg., mientras en N-total y Na mostraron efectos altamente significativos ( $\alpha = 0.05$ ). El valor mínimo de capsaicina fue 730.4 mg kg<sup>-1</sup> observado en los frutos colectados en la comunidad de Ejutla de Crespo y el máximo 1159.3 mg kg<sup>-1</sup> en Cuilapam de Guerrero, el K se encontró en mayor concentración en los frutos, posteriormente N, P, Mg, Ca, Na y en menor concentración el Fe, Zn, Cu y Mn. Hubo una correlación baja entre la concentración de los nutrimentos N, P, Na, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn y la concentración de capsaicina en los frutos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcos C, G., J. Hernández H., D. E. Uriza A., O. Pozo C., y A. Olivera De los S. 1998. Tecnología para producir chile jalapeño en la planicie costera del Golfo de México. SAGAR. INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro y Centro de investigación Regional del Noreste. México.
- Bosland, P. W. 1992. Chiles a diverse crop. *Hurt Technol* 2. 6–10
- Bosland, P. W. and Votava, E. J. 2000. Peppers, Vegetable and Spice Capsicum. CABI. N.Y. USA. Pp. 84-96.
- Cervantes, C. L. 2003. Contenido de capsaicina en chile habanero (*Capsicum chinense*, Jack.) bajo diferentes condiciones de humedad y nutrición. Tesis de maestría en Ciencias. Instituto Tecnológico No. 2. Yucatán. México. 117 p.
- Cruz, P. B., González, H. V., Soto, H. R., Gutiérrez, E. A., Gardea, B. A., Pérez, G. M. 2007. Capsaicinoides, vitamina C y heterosis durante el desarrollo del fruto de chile manzano. *Agrociencia*. 41(6): 627-635.
- García, G. H S, J. Ortega M. M.E, García R, C Martínez M y C. I. Beristain. G. 1995. La capsaicina. El principio pungente del chile, su naturaleza, absorción. Metabolismo y efectos farmacológicos. *Ciencia* 46. 84 – 102
- INEGI, 2005. Anuarios estadísticos del Estado de Oaxaca. Gobierno del Estado de Oaxaca. México.
- Johnson, C. D y Decoteau, D. R. 1996. Nitrogen and potassium fertility effects Jalapeño pepper plant Growth, pod yield, and pungency. *Hort Science*. 31(7): 1119-1123.
- Lugo V., J. T; Cervantès M., G. 1992. Efecto de la Densidad de Población y Arreglo Topológico en Chile Jalapeño (*Capsicum annum* L.) en el Valle del Yaqui, Sonora. Tesis. Block 611, BÁCUM, Sonora, México, pp 39 - 40,77.
- Reuter, D. J., Robinson, J.B. 1988. *Plant Analysis an interpretation manual*. Inkata press. Welbourne. Sydney. Australia. 219 p.
- Ríos, M. V. M. 1969. Capsaicina en frutos del genero *Capsicum*. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México. D. F

Soria, F. M., Tun, S.J.M., Trejo, R. A., Terán, S. R. 2000. Tecnología para producción de hortalizas a cielo abierto en la Península de Yucatán. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Conkal. Yucatán. México. 430 p.

Velasco, V. V. A., Santos, T. A., Tirado, T. J. L., Teliz, O. D., Martinez, G. A., Cadena, H. M., 1998. Efecto de algunos nutrimentos sobre plantas de chile de agua infectadas con virus. Terra (16) 4: 317-324.

Velasco, V. A. 1999. Efecto del N, P y K en plantas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) inoculadas con el virus jaspeado del tabaco. In: Influencia del N, P, K y Si en la tolerancia al virus jaspeado del tabaco en plantas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). Tesis de Doctor en Ciencias. Especialidad de Edafología. Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados. Montecillo. México.

[www. Cybersauce.com/Knowledge.htm](http://www.Cybersauce.com/Knowledge.htm).

[www. Notherload.cc/scoville.htm](http://www. Notherload.cc/scoville.htm).

**EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CARACTERÍSTICAS  
FENOLÓGICAS DE HÍBRIDOS COMERCIALES DE MAÍZ (*Zea mays*)  
CUTIVADOS CON FERTILIZANTE ORGÁNICO**

GREGORIO POLLORENA LÓPEZ<sup>1</sup>, ADALID GRACIANO OBESO<sup>2</sup>

**RESUMEN**

El maíz es el cereal más cultivado en Sinaloa y anualmente se utiliza una gran cantidad de fertilizantes químicos para su producción, es por eso que se busca sustituir dichos fertilizantes por los orgánicos. Por lo tanto, el objetivo evaluar la composición química y características fenológicas de híbridos comerciales de maíz fertilizados de manera orgánica. Los híbridos utilizados fueron: CORONEL®, DK4050®, SYN921W® y TITAN®, los cuales se fertilizaron con el fertilizante orgánico BONASOLUM®. Las variables evaluadas fueron: Altura de la planta (AP), Insección de mazorca (IM), Peso de mil granos (PMG), Humedad (HUM), grasa (GRA), proteína (PROT), fibra (FIB), minerales (MIN) y carbohidratos (CHOS). Los datos se analizaron bajo un diseño en bloques completos al azar donde el factor de bloque fue el híbrido con un  $\alpha=0.05$ . Se encontró diferencia significativa entre los tratamientos ( $P\leq 0.05$ ). El híbrido SYN921W presentó la mayor AP ( $303\pm 3.01$  cm) y mayor IM ( $155\pm 1.9$  cm), pero el menor PMG ( $296.08\pm 10.57$  g). El híbrido CORONEL presentó el menor porcentaje de tanto de HUM ( $8.76\pm 0.13$ ) como de GRA ( $6.64\pm 0.84$ ) y el mayor tanto de PROT ( $9.31\pm 0.27$ ) como el de FIB ( $10.04\pm 0.35$ ). La fertilización orgánica afecta tanto las características fenológicas como la composición química de los maíces sembrados.

**ABSTRACT**

Corn is the most widely cultivated cereal in Sinaloa and a large amount of chemical fertilizers is used annually for its production, that is why it seeks to replace these fertilizers with organic ones. Therefore, the objective is to evaluate the chemical composition and phenological characteristics of commercial corn hybrids fertilized in

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Guasave. gregorio.pl@guasave.tecnm.mx;

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Guasave. adalid.go@guasave.tecnm.mx

an organic way. The hybrids used were: CORONEL, DK4050, SYN921W and TITAN, which were fertilized with the organic fertilizer BONASOLUM. The variables evaluated were: Plant height (AP), Cob insertion (IM), Thousand grain weight (PMG), Moisture (HUM), fat (GRA), protein (PROT), fiber (FIB), minerals (MIN) and carbohydrates (CHOS). The data were analyzed under a randomized complete block design where the block factor was the hybrid with  $\alpha = 0.05$ . A significant difference was found between the treatments ( $P < 0.05$ ). The SYN921W hybrid presented the highest AP (303-3.01 cm) and the highest MI (155-1.9 cm), but the lowest PMG (296.08-10.57 g). The CORONEL hybrid presented the lowest percentage of both HUM (8.76 $\pm$ 0.13) and GRA (6.64 $\pm$ 0.84) and the highest of both PROT (9.31 $\pm$ 0.27) and FIB (10.04 $\pm$ 0.35). Organic fertilization affects both the phenological characteristics and the chemical composition of the corn planted.

## INTRODUCCIÓN

México presenta gran variedad de climas y suelos, que favorecen la producción de una amplia gama de cultivos. Para el desarrollo óptimo de los cultivos, es indispensable el uso de fertilizantes, los cuales durante mucho tiempo se han aplicado en su forma química, gracias al impulso de la agricultura intensiva. Sin embargo, en la actualidad se está dando mayor importancia al uso de fertilizantes orgánicos, los cuales han demostrado que tienen alto contenido de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas (Medina et al., 2010). Los abonos orgánicos aportan materia orgánica, nutrientes y microorganismos, lo cual favorece la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas (Eghball et al., 2004); sin embargo, su capacidad como fuente de nutrientes es baja, respecto a los fertilizantes. El contenido de N de las compostas es 1–3% y la tasa de mineralización del nitrógeno es cercana al 10% (Sikora y Enkiri, 2001), por lo cual sólo una fracción del N y otros nutrientes está disponible el primer año después de su aplicación. Las industrias agrícolas, han elaborado y formulado una gran cantidad de fertilizantes orgánicos como el compost, biosólidos u orgánico-minerales que cuentan con registro de marca, los cuales se han probado y validado en diferentes cultivos, tanto de hortalizas como de granos (López et al., 2001). Sin

embargo, existen muchos que no han sido probados ni validados en el campo, por lo tanto, es de mucha importancia que las empresas que los elaboran puedan validarlos en diferentes cultivos, con la finalidad de informar al cliente de manera verídica y oportuna las características de su producto. En Sinaloa la aplicación de estos productos en el campo, se encuentra en su etapa de crecimiento y cada vez más agricultores los aplican en sus cultivos. El cultivo más importante es el maíz (*Zea mays* L.) por su superficie sembrada, valor de la producción y por ser el alimento principal de la población. En comparación con otros cereales, es un alimento de alto valor energético y bajo en proteína, la cual es deficiente en los aminoácidos esenciales lisina y triptófano (Ángeles, 1972; Villegas, 1972). Es utilizado para la alimentación humana y animal y como materia prima en la producción de almidón industrial y alimenticio, en la elaboración de edulcorantes, dextrinas, aceite y otros productos derivados de su proceso de fermentación, como son el etanol, el alcohol industrial, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), diversos aminoácidos, antibióticos y plásticos, y como sustituto del petróleo y sus derivados que son recursos no renovables (Grande-Tovar y Orozco-Colonia, 2013; Zazueta-Morales et al., 2001). Es por eso que el objetivo de esta investigación fue evaluar diferentes híbridos comerciales de maíz mediante la aplicación de un fertilizante orgánico.

## **METODOLOGÍA**

### **Híbridos utilizados y estrategia de siembra**

Se seleccionaron cuatro de los híbridos de maíz blanco más sembrados en la región de Guasave, lo cuales fueron: CORONEL Aspros®, DK4050 Dekalb®, SYN921W Syngenta® y TITAN Aspros®. El fertilizante utilizado para este experimento fue el de marca BONASOLUM® a la dosis recomendada por el fabricante. El ensayo se llevó a cabo en el Campo Experimental del Instituto Tecnológico Superior de Guasave (ITSG), que presenta un suelo franco-arenoso. La preparación de la cama de siembra consistió en dos pasadas de rastra, para incorporar el rastrojo y permitir una buena degradación del mismo, una pasada de rastra liviana, y por último una pasada de cincel, logrando una cama de siembra firme. La densidad objetivo fue de

8 plantas/m, dividiendo el terreno en cuatro lotes; cada lote tiene una superficie de 200 m<sup>2</sup>. Durante todo el ciclo del cultivo se realizaron 3 riegos por gravedad o convencionales, con altos caudales, logrando láminas de riego uniformes en cuanto a su frente de avance y distribución en la profundidad del perfil.

### **Medición de variables agronómicas de la planta**

La evaluación de la medición de las propiedades físicas de la planta consistió en etiquetar de manera aleatoria 25 plantas de cada lote con la finalidad de evaluar su desarrollo durante el proceso. A dichas plantas se les evaluó la longitud (cm), la cual consiste en tomar la medida desde el primer nodo de la planta hasta la punta de la hoja que emerge en el momento de la medición. Los datos se recolectan con una cinta métrica de 5m de longitud marca TRUPER®. Se evaluó, además, la altura de la inserción de la mazorca (cm) y el peso de las mil semillas (g).

### **Evaluación de la composición química del grano**

Se evaluó el contenido de humedad, grasa, proteína, fibra cruda, minerales y carbohidratos. El contenido de humedad se evaluó mediante el método de secado por estufa (100 – 105 °C) de acuerdo a lo reportado por la AOAC 4.1.03 (2000) Método 934.01. El contenido de grasa se evaluó mediante el método de extracción con solvente en un equipo Soxhlet conforme lo reporta la AOAC 4.5.01 (2000) Método 920.39. El contenido de proteína se determinó por medio del procedimiento Kjeldahl, conforme lo reporta la AOAC 12.1.07 (2000) Método 960.52. El contenido de fibra se evaluó por medio del método de Kennedy modificado realizando el siguiente procedimiento (A.O.A.C., 2000). El contenido de minerales se evaluó mediante el método de calcinación en mufla a una temperatura de 550 °C, de acuerdo a lo reportado por la AOAC (2000) Método 942.05. Y la determinación de carbohidratos se hizo por diferencia.

### **Diseño de experimentos**

Los datos generados fueron evaluados bajo un diseño en bloques completo al azar, donde los tratamientos fueron los diferentes híbridos utilizados y el factor de bloqueo fue la fertilización. Se aplicó un análisis de varianza y las diferencias entre los promedios fueron estimadas mediante la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95% en el paquete estadístico MINITAB® 15.

**RESULTADOS****Variabes agronómicas de la planta**

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos de la variable altura de la planta, la cual es muy importante como indicativo del estado de salud de la planta. Se puede observar que existe diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos. De manera general, la altura varió entre  $292 \pm 2.45$  a  $303 \pm 3.01$  cm. El híbrido que presentó la altura más elevada fue SYN921W con un promedio de  $303 \pm 3.01$  cm, el cual fue igual estadísticamente que el híbrido TITAN.

Tabla 1. Variables de la planta de híbridos comerciales fertilizados con fertilizante orgánico BONASOLUM.

Híbrido	Altura de la planta (cm)	Inserción de mazorca (cm)	Peso de 1000 granos (g)
<b>CORONEL</b>	$292 \pm 2.45b$	$150 \pm 1.22b$	$323.62 \pm 21.23a$
<b>DK4050</b>	$291 \pm 2.85b$	$148 \pm 1.64bc$	$343.75 \pm 20.89a$
<b>SYN921W</b>	$303 \pm 3.01a$	$155 \pm 1.90a$	$296.08 \pm 10.57b$
<b>TITAN</b>	$297 \pm 2.94ab$	$146 \pm 2.01c$	$296.67 \pm 11.66b$

Diferente literal <sup>a, b, c</sup>, dentro de cada columna indica diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ).

La inserción de la mazorca es la distancia hasta donde se desarrolla la misma. Se puede observar que para esta variable también existe diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) y de manera general varía entre  $146 \pm 2.01$  a  $155 \pm 1.90$  cm. El híbrido SYN921W al igual que presentó la mayor altura de planta, presentó la inserción de mazorca más elevada con  $155 \pm 1.90$  cm, la cual fue diferente estadísticamente a todos los demás híbridos. La última variable presentada en la Tabla 1 es el peso de mil granos, que es una variable indicativa del rendimiento final del cultivo. De manera general varió entre  $296.08 \pm 10.57$  y  $343.75 \pm 20.89$  g. Los valores promedio más elevados fueron de 323.62 y 343.74 g en los híbridos CORONEL y DK4050 respectivamente, los cuales fueron estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ) a los híbridos SYN921W y TITAN con promedios de 296.08 y 296.67 g respectivamente.

### Composición química del grano

La composición química de los granos cultivados de los híbridos estudiados se muestra en la Tabla 2. Se puede observar que, de manera general, la mayoría de las variables presentaron diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) a excepción de los minerales, los cuales no variaron entre híbridos comerciales. Una de las variables de composición es la humedad, ya que de ella depende la estabilidad del grano. El mayor contenido de este parámetro se registró en el híbrido SYN921W con un valor promedio de  $11.92 \pm 0.17$  % que fue estadísticamente diferente a los demás. Y el contenido de humedad más bajo se encontró en el grano del híbrido CORONEL con un  $8.76 \pm 0.13$  %.

**Tabla 2.** Composición química (%) del grano de diferentes híbridos comerciales fertilizados con fertilizante orgánico BONASOLUM.

Híbrido	Humedad	Grasa	Proteína	Fibra	Minerales	Carbohidratos
CORONEL	$8.76 \pm 0.13^c$	$6.64 \pm 0.84^b$	$9.31 \pm 0.27^a$	$10.04 \pm 0.35^a$	$3.21 \pm 0.16$	$62.04 \pm 0.54^b$
DK4050	$9.27 \pm 0.15^b$	$7.72 \pm 0.27^a$	$7.43 \pm 0.59^b$	$9.67 \pm 0.17^b$	$3.02 \pm 0.15$	$62.89 \pm 0.56^a$
SYN921W	$11.92 \pm 0.17^a$	$7.04 \pm 0.37^b$	$8.86 \pm 0.57^a$	$9.01 \pm 0.11^c$	$3.27 \pm 0.51$	$59.90 \pm 0.61^c$
TITAN	$9.17 \pm 0.08^b$	$7.02 \pm 0.26^b$	$9.33 \pm 0.50^a$	$9.88 \pm 0.23^{ab}$	$3.08 \pm 0.27$	$61.52 \pm 0.13^b$

Diferente literal <sup>a, b, c</sup>, dentro de cada columna indica diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ).

En lo que respecta al contenido de grasa en los granos, se puede observar que el híbrido DK4050 fue el que presentó el valor más alto con un  $7.72 \pm 0.27$  %, mientras que los otros tres híbridos fueron igual estadísticamente entre ellos con un porcentaje que varió entre 6.64 y 7.04 %. El contenido proteico es importante desde el punto de vista nutricional tanto para la alimentación humana, como animal. En la Tabla 2, se puede observar que, para este parámetro, también se presentó diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ), siendo el híbrido DK4050 el que presentó el valor más bajo con  $7.43 \pm 0.59$  %, mientras que los demás híbridos no presentaron diferencias significativas. El contenido de fibra presentó diferencia significativa variando de 9.01 a 10.04 % y el híbrido CORONEL presentó el contenido más elevado. Por otro lado, en lo que respecta al contenido de minerales, no se presentó

diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre los híbridos estudiados. Por último, en los carbohidratos que son los componentes mayoritarios del grano si se presentó diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) y varió entre 59.90 y 62.89 %. El híbrido que registró el valor más alto fue el DK4050.

## **DISCUSIÓN**

Respecto a las variables agronómicas evaluadas se sabe que son de gran importancia para verificar el estado de salud del cultivo. Por lo tanto, se han realizado diferentes investigaciones donde se reportan resultados similares a los encontrados en esta investigación. En un estudio realizado por Ríos et al., (2007) se realizó la evaluación agronómica de cuatro híbridos de maíz y se reportaron valores de altura de la planta promedios de 240 cm, los cuales se encuentran por debajo de los encontrados en esta investigación. Así mismo reportan valores para inserción de la mazorca de 112 cm, que también son menores a los encontrados en esta investigación. En lo que respecta al peso de los mil granos, estos investigadores reportaron valores promedio de 268 g que se encuentra por debajo de los promedios encontrados en este trabajo. En otra investigación donde se evaluaron las características agronómicas de 25 semillas de maíz, se reportan valores e altura de la planta que van desde 100 hasta 246 cm y altura de mazorca van desde 27 hasta 126 cm (Antuna et al., 2003).

Evaluar la composición química del grano es de mucha importancia desde el punto de vista nutricional y económico. Por ejemplo, evaluar el contenido de humedad es importante durante su almacenamiento y transporte, así mismo el contenido de proteína es importante para la nutrición tanto humana como animal. En algunas investigaciones como la realizada por Méndez-Montealvo et al., (2005) se evaluó la composición química de diferentes híbridos y variedades de maíz, encontrando los siguientes datos: La humedad varió entre 8.5 y 11.4 % para todas los híbridos y variedades estudiadas, el contenido proteico vario entre 8.3 y 11.3 %, el contenido de grasa varió entre 4.0 y 7.0 %, el porcentaje de ceniza varió entre 1.1 y 1.7 % y el contenido de fibra y carbohidratos variaron entre 7.14 - 11.59 % y 70.54 - 77.69 %

respectivamente. Los resultados encontrados en la presente investigación se encuentran dentro del rango reportado en el trabajo antes descrito.

### **CONCLUSIONES**

El híbrido SYN921W presentó mayor tamaño de planta, así como la inserción de la mazorca más elevada. En lo que respecta al peso de los mil granos presentaron valores similares entre los híbridos CORONEL y DK4050. La composición química de los híbridos fue diferente en la mayoría de las variables. Los parámetros que más variaron fue el contenido de humedad y de carbohidratos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ángeles, H. 1972. Obtención de variedades mejoradas de maíz de alta calidad de proteína en México. In Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. Chapingo, MX, Colegio de Posgraduados, ENA. p. 85 – 86.
- Antuna-Grijalva O., Rincón-Sánchez F., Gutiérrez-del Río E., Ruiz-Torres N.A. y Bustamante-García L. 2003. Componentes genéticos de caracteres agronómicos y de calidad fisiológica de semillas en líneas de maíz. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 26(1): 11 – 17.
- A.O.A.C. 2000. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis. Washington, D.C.
- Eghball, B., D. Ginting, and J. E. Gilley. 2004. Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. Agron. J. 96:442–447.
- Grande-Tovar C.D. y Orozco-Colonia B.S. 2013. Producción y procesamiento del maíz en Colombia. Revista Científica Guillermo de Ockham. Vol. 11, No. 1. pp. 97-110.
- López, M.J.D.A.; Díaz, E.E.; Martínez, R. y Valdez, R.D.C. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento de maíz. Terra, vol. 19, pp. 293-299. ISSN 0187-5779.
- Medina, L.A.; Monsalve, O.I. y Forero, A.F. 2010. Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. Ciencias Hortícolas, vol. 4, no. 1, ISSN 2011-2173.
- Méndez-Montealvo G., Solorza-Feria J., Velázquez del Valle M., Gómez-Montiel N., Paredes-López O. y Bello-Pérez L. 2005. Composición química y caracterización calorimétrica de híbridos y variedades de maíz cultivadas en México. Agrociencia 39: 267-274.
- Ríos A., Machimba M., Molina A., Montenegro M. 2007. Evaluación agronómica de cuatro híbridos de maíz (*Zea mays* L.). Revista de ciencias de la vida. Núm 6. pp 30-33.

- Sikora, L. J., and N. K. Enkiri. 2001. Uptake of <sup>15</sup>N fertilizer in compost-amended soils. *Plant and Soil* 235: 65–73.
- Villegas, E. 1972. Maíces de alta calidad nutricional. In *Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo*. México, Chapingo, Colegio de Posgraduados, ENA. p. 13 – 14.
- Zazueta-Morales, J. J., F. Martínez-Bustos, N. Jacobo-Valenzuela, C. Ordorica-Falomir, and O. Paredes-López. 2001. Effect of the addition of calcium hydroxide on some characteristics of extruded products from blue maize (*Zea mays* L.) using response surface methodology. *J. Sci. Food and Agric.*81: 1379-1386.

## **PREVENCIÓN Y CONTROL DE TIZÓN TARDÍO (*PHYTOPHTHORA INFESTANS*) EN PLANTIOS DE JITOMATE APLICANDO PREPARADOS HOMEOPÁTICOS**

MARISOL BASILIO MORA<sup>1</sup>, MARÍA DE LA LUZ DÍAZ DURÁN<sup>2</sup>,  
MARIO IVÁN RÍOS HERNÁNDEZ<sup>3</sup>

### **RESUMEN**

La agricultura en México abarca grandes extensiones territoriales, el jitomate (*Lycopersicon esculentum* var. 7705 Solanaceae) es uno de los cultivos recolectados, el cual durante 2019 registro una producción de 42 719 14 toneladas; los productores visualizan áreas de oportunidad para el mejoramiento de la productividad y la reducción de enfermedades en los plantíos a través de la Agrohomeopatía, en respuesta a la aparición de patógenos que desarrollan enfermedades como el tizón tardío (*Phytophthora infestans*), para controlar la afección mencionada, la presente investigación evalúa y compara con el testigo la aplicación de 2 preparados homeopáticos denominados Apis mellifica 200 CH, Kalium iodatum 200 CH y un agente químico Captan Ultra 50 WP, los cuales no incrementan o disminuyen la altura de la planta. La metodología experimental está conformada por 2 etapas, la primera se aplica antes de la inoculación de *P. infestans* a los 47, 54, y 61 ddt (días después del tratamiento), la segunda etapa después de la inoculación del patógeno 65, 68 y 75 ddt exponiendo menor aparición de la enfermedad en comparación al Testigo, a los 79 ddt se obtuvieron resultados positivos en parámetros de: diámetro de pústulas, plantas y hojas dañadas.

**Palabras clave:** Agrohomeopatía, Tizón tardío, *Apis mellifica* y *Kalium iodatum*.

---

<sup>1</sup> Universidad Xicotepetl, A C, marisol.basilio.mora@gmail.com; marluz7826@gmail.com

<sup>2</sup> Universidad Xicotepetl, A C, marluz7826@gmail.com

<sup>3</sup> Universidad Xicotepetl, A C, mario\_agrofitotec@outlook.es

## **ABSTRACT**

Agriculture in Mexico encompasses large territorial extensions, the tomato (*Lycopersicon esculentum* var. 7705 Solanaceae) is one of the crops harvested, which during 2019 registered a production of 42 719 14 tons; The producers visualize areas of opportunity for the improvement of productivity and the reduction of diseases in the plantations through Agrohomeopathy, in response to the appearance of pathogens that develop diseases such as late blight (*Phytophthora infestans*), to control the aforementioned condition This investigation evaluates and compares with the control the application of 2 homeopathic preparations called *Apis mellifica* 200 CH, *Kalium iodatum* 200 CH and a chemical agent Captan Ultra 50 WP, which do not increase or decrease the height of the plant. The experimental methodology consists of 2 stages, the first is applied before the inoculation of *P. infestans* at 47, 54, and 61 ddt (days after treatment), the second stage after the inoculation of the pathogen 65, 68, 75 ddt exposing less appearance of the disease compared to the control, at 79 ddt positive results were obtained in parameters of: diameter of pustules, damaged plants and leaves.

**Keywords:** Agrohomeopathy, late blight, *Apis mellifica* and *Kalium iodatum*.

## **INTRODUCCIÓN**

Según FAOSTAT (2019) en 2019 en México se contabilizaron 87 917 ha cosechadas de jitomate, una producción de 42 719 14 toneladas y el rendimiento de 48.59 t·ha<sup>-1</sup>. Mientras para el mismo año SIAP (2019) registró que la producción de jitomate saladette fue de 2 839 363.04 toneladas, con un área de 40 630.91 ha y un rendimiento de 69.9 t·ha<sup>-1</sup>. Para el estado de Puebla en 2019 se produjeron 140 193.24t con un área de 926.48 ha, y un rendimiento de 151.3 t·ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2019).

El jitomate es susceptible a diversas enfermedades, como las causadas por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones & Grout y *Ralstonia solanacearum* Smith, que son algunos de los patógenos más conocidos, por las pérdidas entre el 40 y 70% que ocasionan en las solanáceas (Chavarro & Ángel, 2005).

Durante su crecimiento y desarrollo, las plantas de jitomate suelen verse perjudicadas por enfermedades devastadoras, como el tizón tardío, que es causado por *Phytophthora infestans* (Fry et al, 2015; Luan et al., 2018; Fry et al., 2019). Esta afección se considera una de las principales amenazas para la producción de jitomate, causando importantes pérdidas económicas (Zhang et al., 2013).

Se estima que cerca del 80% de la producción puede malograrse en cada ciclo de cosecha, y alrededor de 5.000 millones de dólares se pierden anualmente en estos cultivos debido a la presencia del patógeno (Hass, et al., 2009; Zhang et al., 2013); en el 2009 en Estados Unidos, las pérdidas totales de rendimiento en los tomates frescos y procesamiento llegaron a US\$46 y US\$66 millones, respectivamente (Nowicki et al. 2012).

El jitomate no solo es una de las principales plantas de cultivo, sino también una importante planta modelo para estudiar las interacciones entre plantas y patógenos (Jiang et al., 2018a; Wang et al., 2019b).

Zhang et al. (2013); Mideros y Restrepo (2014); Piedrita et al. (2016) mencionan a *Phytophthora infestans*, como la enfermedad más devastadora del cultivo de jitomate. El tizón tardío es causado por el Chromista *Phytophthora infestans*, común en zonas con temperaturas entre 15 y 22°C y humedad relativa mayor al 80%. El patógeno, se transmite a través de semillas de jitomate y puede sobrevivir en forma de micelio en otras plantas cultivadas o arvenses de la familia de las solanáceas, o en residuos de cosecha, que permanecen en el suelo (Jaramillo et al., 2007). La infección en el fruto puede oscilar del 41 al 100% en los campos sin aplicación de fungicidas y del 12 al 65%, en parcelas protegidas con fungicidas sistémicos.

Por lo anterior, desarrollar e implementar estrategias de control de esta enfermedad se ha convertido en uno de los desafíos más grandes para los científicos. No obstante, como resultado de la alta incidencia de la enfermedad y de los constantes cambios genéticos de las poblaciones del patógeno, aún no existe un mecanismo eficiente de control que evite sus efectos devastadores (Mideros y Restrepo, 2014). En el municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla, se cultivan diversas variedades de jitomate bajo agricultura protegida, entre las cuales se encuentra *S. lycopersicum* var. 7705, pero al ser considerada una zona de transición, presenta todas las condiciones climáticas favorables para el crecimiento y desarrollo de la enfermedad en este cultivo.

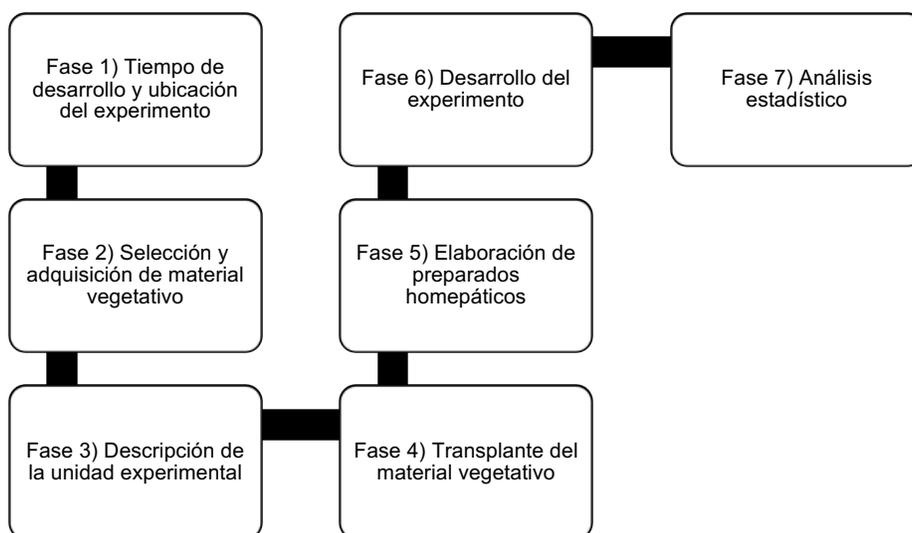
Como referencia a lo anterior, se buscan alternativas para la prevención y control de tizón tardío, que sean económicas, que no afecten al ambiente, teniendo como opción la Agrohomeopatía, esta técnica es usada en otros cultivos para contrarrestar afectaciones de hongos, siendo capaz de activar las defensas fisiológicas de la planta, aumentando su resistencia, y activando su mecanismo de defensa, garantizando la inocuidad del producto y generando un impacto económico y sustentable.

Por lo que en la presente investigación se evalúa el efecto de la aplicación de preparados homeopáticos en la prevención y control de tizón tardío *P. infestans* en jitomate *S. lycopersicum* var. 7705., observando y registrando los días a aparición de la enfermedad, diámetro de pústulas (mm), número de plantas y hojas dañadas, así como la altura de la planta en centímetros (cm), antes y después de la inoculación de *P. infestans*, determinando el beneficio en la aplicación de la Agrohomeopatía.

### **METODOLOGÍA**

El proceso experimental se efectuó en 8 Fases que se describen a continuación (ver Figura 1).

**Figura 1** Fases del proceso experimental



#### Fase 1) Tiempo de desarrollo y ubicación del experimento

El experimento se realizó haciendo uso del laboratorio multidisciplinario, de la universidad Xicotepetl, A, C., (ver Figura 2) ubicada en la colonia Montanejos, av. Universidad s/n, municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla, México. El lugar se encuentra a una altitud de 1171.68 msnm y en las coordenadas geográficas de 20° 15' 35.06" de longitud norte y 97° 57' 14.45" DE LATITUD oeste (Google Earth).

**Figura 2** Laboratorio multidisciplinario

Universidad Xicotepetl, A, C



## Fase 2) Selección y adquisición de Material vegetativo

Se utilizaron 200 semillas de jitomate *S lycopersicum* var. 7705 (ver Figura 3), adquiridas en una casa comercializadora de productos agrícolas de la región, la germinación se realizó usando charolas de polietileno de 200 cavidades, utilizando como sustrato peat-moss inerte, el cual fue desinfectado con una solución de Captan 550 (N-triclorometiltio-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida), a dosis de 3 g·L<sup>-1</sup> de agua. Concluido el llenado de los contenedores con sustrato, se colocó una semilla por cavidad, la charola con las semillas, se cubrió con plástico de color negro y se dejó dentro de un invernadero por un periodo 3 a 4 días para promover y acelerar la germinación.

**Figura 3** Semillas de jitomate *S lycopersicum* var. 7705



Totalmente germinadas las semillas, se hicieron riegos con solución nutritiva de Steiner al 25%, cada cinco días, dependiendo de la humedad que presentaba el sustrato.

Durante el tiempo que se depositaron las plántulas en los contenedores, se aplicó PREVICUR ENERGY®, Propamocarb: propil 3-(dimetilamida) propilcarbamato (equivalente a 530 g i.a·L<sup>-1</sup>) y Fosetil: Etil hidrogenfosfonato (equivalente a 310 g de i.a·L<sup>-1</sup>, a dosis de 1 ml·L<sup>-1</sup> de agua, esto para prevenir problemas por *Damping off*. Después de la germinación las plántulas se colocaron en depósitos durante 28 días, para hacer una selección del material vegetativo, tomando en cuenta características deseables como: altura de 25 cm, con 3 hojas verdaderas, sin signos de ahorcamiento en la base del tallo causado por el complejo del hongo llamado *Damping off* (*Phytophthora* spp., *Pythium* spp. y *Fusarium* spp.), por lo que de las

200 semillas sembradas y germinadas, se consideraron y trasplantaron 100 plántulas de jitomate, para la realización del experimento.

#### Fase 3) Descripción de la unidad experimental

El experimento se estableció en condiciones de invernadero, con una superficie de 24 m<sup>2</sup>, altura de 5 m, con cubierta plástica de color blanco, con protector de suelo llamado “ground cover” y sistema de riego por goteo. Las bolsas con el sustrato fueron desinfectadas 17 días antes del trasplante, utilizando formol en dosis de 20 ml·L<sup>-1</sup> de agua (se diluyeron 4 litros de formol en 200L de agua, realizando aplicaciones de 4 L de esa solución directamente a la bolsa).

#### Fase 4) Trasplante del material vegetativo

Las plántulas seleccionadas fueron trasplantadas en bolsas de polietileno negro de 40x40 (ver Figura 4), con perforaciones en la base para facilitar el drenado del agua, como sustrato se utilizó tezontle inerte en dos presentaciones: grava y arena; la primera fue colocada en el fondo hasta cubrir la mitad de la bolsa y la otra mitad se completó con arena de tezontle para llenarla en su totalidad. Previo al uso, se procedió a regar el sustrato para evitar estrés hídrico a las plántulas.

**Figura 4** Plántulas trasplantadas



Se hizo un orificio en el centro de la bolsa llena de sustrato, apoyados con una estaca en forma de espátula quedando 2 plantas por unidad experimental, con un total de 10 unidades experimentales por tratamiento.

El acomodo de las bolsas fue en camas con distancias de 1 m entre cama y 80 cm entre bolsas. En cada bolsa se colocaron 2 plántulas, la aplicación de los riegos, se realizó cada hora, una con agua corriente y otra con solución nutritiva Steiner al 25% en la fase de crecimiento vegetativo, una vez que inicio la segunda floración,

se incrementó la solución nutritiva al 50% y se mantuvo hasta la primera fructificación. Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo (ver Figura 5) se realizaron actividades de manejo agronómico, como el deschupone, polinización manual, tutorado y deshoje de las plantas.

**Figura 5** Crecimiento y desarrollo del cultivo



#### Fase 5) Elaboración de preparados homeopáticos

Los materiales que se necesitaron para elaborar el agronosode fueron 3 bolsitas de plástico transparente, 15 gr de azúcar estándar, esporas del hongo, un mortero, 1 gotero y 4 frascos de color ámbar, tijeras, recipiente plástico, lápiz y etiquetas adhesivas (ver Figura 6).

**Figura 6** Materiales para elaboración de preparados homeopáticos



La recolección de las esporas de tizón tardío y partes vegetativas con presencia de los síntomas, fueron obtenidas de plantas de jitomate de un invernadero ubicado en la localidad de dos caminos, Xicotepec de Juárez, apoyados con el uso de unas tijeras, las muestras obtenidas se almacenaron en un recipiente de plástico para la elaboración del agronosode.

Para la preparación del agronosode, se etiquetaron las bolsitas y se designó la terminación T1, T2 y T3 lo que significó potencia o trituración 1, 2, 3, ya marcadas las bolsitas, cada una de estas se le agregaron 5 gramos de azúcar. Más adelante, la centésima parte de los 5 g (0.05 g) del material que fue colectado, se incorporaron en el mortero.

Enseguida, cada una de las bolsitas se dividieron en 3 partes iguales, en el mortero se le agregaron una tercera parte de la primera bolsita, se dio como inicio la trituración durante 6 minutos en forma circular, continuando con la metodología se procede a raspar con una cuchara durante 4 minutos, se repite la operación de moler y raspar durante 6 y 4 minutos, se agrega la segunda parte de la primer bolsita repitiendo el proceso de triturado y raspado dos veces al igual que con la tercera parte de la primer bolsita y todo el material ya listo se vacía nuevamente en la bolsita ya marcada obteniéndose la T1. Este proceso dura una hora.

Se toman 0.05 g de la T1 y se agrega al mortero, así mismo se incorporó la primer parte de la segunda bolsita, llevándose a cabo nuevamente la trituración durante 6 minutos en forma circular, después se procede a raspar con una cuchara durante 4 minutos y se repite otra vez, 6 minutos de moler y 4 minutos de raspar; se agrega la segunda parte de la segunda bolsita, repitiéndose el mismo proceso de triturado y raspado con la tercera parte de la segunda bolsita, ya listo el material se colocó nuevamente en la bolsita ya marcada, teniendo como resultado la T2. Se efectuó el mismo proceso, con el contenido de la tercera bolsita para obtener la T3.

En un gotero color ámbar de cristal de 20 ml, se colocan 50 gotas de agua destilada y 50 gotas de alcohol y se le agrega 0.05 g de la T3 y se sucusiona durante 2 minutos, a continuación, se dejó reposar durante 2 minutos, se continuó con este procedimiento durante 10 veces para obtener la tintura madre, por el método corto; por el método normal son 2 minutos de agitación por 24 horas o sea un día por 10 días.

Se tomaron dos gotas de la tintura madre y se colocaron en un frasco con 2.6 ml de alcohol, se sucusionó por 2 min., y se dejó reposar 2 min., obteniéndose la 1 CH (primera centesimal); a esta preparación se le adicionaron 2.6 ml de alcohol, se sucusionó durante 2 minutos y se dejó reposar 2 minutos dando como resultados la

2 CH. Se realizó este procedimiento hasta obtener la 60 CH, de esta preparación se tomaron dos gotas y se colocaron en otro frasco agregándole 2.6 ml de alcohol y se continuó con el procedimiento hasta formar la 100 CH, de esta solución se tomaron dos gotas y se colocaron en un frasco nuevo, al cual se le adicionaron 2.6 ml de alcohol y repitiendo el procedimiento hasta preparar la 200 CH, a la que fue designado el nombre de Tizón tardío 200 CH, esta preparación fue utilizada para llevar a cabo las aplicaciones en el experimento.

Además del preparado homeopático Tizón tardío 200 CH, se evaluaron otros dos preparados homeopáticos y un fungicida químico de contacto.

*Apis mellifica* 200 CH, se obtiene de la maceración de abejas vivas (*Apis mellifica* L.) para la preparación del producto homeopático, estos productos fueron adquiridos en una Farmacia Homeópata, en Texcoco, Estado de México.

*Kalium iodatum* 200 CH, se elabora a base de carbonato de calcio ( $K_2CO_3$ ). Se adquirió en una Farmacia Homeópata en Texcoco, Estado de México.

El producto químico aplicado fue un fungicida de contacto con nombre comercial CAPTAN ULTRA® 50 WP N-(triclorometiltio) ciclohex-4-en-1,2-dicarboximida (equivalente a 500 g de i.a·Kg<sup>-1</sup>, a dosis de 3 g·L<sup>-1</sup> de agua), que es usado por los productores para controlar la enfermedad. Al testigo, no se le aplicó productos agroquímicos ni homeopáticos.

#### Fase 6) Desarrollo del experimento

De cada producto homeopático se tomó 1 gota y se procedió a diluirla en 1 litro de agua, en una botella de 1.5 l y se realizó la sucusión durante 2 min., dejando reposar 2 min.; posteriormente se depositó la sustancia preparada en un rociador y se aplicó al follaje de la planta de abajo hacia arriba. Las aplicaciones de los tratamientos se iniciaron 4 días después del trasplante de la plántula y posteriormente se realizaron cada 15 días. Para el testigo, el manejo agronómico fue el mismo que el de los otros tratamientos, desde la germinación, día de trasplante, fertilización, podas, tutorado, riego, etc.

La inoculación de Tizón tardío (*P. infestans*), se hizo a los 65 días después del trasplante, para esto se tomaron las esporas del cultivo de jitomate, que presentaba los síntomas del hongo, las esporas del patógeno obtenido, se diluyeron en un

atomizador de una capacidad de 1 l de agua, para después ser asperjadas en todas las plantas.

Los parámetros observados fueron: días de aparición de la enfermedad, diámetro de pústulas, número de plantas y hojas dañadas, altura de planta antes y después de la inoculación con el hongo.

Cada 7 días, se registraron los parámetros, días a aparición de la enfermedad, anotando los días en que se presentaba los síntomas de *P. infestans*, el número de plantas que presentaban daños. Mientras que para el diámetro de pústulas, se utilizó una regla graduada, tomando la medida, desde la base de la pústula hacia lo largo.

Los registros realizados cada 15 días, monitorearon los parámetros de: número de plantas dañadas, número de hojas dañadas y altura de la planta, ambos realizados antes y después de la inoculación. Estos dos primeros se realizaron contando el número de plantas y de igual manera el número de hojas dañadas que presentan daños de tizón tardío, en el parámetro altura se realizó tomando medidas desde el cuello de las plantas hasta el ápice de la misma.

#### Fase 7) Análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar, con 5 tratamientos, 3 productos homeopáticos, 1 fungicida químico de contacto y un testigo, cada uno con 10 repeticiones y un número de 2 plantas por unidad experimental, dando un total de 100 plantas.

Los datos obtenidos del parámetro de la altura de las plantas y diámetro de las pústulas, se sometieron al análisis de la varianza y la prueba de Tukey con  $\alpha=0.05$ , para los otros parámetros días a aparición de la enfermedad antes y después de la inoculación, número de plantas dañadas, número de hojas dañadas, que no cumplieron con la prueba de los supuestos se realizó la interpretación de los resultados obtenidos mediante graficas de barras, apoyados del Software Minitab 17 Statistical ®.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos conforme a la metodología implementada se muestran en 2 etapas, la primera etapa se expone antes de la inoculación, y la segunda etapa se presenta después de la inoculación.

Etapas 1 Días anteriores a la aparición de la enfermedad, antes de la inoculación de tizón tardío

En el Figura 7, se observa que a los 47 días, la enfermedad apareció solo en los tratamientos, Tizón tardío 200 CH con 1 planta, *A. mellifica* 200 CH con 2 plantas, *K. iodatum* 200 CH con 3 plantas y el testigo con 1 planta, y en el tratamiento con fungicida Captan Ultra 50 WP, no hubo aparición de la enfermedad en ninguna planta (ver Figura 7).

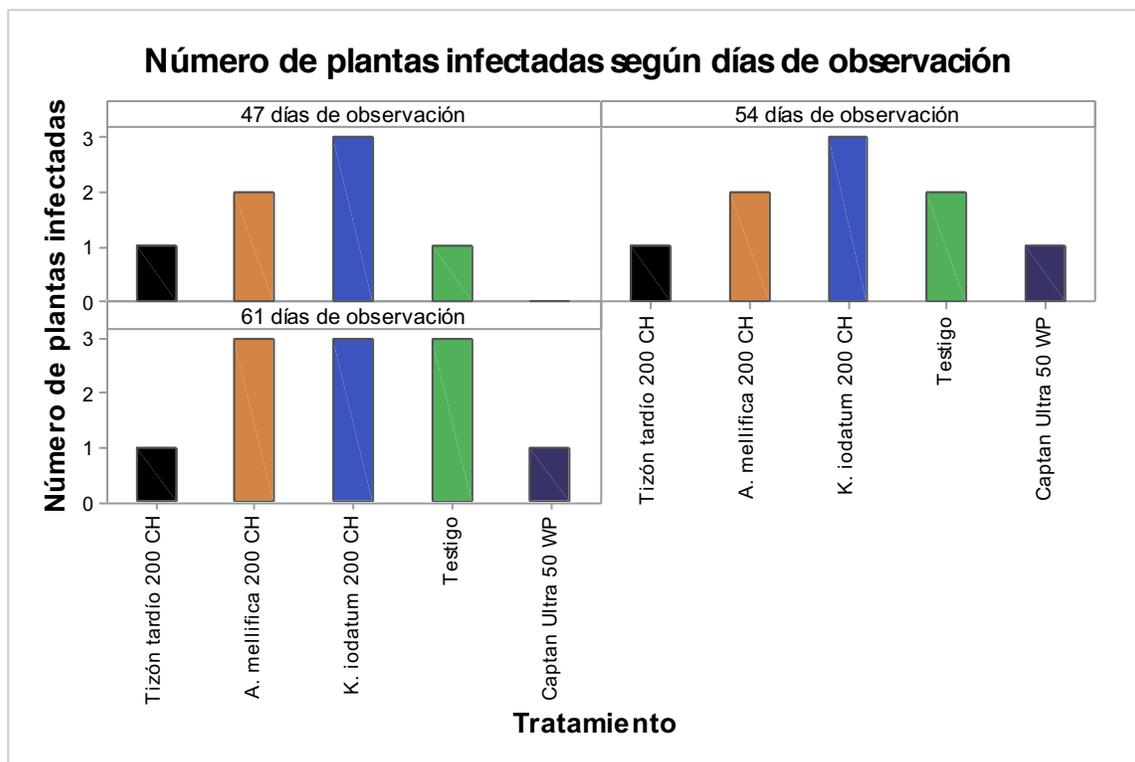
Mientras que a los 54 días, Tizón tardío 200 CH continuó con 1 planta, de igual manera *A. mellifica* 200 CH con 2 plantas afectadas, *K. iodatum* 200 CH con 3 plantas. En cambio el tratamiento con fungicida tuvo la primera aparición y para el caso del testigo la aparición de la enfermedad aumento de 1 a 2 plantas.

Como se puede apreciar a los 61 días los tratamientos con Tizón tardío 200 CH, *K. iodatum* 200 CH y Captan Ultra 50 WP no mostraron aumento de plantas con aparición de la enfermedad. Resultados similares encontró Rivera, (2009) al preparar un fitonoso de dinamización 60 CH de semillas de chile poblano *Capsicum annum L.*, con síntomas de marchitez (*Rhizoctonia solani*, *P. capsici* y *F. oxysporum*), y al ser aplicado en las plantas de chile poblano (*C. annum*), se redujo un 25% la incidencia de la enfermedad.

*A. mellifica* 200 CH tuvo un aumento del daño de 2 a 3 plantas, en comparación al testigo, quien tuvo un incremento en la aparición de *P. infestans* de 2 a 5 plantas. Los resultados del experimento coinciden con lo reportado por (Modolon *et al.*, 2012) que indica que el efecto de los preparados homeopáticos en la roya del café es variable, lo cual depende de la potencia que se use, del número de aplicaciones y de la mezcla con otros homeopáticos, además se evidencia que su efecto se observa más claro a los 60 días con aplicaciones semanales, donde aparentemente la roya no se elimina, pero la homeopatía permite que esta no se desarrolle normalmente, con lo que se afirma que las dinamizaciones homeopáticas tienen el

potencial de reemplazar el uso de caldo bordelés, en ciertas circunstancias, que es una de las alternativas más recurridas para la protección de café ante este patógeno (Lutz, 2012; Barrera, 2013), la homeopatía es una alternativa biorracional que no mata al hongo (Ruiz, 2015), sino que activa el sistema de resistencia en la planta, debido al estímulo de su metabolismo (Leonel y Barros, 2013).

**Figura 7** Días a aparición de la enfermedad, antes de la inoculación, en plantas de jitomate tratadas con productos homeopáticos



Número de plantas dañadas, antes de la inoculación de Tizón tardío

Para este parámetro, se encontró que a los 49 días, el preparado homeopático Tizón tardío 200 CH y el testigo presentaron 1 planta dañada, el tratamiento *A. mellifica* 200 CH presentó 2 plantas con daño y *K. iodatum* 3 plantas dañadas y en el caso del fungicida Captan Ultra 50 WP® no presentó plantas afectadas.

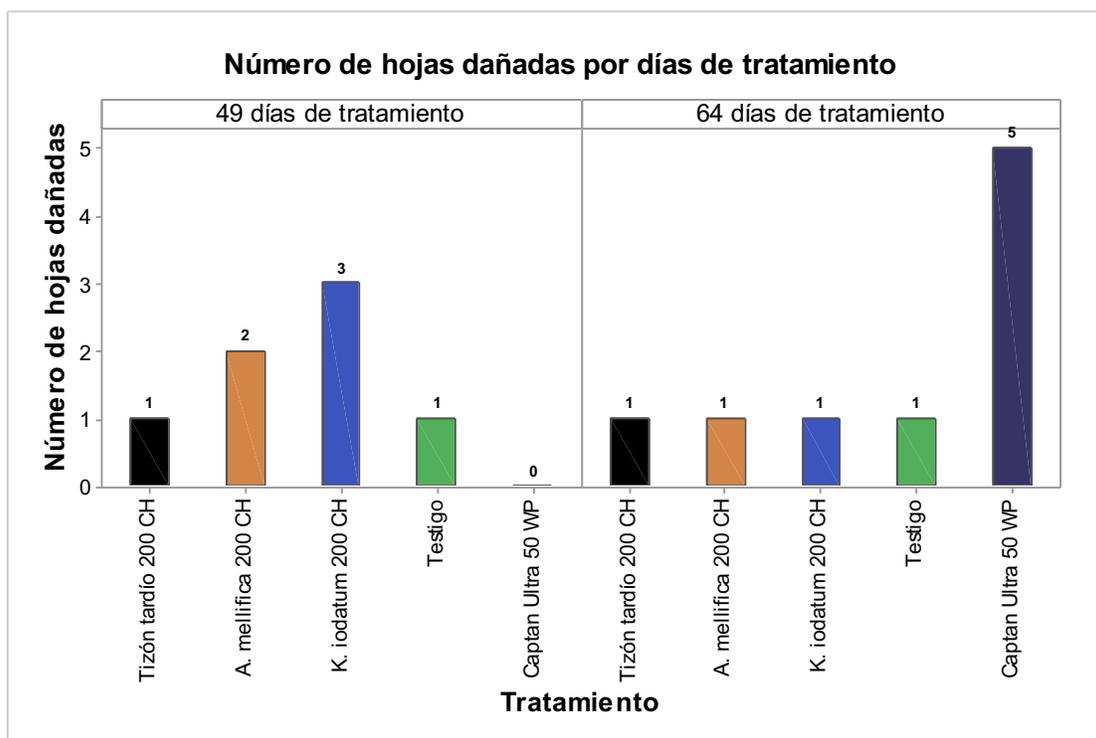
Los resultados obtenidos a los 64 días para este mismo parámetro, son que el preparado homeopático Tizón tardío 200 CH no incrementó el número de plantas dañadas (ver Figura 8) lo que coincide con lo expuesto por Erdmann *et al.*, (2011) al mencionar que otros nosodes utilizados para el control de hongos que tampoco han mostrado efecto en los cultivos son el nosode de la roya del hipérico

(*Melampsora hypericorum* (DC.) J. Schröt.) a la 30 Decimal Hahnemanniana aplicado en plantas de hipérico sin olor (*Hypericum inodorum* Mill.) que, aunque incrementa la enfermedad, hay menos defoliación, los nosodes de *Alternaria solani* (Ell. and Mart.) Jones and Grout en diferentes potencias no tienen efecto sobre la germinación de esporas y el crecimiento de *A. solani* (Carneiro et al., 2006), lo cual se pudo deber a la influencia del medio ambiente y al genotipo de la planta. Mientras que *A. mellifica* 200 CH redujo el número de plantas dañadas de 2 a 1, en el caso de *K. iodatum* de 3 a 1 los daños en las plantas. Ruiz (2013) encontró que el preparado homeopático a la 10 CH, elaborado de plantas de *Pinus pseudostrobus* infectadas por el hongo *Fusarium oxysporum*, fueron aplicados en un número de 1209 plantas de *Pinus pseudostrobus*, obtuvieron un 97.2% de supervivencia, en comparación al testigo el cual tuvo un 95.9% de supervivencia en plantas de *P. pseudostrobus* las cuales fueron inoculadas por el hongo *Fusarium oxysporum*.

Para el caso café reporta Rodríguez-Hernández *et al.*, (2019) que los productos homeopáticos, nosode de roya *H. vastatrix*, PFC 200 CH y PFP/212 CH, y el c. bordelés 0.5%, no disminuyen el desarrollo de la severidad a los 60 d. Y concluyó que ningún tratamiento disminuye el desarrollo de la infestación a los 30 d y a los 60 d los homeopáticos nosode de roya *H. vastatrix*, PFC 200 CH, PFP/212 CH, y c. bordelés al 0.5% tampoco son efectivos.

Además, el fungicida Captan Ultra 50 WP presento 1 planta con daño, en comparación al testigo quien tuvo un incremento de 1 a 5 plantas con presencia del hongo lo que puede coincidir con lo que concluyó Jaramillo *et al.* (2007) al mencionar que la infección en el fruto puede oscilar del 41 al 100% en los campos sin aplicación de fungicidas y del 12 al 65%, en parcelas protegidas con fungicidas sistémicos.

**Figura 8** Número de plantas dañadas, antes de la inoculación, con las aplicaciones de productos homeopáticos

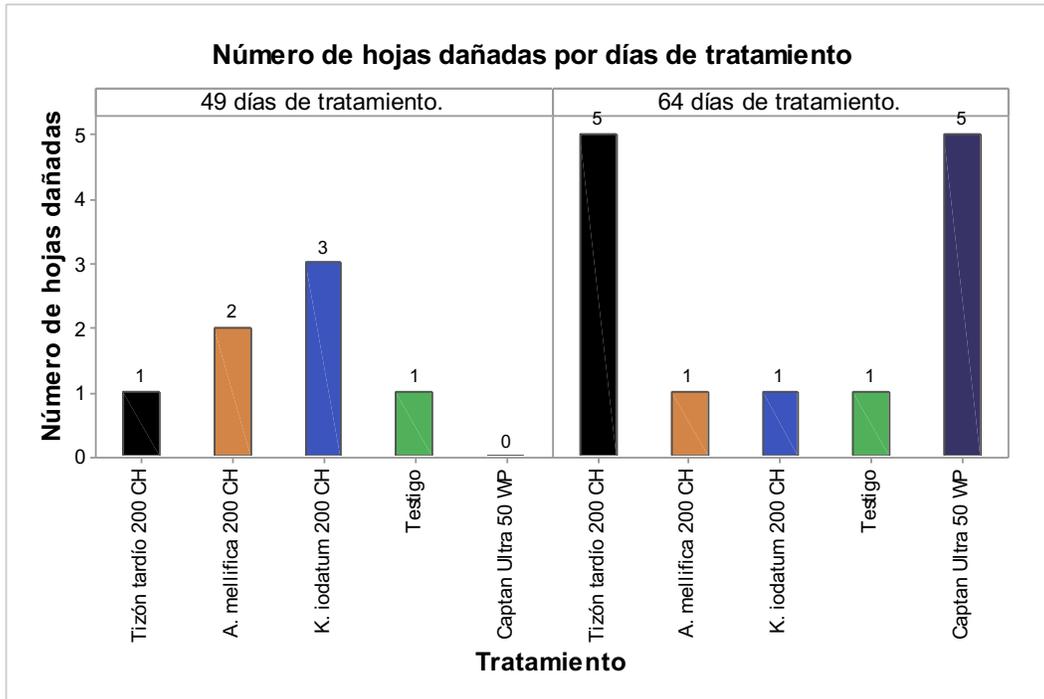


Número de hojas dañadas, antes de la inoculación de Tizón tardío

A los 49 días de la aplicación de los tratamientos, el preparado homeopático Tizón tardío 200 CH y el testigo mostraron 1 hoja dañada, A. mellifica 200 CH afectó a 2 hojas, Kalium iodatum 200 CH presentó 3 hojas dañadas. De igual manera Modolon, (2011) encontró que al realizar aplicaciones de Arsenicum álbum 12 CH, obtuvo un 100 % del control sobre la incidencia de *A. solani* en las hojas de jitomate *L. esculentum.*, mientras que el producto químico Captan Ultra 50 WP en esa misma fecha no presento hojas con daño.

A los 64 días, el producto químico Captan Ultra 50 WP presentó 1 hoja dañada, mientras que Tizón tardío 200 CH y el testigo, incrementaron el número de hojas dañadas de 1 a 5, A. mellifica 200 CH redujo de 2 hojas a 1 con presencia de daño y Kalium iodatum 200 CH disminuyo el daño de 3 a 1 hoja (ver Figura 9).

**Figura 9** Número de hojas dañadas en plantas de jitomate tratadas con los preparados homeopáticos, antes de la inoculación



Pudiera considerarse que similar al caso de café, existen otras mezclas de homeopáticos que también han mostrado efecto en el control de insectos y patógenos. Rodríguez-Hernández et al. (2014) afirman que al utilizarse el nosode de la roya de café *H. vastatrix* a la 3 CH mezclado con *Hypothenemus hampei* (Ferrari) y sulfato de sodio a la 3 CH, hay un control sobre la roya anaranjada y la broca de café (*H. hampei*).

Diámetro de pústulas, antes de la inoculación de Tizón tardío

Los resultados obtenidos para el parámetro, diámetro de pústulas, a los 47 días, muestran que el preparado homeopático Tizón tardío 200 CH tuvo un diámetro de pústulas de 0.075 mm. En el caso de *A. mellifica* 200 CH las pústulas fueron de 0.2 mm, *K. iodatum* 200 CH presentó un diámetro de 0.33 mm, mientras que el fungicida Captan Ultra 50 WP no presentó pústulas y en el caso del testigo, presentó un diámetro de pústulas de 0.1 mm.

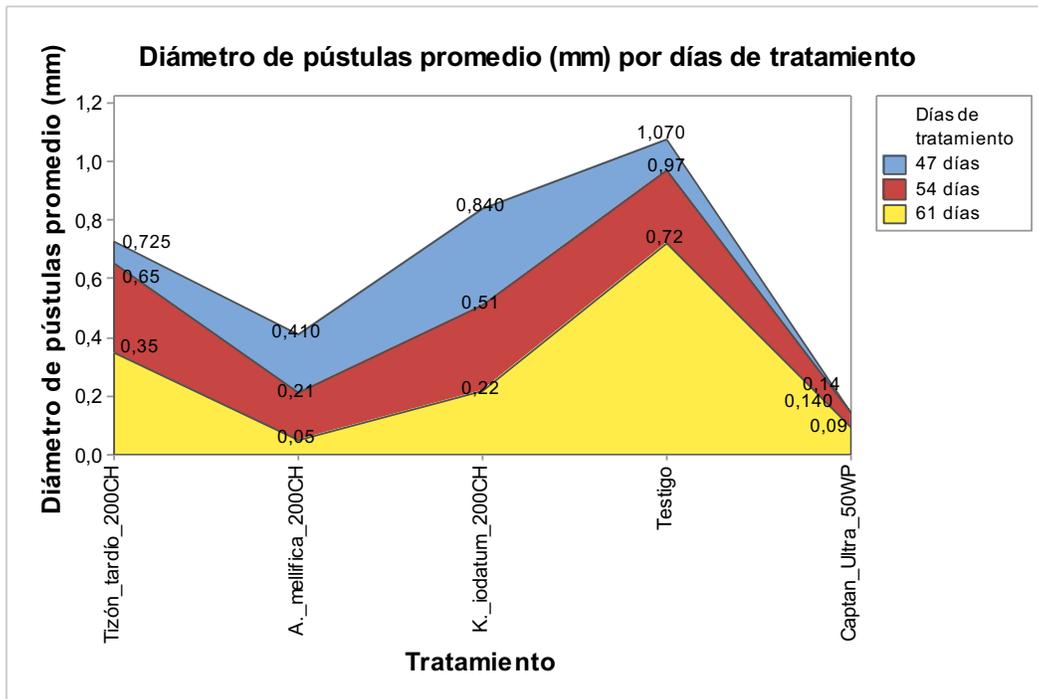
A los 54 días, el tratamiento Tizón tardío 200 CH tuvo un incremento en el tamaño de las pústulas de 0.075 a 0.3 mm. En el caso de *A. mellifica* 200 CH el diámetro disminuyó de 0.2 mm a 0.16 mm, de igual manera para el tratamiento con *K. iodatum* 200 CH se encontró una disminución de 0.33 mm a 0.29 mm en las pústulas, mientras que el tratamiento con el fungicida Captan Ultra 50 WP para esta fecha ya presentó las primeras pústulas con un diámetro de 0.05 mm, y en el testigo las pústulas incrementaron de 0.1 mm a 0.25 mm.

Los resultados obtenidos a los 61 días, muestran que el preparado homeopático de Tizón tardío 200 CH incrementó de 0.33 mm a 0.35 mm considerando otra causa para explicar porque este nosodes no tienen efecto en el control del hongo, se deduce que la potencia utilizada no ha sido la adecuada.

*A. mellifica* 200 CH disminuyó de 0.16 mm a 0.05 mm, de igual manera *K. iodatum* disminuyó el diámetro de pústulas de 0.29 mm a 0.22 mm, lo que está acorde con Lizárraga (2010) y Cruz (2005), quienes al aplicar *Thuja Occidentalis* 30 CH y Sulfur 200 CH, en cultivo in vitro, encontraron inhibición del crecimiento micelial de *Phytophthora capsici* en un 100% y un 62% para el control de *Phytophthora* parasítica. En el cultivo de café el desarrollo de hojas al final del tratamiento, como se observó con la mezcla de homeopáticos, es un indicador de que la homeopatía fortalece a la planta, como también lo ha indicado Tichavský (2009) en tomate, con un efecto indirecto y diverso en el patógeno. Erdmann et al. (2011) concluye que una muestra de ello es el uso de PFP/212 CH que con cuatro aspersiones en 30 d indujo más follaje; no obstante, se observaron puntos cloróticos y pústulas anaranjadas en las hojas, lo que pudo ser un indicador de que la planta se fortaleció, pero no se indujo resistencia contra el patógeno, de igual manera a los 60 d, en el PFP/212 CH la mayor parte de las hojas iniciales se caen y se mantienen en la rama los nuevos brotes, que en su mayoría se infestan con roya.

Mientras que el tratamiento fungicida Captan Ultra 50 WP tuvo un incremento de 0.05 mm a 0.09 mm, en comparación al Testigo el cual mostro un incremento en el diámetro de 0.25 mm a 0.72 mm (ver Figura 10).

**Figura 10** Diámetro (mm) de pústulas, antes de la inoculación, en plantas tratadas con preparados homeopáticos



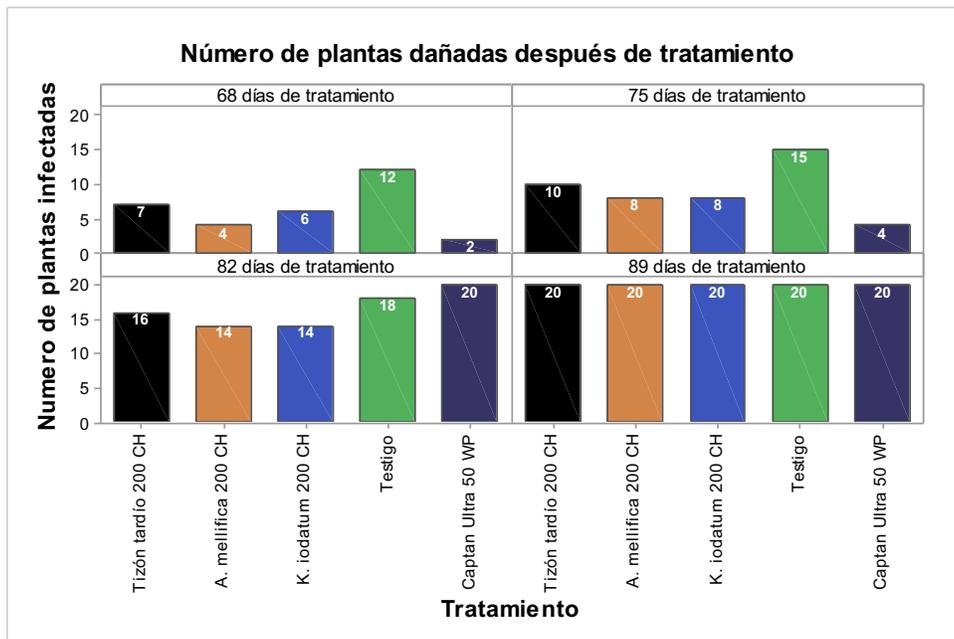
Etapa 2 Días a aparición de la enfermedad, después de la inoculación de Tizón tardío

Se observa que todos los tratamientos tuvieron la aparición de la enfermedad a los 68 días, de igual forma se muestra que los preparados homeopáticos de Tizón tardío 200 CH presentó 7 plantas con daño, *Apis mellifica* 200 CH 4 plantas afectadas, con *Kalium iodatum* 200 CH hubo 6 plantas con aparición de la enfermedad, mientras que el fungicida Captan Ultra 50 WP muestra la cantidad de 2 plantas dañadas, en comparación al testigo, el cual obtuvo un número de 12 plantas con daños del hongo (ver Figura 11).

A los 75 días, la aparición de la enfermedad entre los tratamientos fue aumentando, lo que se observó con Tizón tardío 200 CH quien aumento su número de plantas dañadas de 7 a 10, *Apis mellifica* 200 CH tuvo un incremento de 4 a 8 plantas dañadas, mientras que *K. iodatum* 200 CH aumento de 6 a 8 plantas con presencia del hongo, para el tratamiento fungicida Captan Ultra 50 WP la cantidad de plantas fue incrementándose de 2 a 4 plantas, en comparación al testigo que tuvo un incremento de 12 a 15 plantas dañadas.

Mientras que, a los 82 días, los preparados homeopáticos T. tardío incrementaron de 10 a 16 plantas con daño, *A. mellifica* 200 CH de 8 a 14 plantas, *K. iodatum* con un número de 8 plantas dañadas teniendo un incremento a 14, el fungicida Captan Ultra 50 WP aumentó de 4 a 20, en comparación al testigo quien presentó un número de 18 plantas dañadas en esa misma fecha. Por último, a los 89 días, todos los tratamientos ya presentaban la totalidad de las plantas dañadas por el hongo (ver Figura 11). Lo que se explica con lo mencionado Maldonado *et al.*, (2015) que el efecto de los productos homeopáticos ha sido algunas veces inconsistente, lo cual puede deberse a que no fue sucusionado adecuadamente, no se guardó en condiciones frescas, no se consideraron todas las partes del organismo (plaga o planta), se colectaron en distintas fechas, mucho tiempo de almacenamiento, la planta u organismo tenía desequilibrios, no se preparó o aplicó correctamente, no se usaron las técnicas específicas de evaluación, no se atienden otros problemas correlacionados, y a que no se va a las causas, entre otros más. Al respecto, Armond (2007) encontró un comportamiento oscilatorio en los parámetros analizados en función del producto y potencia homeopática utilizada.

**Figura 11** Días a aparición de la enfermedad, después de la inoculación de tizón tardío en plantas de jitomate



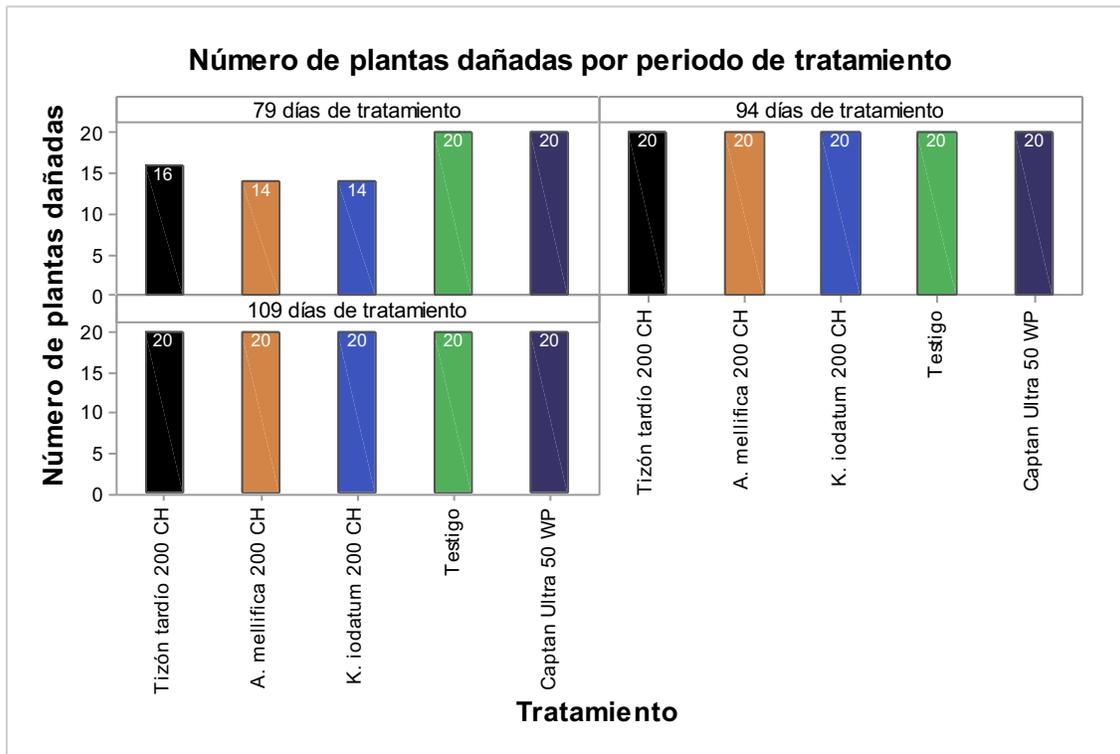
Número de plantas dañadas, después de la inoculación de Tizón tardío

A los 79 días, los tratamientos de *A. mellifica* 200 CH y *K. iodatum* 200 CH presentaron 14 plantas dañadas, *T. tardío* 200 CH con 16 plantas dañadas, *K. iodatum* y el testigo obtuvieron todas las plantas dañadas (ver Figura 12). Pereira et al., (2009), encontraron que al realizar aplicaciones del producto químico tiofonato metílico, se obtuvo un 12% de plantas que presentaron clorosis y necrosis por *Fusarium subglutinans*, mientras que el control 12 CH obtuvo un 19% de control sobre esta enfermedad en comparación al testigo, el cual obtuvo un 45% de plantas infectadas en el cultivo de Piña (*Ananás comosus*).

Modolon et al. (2012) concluye que el preparado de *Arnica montana* con la dinamización de 12DH mejoró la producción de frutos de jitomate en campo. Pulido et al. (2014) utilizaron preparados homeopáticos en el crecimiento y en la producción de repollo cultivado en sistema orgánico para lo que concluyen que *Sulphur* 6CH se destacó como promisorio para mejorar la calidad de las plántulas de repollo, así como en la producción y materia seca de cabezas de repollo en condiciones de campo siendo estas últimas características también mejoradas por *Silicea terra* 30CH.

A los 94 y 109 días, todos los tratamientos presentaron la totalidad de las plantas dañadas, lo que contrasta con lo que menciona Jirón (2018) que las sustancias homeopáticas influyeron positivamente sobre el desarrollo de plantas de pimiento siendo los mejores tratamientos en la etapa de germinación *Phosphoricum acidum* 31 C que presentó la mayor longitud de raíz con 4,77 cm, *Silicea terra* 7C mostró el mayor crecimiento de longitud de tallo con 3,77 cm y el mayor peso fresco con 45,00 mg, *Natrum muriaticum* 31C obtuvo el mayor peso seco con 5 mg. Concluye que los homeopáticos mejoran el desarrollo del pimiento e interfieren en el desarrollo del hongo *Phytophthora capsici*, dependiendo de la dinamización o dilución utilizada y de la etapa de desarrollo del pimiento.

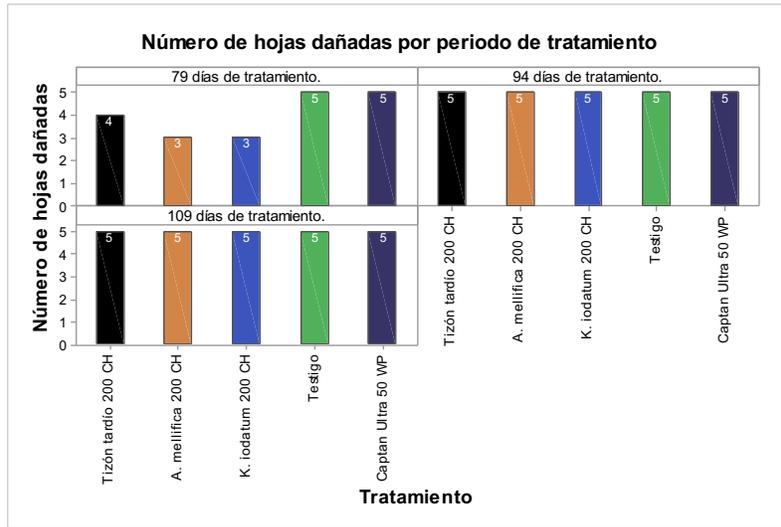
**Figura 12** Número de plantas dañadas, después de la inoculación del oomycete *P. infestans*



**Número de hojas dañadas, después de la inoculación de Tizón tardío**

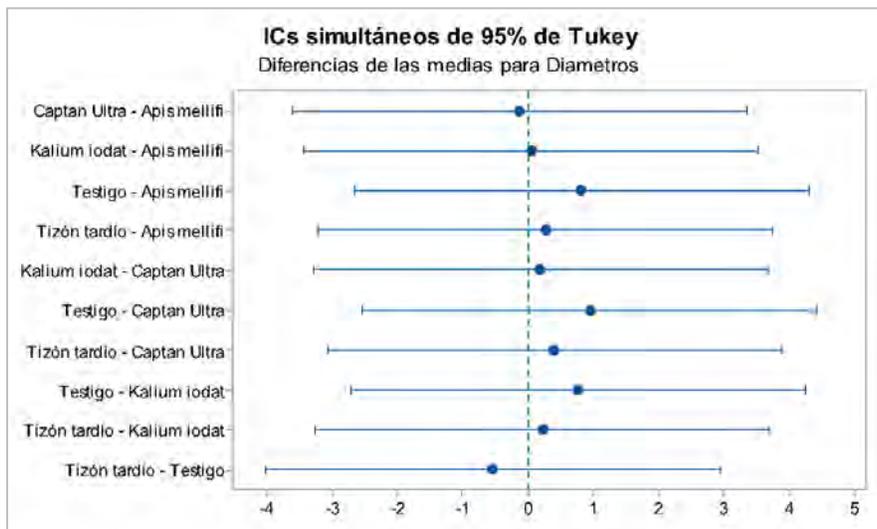
Los resultados obtenidos para este parámetro, indican que a los 79 días los preparados homeopáticos de *A. mellifica* 200 CH y *K. iodatum* 200 CH presentaron 3 hojas dañadas, mientras que Tizón tardío 200 CH tuvo 4 hojas con daños; en el caso del fungicida Captan Ultra 50 WP y el Testigo presentaron 5 hojas dañadas. A los 94 y 109 días todos los tratamientos se encontraron con el mismo número de hojas dañadas (ver Figura 13). Los preparados homeopáticos en altas diluciones han sido indicados como promisorios en el manejo fitosanitario de cultivos, siendo estos acordes a los sistemas orgánicos de producción, ya que cuando son aplicados a los cultivos generan un mínimo impacto ambiental. Otra de sus características es la fabricación a bajo costo, favoreciendo el acceso a estos preparados en altas diluciones por parte de las comunidades rurales, constituyéndose así en una tecnología de gran alcance social (Boff et al., 2008).

**Figura 13** Número de hojas dañadas de las plantas, después de la inoculación de *P. infestans*



Diámetro de pústulas, después de la inoculación de Tizon tardío  
 Al hacer las mediciones del diámetro de pústulas después de la inoculación los preparados homeopáticos no mostraron una diferencia significativa en el diámetro, a los 68, 80, 87, 94, y 101 días con referencia a la Prueba de Tukey  $\leq 0.5$  (ver Figura 14) contemplando que los valores con la misma letra en la misma columna no muestran diferencia significativa (ver Tabla 1).

**Figura 14** Prueba de Tukey diámetro de pústulas



Resultados diferentes encontró Alano, (2010), quien a realizar aplicaciones del producto homeopático Arsenicum álbum 80 CH, inhibió el crecimiento micelial de *Alternaria solani in vitro*, en medio BDA+V8® pero a los 108 días se encontró una diferencia significativa entre los productos homeopáticos y el testigo con un promedio 0.77 mm de diámetro de pústulas superior a los otros tratamientos (ver Tabla 1).

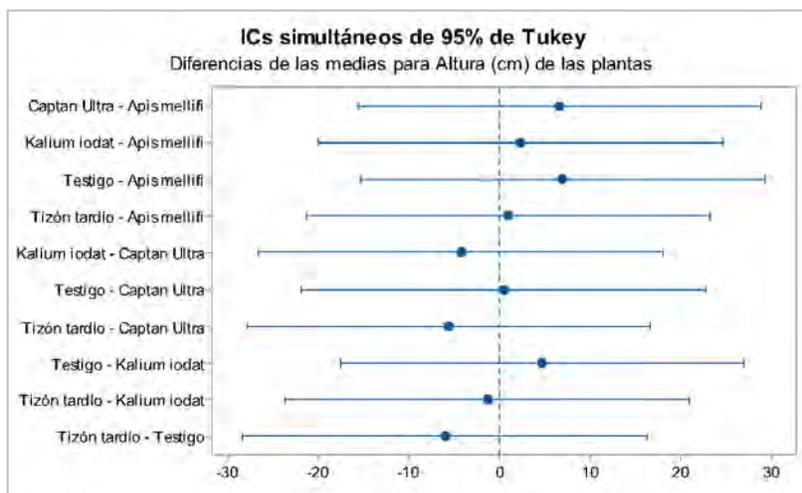
**Tabla 1** Diámetro (cm) de pústulas de Tizón tardío, después de la inoculación

Tratamientos	Diámetro de pústulas					
	68	80	87	94	101	108
Tizón tardío 200 CH	0.571 a	1.2062 a	2.10743 a	2.87418 a	4.1249 ab	5.66919 a
Apis mellificus 200 CH	0.115 a	0.7014 a	1.65702 a	2.8264 a	4.05428 ab	5.62108 a
Captan Ultra 50 WP	0.025 a	0.4114 a	1.64548 a	3.11972 a	3.7308 a	5.2509 a
Kalium iodatum 200 CH	0.275 a	0.725 a	1.47907 a	3.13079 a	4.05344 ab	5.58801 a
Testigo	0.574 a	1.472 a	2.67908 a	3.67215 a	5.11236 b	<b>6.30594 b</b>

#### Altura de la planta

Los preparados homeopáticos, Tizón tardío 200 CH, Apis mellificus 200 CH, Kalium iodatum y el producto químico Captan Ultra 50 WP, no muestran efecto significativo sobre la altura de las plantas de jitomate, evento observado en la Prueba de Tukey  $\leq 0.5$  (ver Figura 15) antes y después de la inoculación de Tizón tardío, lo cual se observa en la Tabla 2 (ver Tabla 2), resultados similares encontró Maldonado et al., (2015).

**Figura 15** Prueba de Tukey para Altura (cm) de las plantas



**Tabla 2** Altura (cm) de las plantas de jitomate *Lycopersicum esculentum*, después de la inoculación del hongo tizón tardío

Tratamiento	Días después del trasplante				
	49	64	79	94	109
Tizón tardío 200 CH.	58.865 a	77.825 a	88.95 a	75.4 a	65.75 a
<i>Apis mellifica</i> 200 CH.	54.91 a	75.075 a	86.4 a	77.085 a	68.5 a
Captan Ultra 50 WP.	59.865 a	84 a	91.6 a	82.27 a	77.05 a
<i>Kalium iodatum</i> 200CH.	56.6 a	78.05 a	87.875 a	80.2 a	70.8 a
Testigo.	62.66 a	84.4 a	94.25 a	82.05 a	73.55 a

## DISCUSIÓN

Desde hace tres décadas el campo mexicano presenta una severa crisis, como resultado de la adopción de políticas públicas orientadas a promover los cultivos más rentables, que abastecen a los mercados internacionales, particularmente en frutas y hortalizas. En contraste, se ha dejado de lado la producción de los cultivos básicos. Lo que ha dado como resultado la pérdida de la soberanía alimentaria, el aumento de la dependencia alimentaria, una mayor pobreza de la mayoría de los habitantes de las áreas rurales y un grave deterioro ecológico (Páez, 2016).

Con el tiempo el uso de agroquímicos en la región de Xicotepec de Juárez ha demostrado ser inadecuado porque contribuye a la contaminación del suelo, de los alimentos y hasta de los agricultores, además de afectar el equilibrio ecológico. Como consecuencia del uso de los agroquímicos, se ha reportado mayor frecuencia de enfermedades como leucemia, cánceres, nacimientos con malformaciones y abortos, entre otras. Por tales razones, hay un incremento en la cantidad de productores e investigadores en la búsqueda de alternativas naturales y ecológicas para utilizarlas en la agricultura, con el objetivo de obtener alimentos sanos y libres de toxicidad y eliminar el uso de agroquímicos, en respuesta a las afecciones se ha intensificado la aplicación de preparados homeopáticos en la agricultura fortaleciendo la fuerza vital de los organismos tratados, en este caso, de las plantas, favoreciendo un equilibrio dinámico de la planta con el suelo y promoviendo a través de un enfoque sistémico, la sintomatología asociada a una enfermedad, infección,

o agente estresante, de forma duradera y sin dejar efecto colateral alguno. Esto es posible en cualquier organismo vivo, incluyendo a las plantas, porque estas poseen una memoria genética que es continuamente enriquecida (Barberato, 2002).

La utilización de medicamentos homeopáticos en la agricultura y en particular en el cultivo de *P. vulgaris*, puede ser de gran interés general y de utilidad práctica. Estos productos son mucho más económicos que los agroquímicos, su aplicación es simple y efectiva, son sustancias de alta inocuidad, por ser altamente diluidas y su impacto medioambiental es sumamente reducido o prácticamente inexistente. En resumen, la homeopatía agrícola tiene un gran potencial, debido a que las dinamizaciones homeopáticas tienen un impacto positivo medible en las plantas tratadas, carecen de toxicidad, su costo es bajo y son inocuas (Ruiz, 2004; Mazón-Suástgui et al., 2019).

Existen razones sobre la improbabilidad del funcionamiento de la Agrohomeopatía, como que en los preparados homeopáticos casi no existe principio activo (Giles, 2007). En la mayoría de los casos, las diluciones empleadas son cercanas a una dilución al infinito. Un simple cálculo, empleando las masas moleculares y el número de Avogadro, muestra que la mayoría de los preparados homeopáticos son simplemente agua (Young, 2014). Páez (2016) menciona que dado el método de preparación, el cual posibilita que el grado de toxicidad sea nulo en la medida que se preparan las sustancias sobre todo a dosis mayores a la doceava centesimal. Según Avogadro desaparece el soluto utilizado. La ausencia de toxicidad redundante en alimentos sanos.

En referencia a las implicaciones genéticas del jitomate y tizón tardío Jian, et al. (2020) indican que a excepción de la supresión de la expresión de miRNA, los mecanismos funcionales asociados a las interacciones lncRNA-miRNA durante la resistencia del jitomate a *P. infestans* siguen siendo desconocidos. Hasta 2018, los mecanismos moleculares de la interacción entre el tomate y *P. infestans* no se comprendían y el método para controlar el tizón tardío del tomate todavía no es lo suficientemente eficaz (Jiang et al., 2018). Sin embargo en 2019 se encontró que lncRNA, ELENA1, afecta positivamente a la resistencia de *Arabidopsis* a *Pseudomonas syringae* pv tomato DC3000. Las plantas ELENA1-knockout

presentan una menor expresión de PR1 y una mayor susceptibilidad a los patógenos (Seo et al., 2017 y 2019). Además, como ARN endógenos competidores (ceRNAs), los lncRNAs actúan como objetivos señuelo para los microRNAs (miRNAs) para afectar a la resistencia de las plantas (Jian, et al., 2020). Otro tipo de ARNnc, algunos miARN, como miR482, también están implicados en la resistencia de las plantas a los patógenos. Los miR482b, miR482c y miR482e-3p del tomate participan en la respuesta de defensa contra la infección de *P. infestans* y *F. oxysporum* f. sp. *Lycopersici* (Jiang et al., 2018; Ji et al., 2018; Hong et al., 2019).

El proceso experimental presentado determina que existe especificidad de hospedero, ocasionando que el patógeno se adapte a su hospedero, conteniendo dentro de la estructura genética los elementos para la supervivencia del agente, desarrollando una epidemiología que limita un control eficaz.

## **CONCLUSIONES**

Los productos homeopáticos Apis mellifica 200 CH y Kalium iodatum 200 CH aplicados antes de la inoculación de tizón tardío *P. infestans* en plantas de jitomate *Lycopersicum esculentum* var. 7705, tuvieron efecto en la reducción de los días a aparición de la enfermedad, número de plantas, número de hojas dañadas así como el diámetro de pústulas en donde se detuvo la esporulación de tizón tardío *P. infestans*, pero estos tratamientos no influyeron en la altura de las plantas, asimismo el fungicida Captan Ultra 50 WP® tiene efecto sobre estos parámetros pero en el diámetro de pústulas el hongo continuo creciendo. El preparado homeopático Tizón tardío 200 CH únicamente tuvo resultados favorables en indicadores de días a aparición y número de plantas dañadas, en comparación al testigo que durante la primera etapa obtuvo los más altos valores en los parámetros días a aparición de la enfermedad, número de plantas dañadas, número de hojas dañadas, diámetro de pústulas y la altura de la planta se comportó igual que los otros tratamientos.

Después de la inoculación de *P. infestans* los productos homeopáticos, *Apis mellifica* 200 CH y *Kalium iodatum* 200 CH a los 3 días y 7 días, después de la inoculación, en el parámetro días a aparición de la enfermedad tuvieron 14 plantas con presencia del hongo, es esa misma fecha Tizón tardío 200 CH ya presentaba 16 plantas con daños, todos estos en comparación al fungicida Captan Ultra 50 WP® y el testigo los cuales ya contaban con un número de 20 y 18 plantas dañadas respectivamente. El número de plantas dañadas a los 79 días después de la inoculación, los tratamientos de *A. mellifica* 200 CH y *K. iodatum* 200 CH presentaron 14 plantas dañadas, *T. tardío* 200 CH tuvo 16 plantas dañadas, *K. iodatum* y el testigo obtuvieron todas las plantas dañadas.

Para el número de hojas, a los 79 días los preparados homeopáticos de *A. mellifica* 200 CH y *K. iodatum* 200 CH tuvieron 3 hojas dañadas, Tizón tardío 200 CH tuvo 4 hojas con daños, en comparación al fungicida Captan Ultra 50 WP y al Testigo estos tuvieron 5 hojas dañadas. Pero a los 94 y 109 días, *P. infestans*, invadió la totalidad de las plantas en los parámetros número de plantas y hojas dañadas.

Para el diámetro de pústulas los preparados homeopáticos no mostraron diferencia significativa a los 68, 80, 87, 94, y 101 días, pero a los 108 días se encontró diferencia significativa entre los productos homeopáticos y el testigo con un promedio 0.77 mm de diámetro de pústulas superior a los otros tratamientos.

Por lo tanto, se encontró que, los preparados homeopáticos *Apis mellifica* 200 CH y *Kalium iodatum* 200 CH se pueden emplear como productos preventivos para el control de tizón tardío *P. infestans*. Pero para el control de estos se tendrían que hacer aplicaciones de forma periódica o se recomienda hacer otro trabajo en donde se evalúen dinamizaciones a menor escala ya que en otros trabajos se han tenido buenos resultados en el control de diversos hongos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armond, C. (2007). Indicadores químicos, crecimiento e bioeletografia de plantas de jambu (*Acmella oleracea* L.), capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) e folha-da-fortuna (*Bryophyllum pinnatum* (Lam.) Oken) submetidas a tratamentos homeopáticos. Tese de Doutor em Ciências. Universidade Federal de Vicosa. Vicosa, Minas Gerais, Brasil. 142 p.
- Barberato, C. (2002). Homeopatia também na agricultura. *J. Rural* 1325: 8.
- Barrera, F. J. (2013). La roya del café, crónica de una devastación anunciada. *Ecofronteras* 49(3):22-25.
- Boff P; Giesel A; Madruga E; Souza LT; Boff MIC; Gonçalves PAS; Zardo VF. (2008). Agropecuária saudável: da prevenção de doenças, pragas e parasitas à terapêutica não residual. Lages: Epagri – UDESC. 80p.
- Carneiro, S. M. T. P. G.; Romano, E. D. B.; Pignoni, E.; Teixeira, M. Z.; Vasconcelos, M. E. C. and Gomes, J. C. (2006). Effect of biotherapeutic of *Alternaria solani* on the early blight of tomato-plant and the in vitro development of the fungus. *Inter. J. High Dilution Res.* 9(33):147-155.
- Chavarro, E.; Ángel, J.E. (2005). Reacción en cadena de la polimerasa 16S ADN y amplificación aleatoria de polimorfismos de ADN para la detección y diferenciación molecular de *Ralstonia solanacearum* en plantas de *Musa* sp. *Memorias II Seminario Internacional Sobre Producción, comercialización e industrialización de plátano. Manizales. Colombia.* p.14-31.
- Erdmann, M.; Boff, M. I. C. e Boff, P. (2011). Preparados homeopáticos no manejo da ferrugem *Melampsora hypericorum* e da mosca branca *Bemisia tabaci* em plantas de *Hypericum inodorum*. *Cadernos Agroecol.* 6(2):1-5.
- Giles J. (2007). Degrees in homeopathy slated as unscientific. *Nature.* 446: 352-3.
- Hong, Y.H., Meng, J., He, X.L., Zhang, Y.Y. and Luan, Y.S. (2019). Overexpression of MiR482c in Tomato Induces Enhanced Susceptibility to Late Blight. *Cells,* 8, 822.

- Jaramillo, J.; Rodríguez, V.P.; Guzmán, M.; Zapata, M.; Rengifo, T. (2007). Manejo fitosanitario. Protección de cultivos. En: Jaramillo, J.; Rodríguez, V.P.; Guzmán, M.; Zapata, M. & Rengifo, T. 2007. Manual Técnico de Buenas Prácticas Agrícolas – BPA en la producción de tomate bajo condiciones protegidas.
- Jiang, N., Cui, J., Meng, J., Luan, Y. (2018a). A Tomato Nucleotide Binding Sites-Leucine-Rich Repeat Gene Is Positively Involved in Plant Resistance to *Phytophthora infestans*. *Phytopathology* 108:980-987.
- Jiang, N., Meng, J., Cui, J., Sun, G. and Luan, Y. (2018). Function identification of miR482b, a negative regulator during tomato resistance to *Phytophthora infestans*. *Hort. Res.* 5, 9.
- Jirón Giler, J. I. (2018). Evaluación del efecto de sustancias homeopáticas sobre la etapa inicial de crecimiento de plantas de pimiento (*Capsicum annum*) y el desarrollo in vitro de *Phytophthora capsici* (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ).
- Leonel, A. H. e Barros, B. H. R. (2013). Utilização de preparados homeopáticos para controle da ferrugem do café (*Hemileia vastatrix*) na região da Alta Mogiana. *Cuadernos Agroecol.* 8(2):1-5.
- Lutz, G. G. (2012). Alternativas al problema de la roya del café en la República Dominicana. Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. <http://www.croplifela.org/es/plaga-del-mes.html?id=29n> San José, Costa Rica.
- Maldonado González, A., Díaz Durán, M. D. L. L., Rodríguez Hernández, C., Martínez Tomás, S. H., & Ruiz Espinoza, F. D. J. (2015). Effect of homeopathic products in the growth and flowering of *Aphelandra squarrosa* var. snowflake (*Acanthaceae*). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(6), 1265-1276.

- Mazón-Suástegui, J. M., C. M. Ojeda-Silvera, M. García-Bernal, M.A. Avilés-Quevedo, F. Abasolo-Pacheco, D. Batista-Sánchez, D. Tovar-Ramírez, F. Arcos-Ortega, B. Murillo-Amador, A. Nieto-Garibay, Y. Ferrer-Sánchez, R. M. Morelos-Castro, A. Alvarado-Mendoza, M. Díaz-Díaz, and B. Bonilla-Montalvan. (2019). Agricultural homeopathy: A new insights into organic's. IntechOpen Books.
- Mideros, M. F., & Restrepo, S. (2014). El devorador de plantas. Hipótesis: apuntes científicos uniandinos, (16), 40-42.
- Modolon T. A.; P. Boff.; M. Inés C. y D. José M. (2011). Preparados em altas diluições no manejo de doenças foliares do tomateiro. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia. Vol. 6. N° 2. 5 p.
- Modolon, T. A.; Boff, P.; Boff, M. I. C. e Miquelluti, D. J. (2012). Homeopathic and high dilution preparations for pest management totomato crop under organic production system. Horticultura Brasileira 30: 51-57.
- Nowicki, M.; Foolad, M.R.; Nowakowska, M.; Kozik, E.U. (2012). Potato and tomato late blight caused by *Phytophthora infestans*: An overview of pathology and resistance breeding. USA. Plant Disease. 96:4-17.
- Páez Lamadrid, A. (2016). Agrohomeopatía: una tecnología no convencional para la agricultura campesina. Disponible en: <http://repositorio.chapingo.edu.mx:8080/handle/20.500.12098/126>
- Pulido, E. E., Boff, P., Duarte, T. S., & Boff, M. I. (2014). Preparados homeopáticos en el crecimiento y en la producción de repollo cultivado en sistema orgânico. Horticultura Brasileira, 32(3), 267-272.
- Rodríguez-Hernández, C., Ramos-Reyes, S., Escamilla-Prado, E., & Ruiz-Espinoza, F. D. J. (2019). Reducción del desarrollo de la roya anaranjada del café con mezcla de homeopáticos. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 10(5), 1047-1056.

- Rodríguez-Hernández, C.; Ruiz-Espinoza, F. J.; Amador-Hernández, J. A.; Hernández-Arizmendiz, J. C. y Martínez-Tomás, S. H. (2014). Protección del café contra la roya anaranjada *Hemileia vastatrix* con preparados homeopáticos. In: homeopatía: avances 2014. Ruiz, E. F. J. (Ed.). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo (UACH). Texcoco, Estado de México, México. 101-109 pp.
- Ruiz E., F. de J. (2013). "Evaluación de tres dosis Agrohhomeopáticas, para determinar su efectividad en el control de *Fusarium oxysporum* Schlecht sobre *Pinuspseudostrobus* Lindl.". Tesis de ingeniería. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. 81 pp.
- Ruiz Espinoza, F. D. J., Ronquillo Cedillo, I., Rodríguez Hernández, C., & Serrano Covarrubias, L. M. (2017). Inducción de resistencia en frijol contra conchuela *Epilachna varivestis* con nutrición y homeopatía.
- Ruiz, E. F. (2004). Control Natural de plagas y enfermedades. Revista Aquí Centros Regionales. Año 11, No. 38. Chapingo, México.
- Ruiz, E. F. J. (2015). Agrohhomeopatía conocimiento científico para la conservación de la vida. In: XII Foro Interinstitucional Homeopatía y Modernidad. Ruiz, E. F. J. (Ed.). Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. 30-33 pp.
- Tichavský, R. (2009). Homeopatía para las plantas. (Ed.). Fujimoto Promociones. Monterrey, NL. México, DF. 236 p.
- Wang, Q. Y., Chen, X. L., Chai, X. F., Xue, D. Q., Zheng, W., Shi, Y. Y., Wang, A. X. (2019b). The Involvement of Jasmonic Acid, Ethylene and Salicylic Acid in the Signaling Pathway of *Clonostachys rosea*-Induced Resistance to Gray Mold Disease in Tomato. *Phytopathology* 109: 1102-1114.
- Young, P. (2014). La farsa de la homeopatía. *Revista médica de Chile*, 142(2), 272-273.
- Zhang, C., Liu, L., Zheng, Z., Sun, Y., Zhou, L., Yang, Y., Cheng, F., Zhang, Z., Wang, X., Huang, S., Xie, B., Du, Y., Bai, Y., Li, J. (2013). Fine mapping of the Ph-3 gene conferring resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) in tomato. *Theor. Appl. Genet.* 126:2643-2653

## **CULTIVO DE BIZNAGAS EN INVERNADEROS PARA EVITAR SU EXTINCIÓN**

FRANCISCO ROMERO BENÍTEZ<sup>1</sup>, RODOLFO ALMAZÁN CELIS<sup>2</sup>

### **RESUMEN**

La finalidad de esta investigación es evitar la extinción de dos especies de biznaga: *Echinocactus platyacanthus* y *Ferocactus histrix* que se encuentran principalmente en la zona centro y norte del país y son empleadas para la elaboración de dulce de acitrón y usos religiosos.

Se investiga la factibilidad de implementar un sistema de cultivo en invernaderos de estas especies para eventualmente integrarlas a su ecosistema y que cuenten con protección ambiental. El sistema de cultivo que se maneja en el invernadero se basa en un método que consiste en aumentar la tasa de reproducción y crecimiento mediante el uso de diferentes tipos de sustratos y soluciones nutritivas.

En el interior de los invernaderos se pretende implementar paneles solares para reducir el consumo de la red eléctrica o, en caso necesario, suministrar la totalidad de la energía, así como diferentes sistemas de sensores que faciliten el control del ambiente como son de riego, de ventilación, de temperatura y de humedad.

**Palabras clave:** Biznagas, extinción, invernadero.

### **ABSTRACT**

The purpose of this research is to avoid the extinction of two species of biznaga: *Echinocactus platyacanthus* and *Ferocactus histrix*, which are mainly found in the central and northern areas of the country and are used for the production of sweet acitrón, religious uses, etc.

The feasibility of implementing a greenhouse cultivation system for these species will be investigated to eventually integrate them into its ecosystem and have environmental protection. The cultivation system that is managed in the greenhouse will be based on a method that consists of increasing the rate of reproduction and growth through the use of different types of substrates and nutrient solutions.

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Toluca. fromerob@toluca.tecnm.mx

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Toluca. ralmazanc@toluca.tecnm.mx

Inside the greenhouses it is intended to implement solar panels to reduce the consumption of the electrical network or, if necessary, supply all the energy, as well as different sensor systems that facilitate the control of the environment such as irrigation, ventilation, temperature and humidity.

**Keywords:** Biznagas, extinction, greenhouse.

## **INTRODUCCIÓN**

Echinocactus platyacanthus y Ferocactus histrix son de las especies principales de las cuales se extrae el dulce de acitrón, se encuentran principalmente en las zonas semiáridas y áridas de México, lo cual representa un reto para el crecimiento y supervivencia de estos ejemplares, si bien se han adaptado a las inclemencias del clima, la sobreexplotación por parte de las personas a causado que se encuentren amenazadas. [1,13]

El objetivo de esta recopilación de datos no es tratar de buscar una solución para elaborar dulce de acitrón de una forma sustentable, se busca reparar un daño que se ha causado a los ecosistemas, tratando de recuperar la cantidad de especímenes que existían hace unos años o bien tratar de que la especie no se encuentre más en peligro de extinción, se pretende que a través de la ayuda de sistemas de control eléctricos implementados en invernaderos se realizara el cuidado de estos ejemplares.

## **DESARROLLO**

Los resultados del estudio para mejorar el tiempo de crecimiento, en el cual, se basará el cultivo de Echinocactus platyacanthus y Ferocactus histrix, indica que existe un mayor rendimiento al utilizar tezontle y sustratos como las mezclas de peat moss 50%, agrolita 30% y vermiculita 20%, de igual manera al agregar soluciones como potasio fosforo y nitrógeno favorecen el crecimiento de los ejemplares. [1]

### **Tipo de invernadero**

Existen una gran variedad de invernaderos, los cuales, poseen diferentes cualidades, desde soportar las adversidades de los diferentes climas, capacidad de implementar diferentes tipos de ventilación, adaptación al tipo de terreno y adecuar sistemas de clima (solo algunos cuentan con esta característica). [11]

El invernadero tipo túnel permite una iluminación casi homogénea debido a su forma, la cual, también realiza un buen aprovechamiento de la luz solar, reduce el problema del goteo hacia los ejemplares ya que el agua se dirige hacia las paredes. [10]

Cuenta con las siguientes dimensiones aproximadamente, un ancho de 8 a 9.6 metros, una altura de 4 a 5 metros y la distancia entre arcos es de 2.5 metros, posiblemente varíen dependiendo de la compañía que lo suministre. [10]

**Figura 1.** Invernadero Túnel [11]



### **Paneles solares**

Con la finalidad de no depender en su totalidad del suministro de la red eléctrica se implementarán paneles solares, los cuales, reduzcan el consumo de la red. Además, de darle más aprovechamiento a la zona que se ocupa como invernadero, ya que se pondrán en la parte superior de ellos de tal forma que no obstaculicen el paso de la luz.

Los paneles policristalinos son los más utilizados y brindan un rendimiento en comparación con su precio, los paneles de 72 celdas, los cuales, suministran un promedio de 330 watts y cuyas dimensiones suelen ser de 2.00 x 1.00 x 00.4 metros y un peso de 22 kilos, son una magnífica opción para implementarlos en los invernaderos. Teniendo en cuenta que la orientación de los paneles es muy importante, ya que, entre más captación de radiación solar, existirá mayor generación de energía, para lo cual, la luz solar debe llegar al panel en forma perpendicular. [2-3]

### **Conexión de los paneles**

Existen 2 maneras principales de conexión: serie y paralelo

La conexión en serie permite la suma de sus voltajes; el amperaje y la potencia permanecen iguales, mientras que la conexión en paralelo mantiene el voltaje y realiza la suma de la corriente y la potencia. [16]

Gracias a esto, es posible realizar la conexión que satisfaga las necesidades requeridas por el sistema. Así mismo, se puede realizar una conexión mixta, en caso de que ninguna de las 2 conexiones por sí solas suministre lo requerido.

**Figura 2.** Un invernadero de paneles solares orgánicos gana la “Go Green in the City 2018” [4]



### **Sustratos y sistema de riego**

La mezcla de sustratos ayudaran a mantener la humedad y se les agregaran potasio, fosforo y nitrógeno, los cuales, serán administrados mediante el sistema de riego y tratando de evitar pérdidas de agua será de forma de hidropónico; una vez que los sustratos estén húmedos se detendrá el suministro de agua hasta que esté de nuevo seco, ya que, estos ejemplares han evolucionado para almacenar agua y nutrientes, y poder permanecer sin ellos por largos lapsos de tiempo, de igual manera, esperar a que los sustratos estén secos, evita problemas de patógenos en las bases del tallo por la frecuencia de humedad.[4-5]

La hidroponía suministra nutrientes y el vital líquido directamente a la raíz de los ejemplares, por lo cual, al no usar aspersores el aire será más seco, lo cual, causará que la temperatura no descienda y no se desperdiciará agua; sin embargo, esto no evitará la evaporación del agua, aun así, se reduce la humedad del aire, por ello, es importante la implementación de un sistema de ventilación. [6]

También se debe de tener en cuenta la estación del año, ya que durante el verano el clima es cálido y requiere de al menos de 1 riego cada 10 días, en las estaciones con una temperatura más fría no es recomendable hacer riegos ya que la humedad genera un clima más frío y estos ejemplares no soportan temperaturas menores a los 5 grados, aunque logran soportar temperaturas de  $-4^{\circ}\text{C}$  por largos periodos de tiempo [1,6,7].

### **Sistema de ventilación**

La ventilación en un invernadero es primordial para evitar saturación de humedad y falta en el suministro de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ); la ventilación por medio de ventiladores ubicados horizontalmente es la opción más adecuada ya que, al emplear el motor para el accionamiento este se puede automatizar aumentando la eficiencia. [8]

### **Separación y orientación de los ventiladores**

La separación de los ventiladores dependerá mucho de la potencia con la que cuenten y las dimensiones del invernadero, de igual manera la circulación del aire influye mucho, en este caso el mejor tipo de circulación se recomienda horizontal, esta orientación desplaza la humedad que existe cerca de los ejemplares para después expulsarla así un clima más seco. [9]

### **Control para la ventilación**

Para poder controlar nuestros sistemas de ventilación se ocuparán sensores que indique la humedad que existe en el ambiente para que desactive (se tiene un clima con una humedad requerida) o active (el exceso de humedad se hace presente y se debe eliminar) el sistema.

### **Sistema de control**

El control se llevará por medio de sensores para el manejo de la ventilación y riego, hoy en día la tecnología es fácil de conseguir y existe una amplia manera de realizar este proceso.

En este caso se optó por el uso de aplicaciones que permiten el control y monitoreo por medio de sensores.

### **Control por medio de aplicaciones móviles**

Existen aplicaciones gratuitas las cuales aparte de su fácil manejo nos permite realizar un monitoreo de cada una de las variables dentro del invernadero (humedad, temperatura) y guardar un registro de las condiciones, para este método solo se necesita colocar los sensores para suministrar los datos a la computadora o teléfono inteligente. [18]

### **Tipos de sensores**

La instalación de control se emplearán los sensores: para la medición de temperatura serán los PT100 en cuanto a la humedad se medirán con los HS1100 ubicados al centro del invernadero, de ser posible agregar más los necesarios si se requiere. [12]

### **Siembra**

Se manejarán solamente el uso de semillas ya que la obtención de ejemplares por medio de esquejes requiere un poco más de tiempo y tratamientos diferentes, la natalidad de las semillas en la investigación desarrollada es aproximadamente del 50% por cada 10 semillas.

### **Obtención de las semillas**

Se debe tener autorización por parte de la Semarnat para la extracción de ejemplares, en este caso semillas, para no incidir en actos que se consideren ilegales. [13]

### **Germinación**

Se llevará acabo con agua esterilizada para evitar patógenos y hongos durante el proceso, se sugiere la germinación en cámaras de incubación con temperatura de 26 grados, el tiempo aproximado es de 7 a 10 días en germinar. Al momento de realizar el trasplante a macetas es recomendable no realizar un riego inmediatamente. [1,15]

Después de la germinación y pasadas al menos un par de semanas se deben colocar en los sustratos que previamente deben estar mezclados, los cuales se colocaran preferentemente en masetas para después facilitar el trasplante, así mismo al no ser cubierta por algún tipo de plástico se notara si el sustrato está completamente seco para realizar un nuevo riego.

**Figura 3.** Manual de hidroponía [14]



### **Trasplante a las zonas con protección ambiental**

Una vez los ejemplares cuenten con un tamaño apto para sobrevivir, de 1 a 2 centímetros de tamaño, y que no cuenten con enfermedades ni plagas, se puede realizar el paso de aclimatación a los extremos rayos del sol y sequía, propios de su ecosistema, esto se lleva en un lapso de 3 a 12 meses (entre más tiempo se garantiza la supervivencia del ejemplar). [15]

Para la aclimatación se deben retirar gradualmente los riegos haciendo lapsos más largos entre riego y riego.

Se recomienda que el trasplante se realice en los inicios de temporadas de lluvias para favorecer a los ejemplares, cualquier otra temporada puede no resultar con buenos resultados.[15]

**Figura 4.** Investiga características de la Biznaga Burra [17]



## **CONCLUSIONES**

A través de la indagación de información fue posible encontrar proyectos anteriores para el cultivo de diferentes variedades de biznagas o cactus, los cuales, indican que es posible el cultivo de estos ejemplares en invernaderos.

El sistema de riego hidropónico nos supone un ahorro de agua, por lo cual, los tiempos de sequía no presentan un problema grande al cultivo, además que los ejemplares no requieren de riegos continuos.

Con esta información se concluye que la factibilidad de implementar un sistema de cultivo en invernaderos que cuentan con paneles solares, sistemas de riego y ventilación automatizados, para eventualmente integrarlas a un ecosistema que cuenten con protección ambiental, es posible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- V. H. I. Lopez, Crecimiento de plantulas de biznaga con diferentes sustratos y soluciones nutritivas, Tulancingo de bravo, Hidalgo: Universidad autonoma del estado de México, 2008.
- Arrevol, «Como optimizar el rendimiento de una placa solar,» 06 2019. [En línea]. Available: <https://www.arrevol.com/blog/como-optimizar-el-rendimiento-de-una-placa-solar>.
- TVC, «Panel fotovoltaico policristalino TIER1 de 330W,» 2019. [En línea]. Available: <https://tvc.mx/products/25027>
- Esenergia, «Un invernadero de paneles solares organicos gana la "Go green in the city 2018",» 12 12 2018. [En línea]. Available: <https://esenergia.es/paneles-solares-invernadero/>.
- Verde es vida, «Cactus: a falta de agua, mucha belleza,» [En línea]. Available: [https://www.verdeesvida.es/plantas\\_de\\_exterior\\_e\\_interior\\_2/cactus:\\_a\\_falta\\_de\\_agua-\\_mucha\\_belleza\\_132#:~:text=Los%20cactus%20aguantan%20bien%20la,exceso%20de%20agua%20es%20letal..](https://www.verdeesvida.es/plantas_de_exterior_e_interior_2/cactus:_a_falta_de_agua-_mucha_belleza_132#:~:text=Los%20cactus%20aguantan%20bien%20la,exceso%20de%20agua%20es%20letal..)
- Ahern, «5 Tips para un sistema de riego en hidroponia,» 17 11 2015. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=D9IVtW18j18&list=WL&index=4&t=11s>.
- Planta huerto, «Como plantar cactus: Siembra, cultivo y cuidados,» 23 10 2019. [En línea]. Available: [https://www.planetahuerto.es/revista/el-cactus-siembra-y-cuidados\\_00438](https://www.planetahuerto.es/revista/el-cactus-siembra-y-cuidados_00438)
- Sistemas hortícolas, «Ventilacion invernadero,» 25 06 2019. [En línea]. Available: <https://www.sistemashorticolasalmeria.com/blog/ventilacion-invernadero/>.
- Vostermans, «Tipos de invernaderos hortícolas,» 10 12 2019. [En línea]. Available: <https://www.vostermans.com/es/ventilation/blog/tipos-de-ventilacion-en-invernaderos-horticolos>
- Novagric, «Invernadero tunel,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.novagric.com/es/venta-invernaderos-novedades/tipos-de-invernaderos/invernadero-tunel>.

- Novagric, «Tipos de invernaderos,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.novagric.com/es/venta-invernaderos-novedades/tipos-de-invernaderos>.
- I. M. Mendez, Automatización de un invernadero, Universitat Rovira i Virgili, 2011.
- Profepa, «Acciones y resultados de protección a biznagas en 2019,» 30 12 2019. [En línea]. Available: <https://www.gob.mx/profepa/es/articulos/acciones-y-resultados-de-proteccion-a-biznagas-en-2019?idiom=es>
- Oasis, «Manual de hidroponía,» [En línea]. Available: <https://www.oasisgrowersolutions.com/pdf/mx/manual-hidroponia.pdf>.
- Damia solar, «Conexión paneles solares: en paralelo, en serie, y conexión en serie y paralelo,» 10 03 2016. [En línea]. Available: [https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/conexion-paneles-solares-en-serie-en-paralelo\\_1#:~:text=La%20conexi%C3%B3n%20en%20paralelo%20se,su ma%20la%20intensidad%20\(amperios\)..](https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/conexion-paneles-solares-en-serie-en-paralelo_1#:~:text=La%20conexi%C3%B3n%20en%20paralelo%20se,su ma%20la%20intensidad%20(amperios)..)
- Conafor, «Conservación y restauración de cactáceas y otras plantas suculentas mexicanas,» [En línea]. Available: [https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Manual\\_Practico-Conservacionyrestauracion-cactaceas\\_suculentas.pdf](https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Manual_Practico-Conservacionyrestauracion-cactaceas_suculentas.pdf).
- Diario de Querétaro, «Alumna investiga características de la biznaga burra,» 15 10 2018. [En línea]. Available: <https://www.diariodequeretaro.com.mx/local/alumna-investiga-caracteristicas-de-la-biznaga-burra-2125646.html>.
- Sigrow, «Grow more high-quality plants,» [En línea]. Available: <https://www.sigrow.com/>. [Último acceso: 22 01 2020].

**DISEÑO DE ETIQUETADO PARA UN PRODUCTO LÁCTEO PROBIÓTICO A PARTIR DE PLÁTANO MACHO (MUSA PARADISIACA AAB) CUMPLIENDO LAS DISPOSICIONES DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-051-SCFI/SSA1-2010).**

CARLOS PRATS BERNABÉ<sup>1</sup>, ERNESTINA PAZ GAMBOA<sup>2</sup>, MARISOL DE MONTSERRAT TEJEDA PAZ<sup>3</sup>

**RESUMEN**

En los últimos años se ha observado un aumento considerado en el consumo de bebidas lácteas saludables y el interés de la población por conocer las características que engloba una etiqueta como una herramienta valiosa que ayuda a los consumidores a tomar decisiones favorables sobre la compra de un producto. Dichas exigencias generaron esta investigación, cuyo objetivo fue diseñar el etiquetado de un producto lácteo probiótico a partir de plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB) adicionado con *Bifidobacterium bifidum* embotellado en una presentación de 250mL. Se buscó conocer el grado de información de la población de la Región de Tuxtepec, Oaxaca referente al etiquetado comercial y nutrimental, mediante la aplicación de un cuestionario de 15 preguntas cerradas, se utilizó la composición proximal para la evaluación de calorías y azúcares en la bebida, se elaboró la etiqueta nutrimental considerando los lineamientos de la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 y el Manual de la MODIFICACIÓN a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 de la COFEPRIS. La aplicación puntual de estos lineamientos dio como resultado el desarrollo de la etiqueta de Declaración Nutrimental para una porción de 100mL del producto lácteo probiótico a partir de plátano macho, obteniéndose de esta investigación la frase en etiqueta de “Este producto no contiene sellos ni leyendas”

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec. carlospratsbernabe@hotmail.com

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec. ernestina\_paz@hotmail.com

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec. marisoltejedadpaz@gmail.com

## **ABSTRACT**

In recent years, there has been a considerable increase in the consumption of healthy dairy drinks and the interest of the population in knowing the characteristics that a label encompasses as a valuable tool that helps consumers make favorable decisions about the purchase of a product . These requirements generated this research, the objective of which was to design the labeling of a probiotic dairy product from male banana (*Musa paradisiaca* AAB) added with *Bifidobacterium bifidum* bottled in a 250mL presentation. We sought to know the degree of information of the population of the Tuxtepec Region, Oaxaca regarding commercial and nutritional labeling, by applying a questionnaire of 15 closed questions, the proximal composition was used for the evaluation of calories and sugars in the drink , the nutritional label was prepared considering the guidelines of NOM-051-SCFI / SSA1-2010 and the Manual for the MODIFICATION of NOM-051-SCFI / SSA1-2010 of COFEPRIS. The specific application of these guidelines resulted in the development of the Nutritional Declaration label for a 100mL portion of the probiotic dairy product from male plantain, obtaining from this research the phrase on the label of "This product does not contain seals or legends."

## **INTRODUCCIÓN**

Actualmente se ha recomendado disminuir el consumo de energía a partir de grasas saturadas, azúcares simples adicionales y sodio, los cuales se encuentran de manera frecuente en los productos alimenticios procesados en cantidades que contribuyen a exceder los límites máximos de ingestión diaria recomendada, lo que incrementa el riesgo de enfermedades. Entre las políticas y acciones reconocidas como costo efectivas para el control de la obesidad y las ECNT en la población, se encuentra la orientación sobre la elección de alimentos saludables, a través de un Sistema de Etiquetado Frontal de Alimentos y Bebidas (SEFAB). En los últimos años, países como Chile, Ecuador, Reino Unido, Australia, Nueva Zelanda e Israel han implementado un SEFAB como medida regulatoria, con la finalidad de brindar a la población una herramienta rápida y sencilla que ayude a la selección y orientación en la compra de alimentos industrializados. Actualmente, otros países

están en procesos de discusión sobre la adopción de nuevos sistemas de etiquetado (Kaufer-Horwitz, 2018).

El sobrepeso y la obesidad afectan a más de un tercio de la población mundial y su frecuencia muestra un rápido aumento en los países de bajos y medianos ingresos. En América Latina, se estima que 360 millones de personas (58% de la población) presentan sobrepeso u obesidad, un problema de salud que aumenta la mortalidad global, el riesgo de enfermedades no transmisibles afecta a la salud mental y a la calidad de vida, y genera importantes cargas económicas para la sociedad y los sistemas de salud. Considerando lo anterior, la alimentación no saludable representa uno de los principales factores contribuyentes al desarrollo de sobrepeso, obesidad y enfermedades no transmisibles.

El etiquetado nutricional de alimentos y bebidas industrializados tradicionalmente ha proporcionado información sobre ingredientes y nutrientes en la parte posterior o lateral de los productos y está regulado a escala internacional por la Comisión del Código Alimentarius. De forma complementaria, en algunos países de América Latina, como Ecuador, México, Chile y Perú, el etiquetado frontal resumido y simplificado sobre nutrientes relevantes para la salud es obligatorio y se ha propuesto como una estrategia costo-efectiva para mejorar la calidad de la alimentación, empoderar a los consumidores y facilitar la elección y el consumo de alimentos saludables (Santos, 2019). Se considera una herramienta fundamental de los alimentos procesados, que muestra ciertas características cualitativas y cuantitativas propias del producto, con el fin de guiar a los compradores a llevar hábitos y estilos de vida saludables, permitiéndoles conocer qué están ingiriendo y en qué cantidades, y así darles la posibilidad de analizar, comparar y tomar las decisiones más favorables para su salud. Actualmente a nivel mundial se han incrementado enfermedades asociadas al exceso o déficit de nutrientes, en países como Australia, Italia, España, Chile, entre otros han optado por implementar la etiqueta nutricional de tipo semáforo en los alimentos procesados, teniendo éxito durante varios años por su forma clara, dinámica, rápida y eficaz de proporcionar información de los componentes principales del alimento, lo que ayuda a los consumidores a tomar decisiones más rápidas y efectivas al momento de elegir

entre uno u otro alimento y así mejorar sus hábitos de consumo (Iza, 2016). No obstante, los estudios han mostrado que el tiempo que una persona dedica para la selección de un producto en el punto de venta es, en promedio, de 13 segundos (Tolentino, 2018).

El etiquetado de los alimentos constituye el principal medio de comunicación entre los productores y vendedores de alimentos, por una parte, y por otra, sus compradores y consumidores. Las normas y directrices del Codex Alimentarius sobre Etiquetado de los Alimentos son publicadas en formato compacto para permitir su uso y amplio conocimiento por parte de los gobiernos, las autoridades de reglamentación, las industrias de alimentos y minoristas, y los consumidores. Esta quinta edición incluye los textos adoptados por la Comisión del Codex Alimentarius hasta el 2007 (Codex Alimentarius, 2007). La sociedad en pleno siglo XXI, se encuentra influenciada por todo aquello que contribuya a mejorar y mantener la salud de las personas, específicamente considerando el campo de las bebidas funcionales. Las bebidas funcionales son aquellas que contienen componentes, nutrientes o no nutrientes, los cuales se relacionan con una o varias funciones del organismo.

Este proyecto se convierte en una oportunidad de desarrollo de negocio para una bebida láctea, cuyo objetivo es diseñar el etiquetado de un producto lácteo probiótico a partir de plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB) adicionado con *Bifidobacterium bifidum* embotellado en una presentación de 250mL., permitiendo a la industria generar un concepto legal e informativo sobre las características de dicho producto, haciéndolo atractivo para su compra.

Para lograr entender las necesidades alimentarias y nutricionales por parte del consumidor se realizó una encuesta de análisis sobre el etiquetado comercial de un producto lácteo probiótico a partir de plátano macho, donde se tomaron puntos de gran relevancia para el consumidor como la información descriptiva del producto. De la misma manera conocer el impacto que tienen los datos nutricionales en la mente y las decisiones de compra de los consumidores.

Considerando los lineamientos de la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 que establece para el diseño de una etiqueta se debe determinar las características de la información comercial y sanitaria, además de establecer un sistema de etiquetado frontal, el cual debe advertir de forma clara y veraz sobre el contenido de nutrimentos críticos e ingredientes que representan riesgos para su salud en un consumo excesivo, los cuales se utilizan para evaluar las calorías y el contenido de azúcares en un producto lácteo probiótico a partir de plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB) adicionado con *Bifidobacterium bifidum*.

El Manual de la MODIFICACIÓN a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 de la COFEPRIS establece que la información contenida en las etiquetas de los alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasadas debe ser veraz, describirse y presentarse de forma tal que no induzca a error al consumidor con respecto a la naturaleza y características del producto. En la etiqueta de los productos preenvasados pueden incluirse sellos o leyendas de recomendación o reconocimiento por organizaciones o asociaciones profesionales con evidencia científica, objetiva y fehaciente. Adicionalmente para el otorgamiento del respaldo por parte de la autoridad, los productos no deben exceder uno o más de los nutrimentos críticos añadidos.

Teniendo en consideración los parámetros principales para el diseño de una etiqueta para el producto, se propone un esquema básico que incluye la información básica y reglamentaria para la etiqueta. Se hará énfasis en la especificación de los lineamientos legales para los valores nutricionales del producto y la aplicación de sellos o leyendas de acuerdo con la norma vigente.

## **METODOLOGÍA**

Este trabajo fue cuasi experimental. Primero se calculó el contenido de la Declaración nutrimental y posteriormente se realizó el diseño básico de una etiqueta necesario para un producto lácteo probiótico a partir de plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB)

## Encuesta

Previo a la realización del etiquetado para un producto lácteo probiótico a partir de plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB) que cumplirá las disposiciones de la Norma Oficial Mexicana (NOM-051-SCFI/SSA1-2010). Se ejecutó una encuesta con el objetivo de conocer el grado de información de la población de la Región de Tuxtepec, Oaxaca referente al etiquetado comercial y nutrimental. Se realizó un cuestionario sobre el etiquetado nutricional autoadministrado y que consistió en 15 preguntas cerradas de opción múltiple. Las encuestas fueron respondidas por 60 familias voluntarias de un rango de edad entre 18 y 50 años que aceptaron responder el cuestionario que les fue enviado.

## Evaluación nutrimental a partir del químico proximal de la bebida.

Utilizando el químico proximal de la bebida el cual se muestra en la tabla No. 1, se calculó la composición nutricional del producto final mediante un cálculo directo, considerando los factores de conversión para determinar el cálculo de energía que estable la NOM 051 SCFI/SSA1-2010, como se muestra en la tabla N°2.

**TABLA 1.** Análisis químico proximal de la bebida probiótica de plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB).

COMPONENTE	Día 1	Día 30
Humedad (%)	83.33 ± 0.04 <sup>b</sup>	84.22 ± 0.26 <sup>a</sup>
Cenizas (%)	2.81 ± 0.32 <sup>a</sup>	2.60 ± 0.25 <sup>a</sup>
Grasas (%)	1.19 ± 0.14 <sup>a</sup>	1.17 ± 0.35 <sup>a</sup>
Proteínas (%)	2.33 ± 0.33 <sup>a</sup>	2.30 ± 0.65 <sup>a</sup>
*Carbohidratos (%)	10.28 ± 0.83 <sup>a</sup>	9.71 ± 1.51 <sup>a</sup>

Los valores representan el promedio de 3 determinaciones ± desviación estándar. Letras minúsculas diferentes en la misma fila indican diferencia significativa ( $p < 0.05\%$ ) de acuerdo con Tuckey

**TABLA 2.** Cálculo de energía

Nutriente	Factor de conversión
Hidratos de carbono disponibles	4 kcal/g 17 kJ
Proteínas	4 kcal/g 17 kJ
Grasas	9 kcal/g 37 kJ
Alcohol	7 kcal/g 29 kJ
Ácidos orgánicos	3 kcal/g 13 kJ

Fuente: Modificación a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010.

Se determinó el contenido calórico de la bebida y la cantidad de azúcares, mediante el cálculo de energía aportada por cada nutriente (carbohidratos, proteínas y grasas), se sumaron todos los valores obtenidos y el resultado se expresa en Kilocalorías (kcal).

### Elaboración de la etiqueta nutrimental de una bebida a partir de plátano macho.

Considerando los resultados del contenido calórico y contenido de azúcares de la bebida, y de acuerdo con los lineamientos de la NOM 051 SCFI/SSA1-2010 y el Manual de la MODIFICACIÓN a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 de la COFEPRIS para la elaboración de la declaración nutrimental y los sellos de advertencia, que se establecen en la tabla N°3. Se determinó la información nutrimental complementaria en la etiqueta en base a los perfiles nutrimentales para definir la leyenda a usar en el etiquetado frontal.

**TABLA 3.** Perfiles nutrimentales para la declaración nutrimental complementaria

	<b>Energía</b>	<b>Azúcares</b>	<b>Grasas saturadas</b>	<b>Grasas trans</b>	<b>Sodio</b>
<b>Sólidos en 100 g de producto</b>	≥ 275 kcal totales	≥ 10 % del total de energía proveniente de azúcares libres	≥ 10 % del total de energía proveniente de grasas saturadas	≥ 1 % del total de energía proveniente de grasas trans	≥ 1 mg de sodio por kcal o ≥ 300 mg.
<b>Líquidos en 100 mL de producto</b>	≥ 70 kcal totales o ≥ 8 kcal de azúcares libres				Bebidas sin calorías: ≥ 45 mg de sodio
<b>Leyenda a usar</b>	<b>EXCESO CALORÍAS</b>	<b>EXCESO AZÚCARES</b>	<b>EXCESO GRASAS SATURADAS</b>	<b>EXCESO GRASAS TRANS</b>	<b>EXCESO SODIO</b>

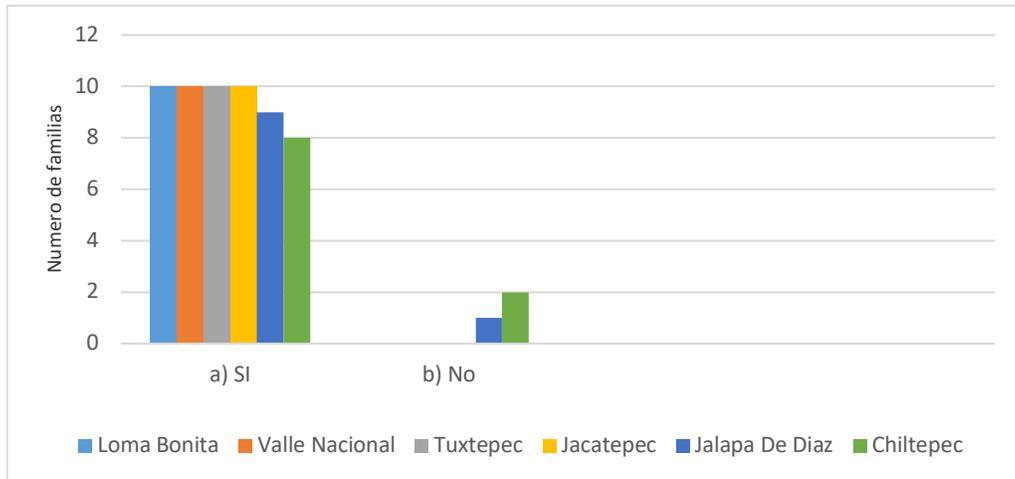
Fuente: Modificación a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Encuestas

Los gráficos que se presentan a continuación muestran los resultados de la encuesta que fue aplicada para identificar el grado de información de la población de la Región de Tuxtepec, Oaxaca referente al etiquetado comercial y nutrimental.

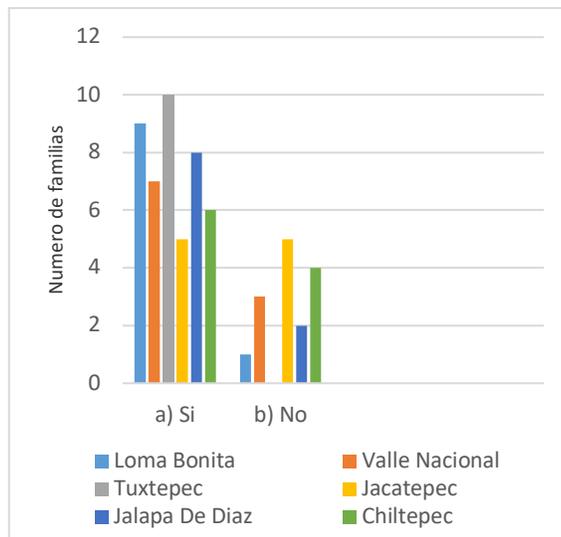
**Fig. 1.** Conocimiento de la población sobre el etiquetado.



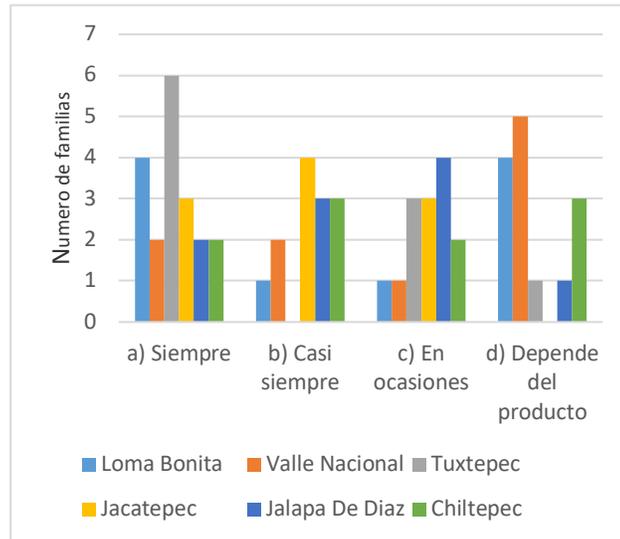
En la figura 1 se observa que el 95% de las encuestas realizadas respondieron que si conocen que en los alimentos empaquetados y bebidas embotelladas existe un etiquetado nutrimental. Resultados similares fueron los obtenidos por V. Loria Kohen y Colaboradores en 2011. Quienes identificaron que la población se esta interesando cada dia mas por el etiquetado nutrimental.

El resultado del conocimiento de etiquetas nutrimentales en bebidas embotelladas y alimentos empacados se correlaciona con los resultados que se generaron de la pregunta ¿Conoce usted el nuevo etiquetado frontal y la declaración nutrimental?, observando en la figura 2 que el 75% de las familias estan enteradas del nuevo etiquetado y declaración nutrimental que entró en vigor en el mes de octubre del 2020.

**Fig. 2.** Conocimiento del nuevo etiquetado



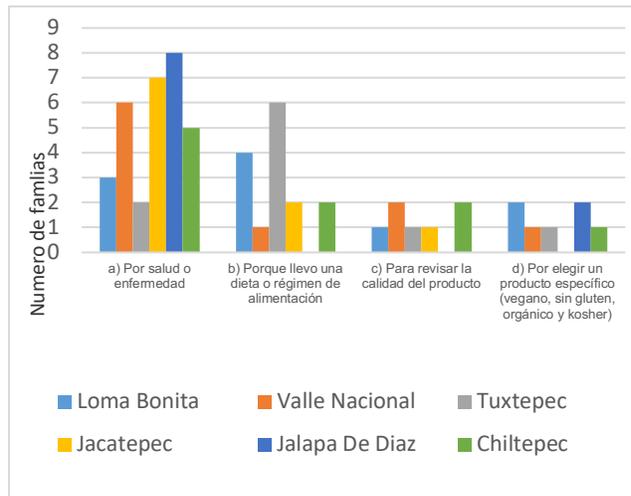
**Fig. 3.** frecuencia con la que se realiza la lectura



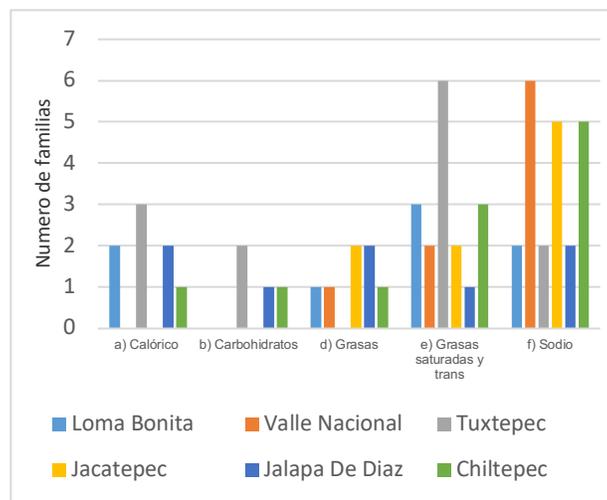
En la figura 3, El 53% de los encuestados mostró gran interés por la lectura de la declaración nutrimental de los alimentos procesados y bebidas, resaltando la población de Tuxtepec como los que siempre realizan la lectura de la declaración nutrimental. Sin embargo, un gran porcentaje de la población (47%) acostumbra realizar la lectura de la declaración nutrimental en ocasiones o dependiendo del producto que vayan a comprar. Estos resultados obtenidos fueron similares a los encontrados por V. Loria Kohen y Colaboradores en 2011., quienes encontraron que un elevado porcentaje de los encuestados mostraron gran interés ya que el 73,8% declaró que leía siempre o casi siempre la declaración nutrimental de un producto o bebida. Saieh y colaboradores en 2015, reportó un incremento del 93.1% de las personas encuestadas que leen siempre o a veces las etiquetas de los productos.

El objetivo primordial de las etiquetas nutrimentales es brindar al cliente de información útil con respecto al valor nutrimental de lo que está por comprar y/o consumir. Con la finalidad de prevenir el desarrollo de enfermedades. Se identificó que el 52% de las familias realizan la lectura de etiquetas por salud o padecimiento de alguna enfermedad, mientras que el 25% lee las etiquetas por que se encuentran realizando un régimen de alimentación, esto se puede constatar en la figura 4. Este resultado es similar a lo que encontró V. Loria Kohen y Colaboradores en 2011.

**Fig. 4.** Interés que muestra la población por realizar la lectura del nuevo etiquetado nutrimental.



**Fig. 5.** Información nutrimental que es de interés en la lectura de octagonales y declaración nutrimental



Entre las familias encuestadas de la Región de Tuxtepec, Oaxaca notificaron que leen las etiquetas nutrimentales por salud o alguna enfermedad, esto se relaciona con los resultados obtenidos en la Figura 5, donde el 37% de los encuestados informan que leen la etiqueta nutrimental, principalmente para poder identificar el contenido de sodio en los alimentos como prioridad al comprar un producto, seguido del contenido de grasas saturadas y trans con un 28%. Similar a lo que encontró Saieh y colaboradores en 2015, en su investigación Etiquetado nutricional, ¿qué se sabe del contenido de sodio en los alimentos?, quienes se dieron cuenta que el 39,8% reconoció leer siempre las etiquetas.

Esta información recabada nos permite identificar el impacto y la importancia que tiene el etiquetado nutrimental en una etiqueta, ya que esta tiene como finalidad brindar conocimiento a la población referente al origen del producto, los ingredientes que lo componen, así como los nutrientes que aporta. Con respecto a la declaración nutrimental de un alimento procesado o bebida se refiere a su contenido calórico y sus nutrientes: carbohidratos, proteínas, grasas, fibra, sodio, calcio entre otros minerales y vitaminas.

Con estos datos nutrimentales, las familias comienzan a tomar conciencia de la selección de alimentos naturales y disminuir el consumo de alimentos procesados con alto contenido calórico, contenido en carbohidratos, grasas, sodio y grasas saturadas. Las cuales comienzan a tener mayor impacto en la industria alimentaria, quienes tienen que seguir los lineamientos establecidos en la NOM 051 SCFI/SSA1-2010, para poder comercializar un producto; asegurando con estas medidas una mayor educación al momento de comprar un producto, ya que se busca advertir de forma clara y veraz sobre el contenido de nutrimentos críticos e ingredientes que representan riesgos para su salud en un consumo excesivo.

Este punto de vista es similar al de Ruiz, E., y Cenarro, T. en 2016, con su artículo La importancia del etiquetado, quienes proponen que es importante que exista una regulación alimentaria por medio de una nueva norma europea “Reglamento de Información al Consumidor (RIAC) 1169/2011, donde su objetivo es lograr una alta protección de los consumidores junto con una adecuada información relativa a los alimentos que consumimos.

Estas propuestas y normativas de regulación alimentaria, tendrán un gran impacto en la población al momento de seleccionar un producto para consumo, ya que de acuerdo a lo encontrado en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición en 2018 donde se observó que el 64.6% de los niños entre 5 y 11 años consume botanas, dulces y postres y el 35.4% de personas de 20 años o más consumen estos productos cotidianamente; asimismo, el consumo de bebidas endulzadas es de 85.7% para estos mismos grupos de edad, lo que incrementa la ingesta de calorías, sodio, azúcares y grasas saturadas en la dieta.

Por esta razón el objetivo de esta investigación nos llevó a la realización del diseño de un etiquetado nutrimental para un producto lácteo probiótico a partir de plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB) adicionado con *Bifidobacterium bifidum* embotellado en una presentación de 250mL

#### **Evaluación nutrimental a partir del químico proximal de la bebida.**

Se realizó la etiqueta nutrimental de un producto lácteo probiótico a partir de plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB), considerando un tamaño de porción de 100 mL, esta porción por envase se determinó al tomar como referencia el lineamiento de la NOM 051 SCFI/SSA1-2010.

Teniendo en cuenta la composición final de la bebida láctea probiótico a partir de plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB) y en consideración de ser su principal nicho de mercado, los adolescentes y adultos (18 y 60 años), se hizo hincapié en el contenido energético y su contenido de azúcares.

Un trabajo similar fue el que realizó Cajiao Orellana, Y. E., & Gavilanes Rangles, M. B. en 2016. Quienes realizaron un estudio donde calcularon el aporte nutrimental con base al químico proximal en la *elaboración de queso tipo crema a base de yogurt*, en su estudio analizaron la composición nutricional de la bebida elaborada, para poder determinar el aporte nutrimental

En la tabla N° 4, se puede observar la Declaración nutrimental de la bebida láctea, que detalla el contenido de calorías, hidratos de carbono disponibles, proteínas y grasas, que fueron encontrados en el producto durante el análisis de químico proximal que se realizó previamente; así mismo se resaltan en negritas los nutrimentos críticos. Toda esta información debe estar expresada en gramos y porcentaje, de acuerdo con la cantidad por cada 100 mililitros de producto, tal y como lo especifica la NOM 051 SCFI/SSA1-2010. La información obtenida y los lineamientos de la NOM 051 SCFI/SSA1-2010 permitieron evaluar los nutrimentos críticos e ingredientes que lleguen a representar riesgo para la salud del consumidos, especificados en la declaración nutrimental del producto lácteo probiótico a partir de plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB).

Teniendo como resultado final dentro de la declaración nutrimental del producto lácteo un contenido calórico de 61.39 Kcal en una porción de 100 mL, con respecto

al contenido de nutrientes se obtuvieron los siguientes valores: grasa: 1.19 g/ 100 mL, proteína 2.39 g/100 mL, hidratos de carbono 10.28 g/ 100 mL, fibra .50 g/100 mL, SODIO 23 mg / 100 mL y 122 mg de calcio.

**TABLA 4.** Presentación de la declaración nutrimental.

Declaración nutrimental	Tamaño de porción: 100 mL
Contenido energético	<b>61.39 kcal (256.81 kJ)</b>
Proteínas	2.39 g
Grasas totales <b>Grasas saturadas</b> <b>Grasas trans</b>	1.19 g <b>0 g</b> <b>0 mg</b>
Hidratos de carbono disponibles Azúcares <b>Azúcares añadidos</b>	10.28 g 9.78 g <b>0 g</b>
Fibra dietética	0.50 g
<b>Sodio</b>	<b>23 mg</b>
Calcio	122 mg
*VNR: VALOR Nutrimental de Referencia de acuerdo a la NOM-O51-SCFI/SSA1-2010 por porción señalada.	
<b>Listado de ingredientes:</b> leche de vaca semidescremada ultrapasteurizada de vaca, pulpa de plátano macho, goma guar, <i>Bifidobacterium bifidum</i> .	

Considerando las referencias de CODEX STAN 243-2003, NOM-086-SSA1-1994, NOM 051 SCFI/SSA1-2010 y el Manual de la MODIFICACIÓN a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 de la COFEPRIS que establece que un producto preenvasado añadido de azúcares libres, es aquel que durante el proceso de elaboración se les haya añadido azúcares libres, el producto en estudio en esta investigación no se puede considerar como un producto con azúcares añadidos, en virtud de que durante su proceso de elaboración no fue agregado azúcar, por lo que no puede ser considerado como un criterio de evaluación de los nutrientes críticos, permitiendo que el etiquetado frontal de esta bebida contenga la frase “Este producto no contiene sellos ni leyendas”.

En base a los datos obtenidos de la declaración nutrimental del producto lácteo, estos coinciden con los lineamientos que establece el CODEX STAN 243-2003, que especifica que las bebidas lácteas fermentadas son productos obtenidos a partir de leche descremada pasteurizada por lo que el contenido de proteína y grasa es bajo (2.7 % proteína y menor a 10% grasa láctea). Lo mismo sucede con los lineamientos de la NOM-086-SSA1-1994, establece que se considera un producto bajo en grasa cuando su contenido de grasa es menor o igual a 3 g/porción. Con respecto al contenido de sodio, se considera un producto muy bajo en sodio cuando su contenido es menor o igual a 35 mg/porción.

### **Bosquejo de la etiqueta nutrimental de una bebida a partir de plátano macho.**

De acuerdo con los autores Roger Kerin, Steven Hartley, William Redelius del libro de Marketing en 2014, refieren que todo producto debe contener una etiqueta, debido a que esta es una parte integral del empaque que va a identificar al producto o marca, quién, dónde y cuándo se hizo, cómo se debe utilizar y cuál es el contenido de sus ingredientes, así como su información nutrimental. Siendo de esta manera la etiqueta el primer contacto entre lo que ofrece un productor y las necesidades que tiene el consumidor.

Narranjo Barón en 2016 hace hincapié en que el etiquetado es más comprensible cuando cuenta con un diseño sencillo y de fácil lectura, puesto que los detalles técnicos que tiene el etiquetado no pueden ser interpretados de manera ordinaria por el consumidor, ya que no todos tienen la educación alimentaria para comprender los elementos que integra un etiquetado nutrimental, resultando en un rango limitado que incluye a profesionales de la salud como médicos o nutriólogos.

Es por esta razón que el etiquetado debe cumplir con el objetivo de ser una herramienta de fácil interpretación para los consumidores, debido a debe ser una herramienta valiosa que pueda ayudar al consumidor a elegir productos que le brinden un beneficio a su salud y en su estilo de vida.

Con base en los resultados obtenidos en las encuestas y la evaluación nutrimental a partir del químico proximal que se realizó a la bebida, se recomienda una etiqueta envolvente adherible que cubra completamente los laterales del envase y con

bordes que se traslapen; estas fueron algunas de las características necesarias que se consideraron para la elección del tipo de envase que se plantea utilizar.

**Fig. 6.** Propuesta de elaboración de etiquetado del producto lácteo probiótico a partir de plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB).



Estas características se logran apreciar en la figura 6, donde se observa una propuesta de etiquetado del producto lácteo probiótico a partir de plátano macho (*Musa paradisiaca* AAB), como se evidencia en la etiqueta se diseñó en base a lo establecido en el Manual de la MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, que especifica los lineamientos emitidos en la NOM 051 SCFI/SSA1-2010.

Este diseño cumple también con las características que determino Wogalter, M. S., & Young, S. L. en 1994, donde especificaban que los diseños en años posteriores deben considerar no solo la efectividad que tienen las etiquetas en la transmisión de información de advertencia, sino también que sean atractivas en general. Por lo que se busca que los diseños deberán presentar y transmitir información nutrimental de advertencia de manera eficaz, mientras que al mismo tiempo busquen motivar al consumidor a querer comprar el producto.

De acuerdo a Kamil, M. H. F. M., & Ghani, D. A. (2019), refieren que la combinación de elementos multimedia como texto e imágenes hacen más atractivo la

presentación del envase. La información de la marca, tipo de producto, sabor y lema son elementos esenciales en la parte frontal de una etiqueta.

En el diseño de la etiqueta del producto lácteo se consideró el uso de dos tipos de letras: “Time New Roman y Ms Reference Sans Serif, ya que este tipo de letra genera mayor atractivo en una etiqueta, de acuerdo con los estudios realizados por Kamil, M. H. F. M., & Ghani, D. A. en 2019.

El dato cuantitativo del contenido neto y la altura para números y letras es regulado por la NOM-030-SCFI-2006, señalando que dicho contenido neto debe aparecer libre de cualquier información que impida su lectura. La especificación del contenido neto de esta etiqueta cumple con la altura mínima de 3 milímetros, considerando los parámetros de superficie principal de exhibición de la etiqueta y magnitud del contenido neto que establece dicha norma (Fig. 7 y fig. 8). Esta altura se debió al cálculo marcado, en donde debe obtenerse el área de la superficie principal del envase en centímetros cuadrados. Los cálculos que especifica esta norma para superficies cilíndricas y botellas consideran el 40% del resultado de multiplicar la altura de la superficie principal, excluyendo bordes, cuellos y hombros, por el perímetro de mayor circunferencia. El envase propuesto para el producto lácteo probiótico a partir de plátano macho, es una botella de vidrio con una capacidad de 250mL, de la cual se tomó la siguiente formula:

$$\text{Superficie principal} = \frac{(14.5)(3)}{100} \frac{(3.1416)(40)}{100} = \frac{5,466.384}{100} = 54.66 \text{ cm}$$

**Fig. 7.** Altura del dato cuantitativo y de la unidad de magnitud en función de la superficie principal de exhibición. NOM-030-SCFI-2006

	Superficie principal de exhibición en centímetros cuadrados (cm <sup>2</sup> )	Altura mínima de números y letras en milímetros (mm)
hasta	32	1,5
mayor de	32 hasta 161	3,0
mayor de	161 hasta 645	4,5
mayor de	645 hasta 2 580	6,0
mayor de	2 580	12,0

**Fig. 8.** Altura del dato cuantitativo y de la unidad de magnitud en función de la magnitud del contenido neto. NOM-030-SCFI-2006

Contenido neto		Altura mínima de números y letras en milímetros (mm)
hasta	50 g o mL	1,5
mayor de	50 g o mL hasta 200 g o mL	2,0
mayor de	200 g o mL hasta 750 g o mL	3,0
mayor de	750 g o mL hasta 1 kg o L	4,5
mayor de	1 kg o L hasta 5 kg o L	5
mayor de	5 kg o L	6

### CONCLUSIONES

La población de la Región de Tuxtepec, Oaxaca manifiesta que si conocen que existe un etiquetado nutrimental en los alimentos empaquetados y bebidas embotelladas sin embargo la información de la declaración nutrimental del producto no tiene influencia en ellos al momento de comprar y consumir algún producto o bebida láctea.

El interés de la población por la lectura de la etiqueta está enfocado en el contenido de sodio y contenido de grasa presente en el alimento, debido principalmente a problemas de salud.

La aplicación puntual de los lineamientos de la NOM 051 SCFI/SSA1-2010 dio como resultado el desarrollo de la etiqueta de Declaración Nutrimental para una porción de 100mL del producto lácteo probiótico a partir de plátano macho, obteniéndose de esta investigación la frase en etiqueta de “Este producto no contiene sellos ni leyendas”, misma que puede o no incluirse en el bosquejo de la etiqueta comercial. El bosquejo de una etiqueta comercial para esta bebida debe contemplar el dato cuantitativo del contenido neto con una altura mínima de tamaño de letra de 3 milímetros considerando los lineamientos en función a la superficie principal de exhibición de la etiqueta y en función a la magnitud del contenido neto que establece la NOM-030-SCFI-2006.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. Carlos Saieh, B. Carlos Zehnder, C. Eu Magdalena Castro, Pablo Sanhueza. (2015) Etiquetado nutricional, ¿qué se sabe del contenido de sodio en los alimentos?, Revista Médica Clínica Las Condes, Volume 26, Issue 1, Pages 113-118, ISSN 0716-8640.
- Cajiao Orellana, Y. E., & Gavilanes Rangles, M. B. (2016). Utilización de mortiño (*Vaccinium meridionale* Sw.) y remolacha (*Beta vulgaris* L.) como fuente de antioxidantes para la elaboración de queso tipo crema a base de yogurt (Bachelor's thesis, Quito: USFQ, 2016).
- Codex Alimentarius. (2007) Organización Mundial de la Salud, Roma, Italia.
- CODEX-STAN-243. (2003) Norma del Codex para leches fermentadas. Codex Alimentarius, 2003.
- Iza A. E. (2016) Utilización del etiquetado nutricional por semáforo en bebidas procesadas por parte de los compradores adultos, que realizan sus compras en un supermercado del centro de Quito en los meses de octubre-noviembre del 2015 (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Kaufer-Horwitz, M., Tolentino-Mayo, L., Jáuregui, A., Sánchez-Bazán, K., Bourges, H., Martínez, S., Perichart, O., Rojas-Russell, M., Moreno, L., Hunot, C., Nava, E., Ríos-Cortázar, V., Palos-Lucio, G., González, L., González-de Cossio, T., Pérez, M., Borja-Aburto, V. H., González, A., Apolinar, E., Pale, L. E., Colín, E., Barriguete, A., López, O., López, S., Aguilar-Salinas, C., Hernández-Ávila, M., Martínez-Duncker, D., de León, F., Kershnerobich, D., Rivera, J., & Barquera, S. (2018). Sistema de etiquetado frontal de alimentos y bebidas para México: una estrategia para la toma de decisiones saludables. *Salud Pública De México*, 60(4, jul-ago), 479-486. <https://doi.org/10.21149/9615>

- Manual de la MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (2020) Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados. Información comercial y sanitaria. <http://salud.michoacan.gob.mx/wp-content/uploads/2020/11/Manual-de-la-Modificaci%C3%B3n-a-la-Norma-Oficial-Mexicana.pdf>
- Mohamad Kamil M.H.F., Abdul Ghani D. (2019) The Design Criteria of Product Label Assisting Purchase Decision. In: Badioze Zaman H. et al. (eds) Advances in Visual Informatics. IVIC 2019. Lecture Notes in Computer Science, vol 11870. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-34032-2\\_61](https://doi.org/10.1007/978-3-030-34032-2_61)
- Narranjo Barón, G. A. (2016). Efecto que tiene el Etiquetado Nutricional en la Decisión y Elección Frente a la Compra y el Consumo de Bebidas Light, en Mujeres y Hombres con edades entre 20 a 60 años de Niveles Socioeconómicos 2, 3, y 4 de un Sector de Bogotá.
- NOM-030-SCFI-2006. Información comercial-Declaración de cantidad en la etiqueta-Especificaciones. Diario oficial de la Federación. 06 noviembre 2006
- NOM-051-SCFI/SSA1-2010. Especificaciones Generales De Etiquetado Para Alimentos Y Bebidas No Alcohólicas Preenvasados-Información Comercial Y Sanitaria. Diario oficial de la Federación. 05 de abril de 2010
- NOM-086-SSA1-1994, Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales. 26 de junio de 1994
- Prats-Bernabé, C., & Paz-Gamboa, E. (2020). Estudio De Un Producto Lácteo Probiótico A Partir De Plátano Macho (Musa Paradisiaca AAB) Con Un Modelo De Gestión Para Su Comercialización. Innovación En Biotecnología II, 109.
- Roger Kerin, Steven Hartley, William Redelius. (2014). Marketing. México: Mc Graw Hill.
- Ruiz, E., & Cenarro, T. (2016). La importancia del etiquetado. AEPap (ed.). Curso de Actualización Pediatría, 357-67.

- Santos-Antonio G, Bravo-Rebatta F, Velarde-Delgado P, Aramburu A. (2019) Efectos del etiquetado nutricional frontal de alimentos y bebidas: sinopsis de revisiones sistemáticas. *Rev Panam Salud Publica.*; 43: e62. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2019.62>
- Tolentino-Mayo L, Rincón-Gallardo Patiño S, Bahena-Espina L, Ríos V, Barquera S. (2018) Conocimiento y uso del etiquetado nutrimental de alimentos y bebidas industrializados en México. *Salud Publica Mex*; 60:328-337. <https://doi.org/10.21149/8825>
- V. Loria Kohen y cols. (2011) Análisis de las encuestas sobre etiquetado nutricional realizadas en el Hospital La Paz de Madrid durante la 9a edición del “Día Nacional de la Nutrición (DNN) 2010”. *Nutr Hosp.*;26(1):97-106, ISSN 0212-1611, CODEN NUH0EQ, S.V.R. 318.
- Wogalter, M. S., & Young, S. L. (1994). The effect of alternative product-label design on warning compliance. *Applied Ergonomics*, 25(1), 53-57.

EDITA: RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C  
DUBLÍN 34, FRACCIONAMIENTO MONTE MAGNO  
C.P. 91190. XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.  
CEL 2282386072  
PONCIANO ARRIAGA 15, DESPACHO 101.  
COLONIA TABACALERA  
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC  
C.P. 06030. MÉXICO, D.F. TEL. (55) 55660965  
[www.redibai.org](http://www.redibai.org)  
[redibai@hotmail.com](mailto:redibai@hotmail.com)

Sello editorial: Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C. (978-607-99388)  
Primera Edición, Xalapa, Veracruz, México.  
No. de ejemplares: 2  
Presentación en medio electrónico digital: PDF 10 MB  
Fecha de aparición 02/08/2021  
ISBN 978-607-99388-1-9

Derechos Reservados © Prohibida la reproducción total o parcial de este libro en cualquier forma o medio sin permiso escrito de la editorial.

# **INNOVACIÓN EN PROCESOS BIOPRODUCTIVOS**

## **AUTORES**

**ALMAZÁN CELIS RODOLFO, BÁEZ HERNÁNDEZ GRACE ERANDY, BASILIO MORA MARISOL, DÍAZ DURÁN MARÍA DE LA LUZ, DOMÍNGUEZ ÁVILA EFREN, ESPINOZA ALFONSO ESTEBAN, GARCÍA RAMÍREZ ESTEBAN, GRACIANO OBESO ADALID, HERNÁNDEZ GONZÁLEZ DANIEL, HUMARÁN SARMIENTO VIRIDIANA, JASSO CRUZ EDUARDO JAVIER, MONTES GUTIÉRREZ LUIS ALBERTO, PAREDES RINCÓN SALVADOR, PAZ GAMBOA ERNESTINA, POLLORENA LÓPEZ GREGORIO, PRATS BERNABÉ CARLOS, REYES MARTÍNEZ YASMÍN ELIZABETH, RÍOS HERNÁNDEZ MARIO IVÁN, ROMERO BENÍTEZ FRANCISCO, TEJEDA PAZ MARISOL DE MONTSERRAT, VELASCO VELASCO VICENTE ARTURO, VILLEGAS MALAGÓN BRISA BERENICE.**

ISBN: 978-607-99388-1-9



**MIGRACIÓN Y DESARROLLO  
REDIBAI-MYD**

