



Congreso Internacional de Investigación
Academia Journals **Puebla IEU 2023**
Tecnología, Humanismo y Sostenibilidad

OCTUBRE 02 Y 03, 2023

LAS CIENCIAS NATURALES EN ARMONÍA CON LA TECNOLOGÍA, EL HUMANISMO Y LA SUSTENTABILIDAD - PUEBLA IEU 2023

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN DEL CONGRESO
INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN ACADEMIA
JOURNALS PUEBLA IEU 2023

Tecnología, Humanismo y Sostenibilidad

ELIBRO CON ISBN ONLINE 979-8-89020-028-0

**CONGRESO
ACADEMIA JOURNALS
PUEBLA IEU 2023**

Título del Libro Electrónico: *Las Ciencias Naturales en Armonía con la Tecnología, el Humanismo y la Sustentabilidad - Puebla IEU 2023*

ISBN 979-8-89020-028-0 online*

Este libro electrónico (e-book) contiene la colección de los trabajos de investigación presentados en el área de *matemáticas y ciencias naturales* en el Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Puebla IEU 2023, *Tecnología, Humanismo y Sostenibilidad*, que fuera co-organizado los días 02 y 03 de octubre de 2023 por Academia Journals, PYSEIP, *Productos y Servicios Estratégicos para Investigación y Posgrado*, y la Universidad IEU.

POLÍTICA DE COPYRIGHT

Con el fin de maximizar el valor para los autores de sus publicaciones en AJ, se observan la políticas de copyright aquí descritas. Academia Journals protegerá los intereses de los autores y de las instituciones donde ellos laboran. Como requisito para publicar en AJ, todos los autores y la institución donde ellos laboran transfieren a AJ cualquier derecho de copyright que tengan en su artículo. El copyright se transmite cuando el artículo es aceptado para su publicación. La asignación de copyright es nula y terminada en caso de que el artículo no sea aceptado para publicación. Para corresponder a la transferencia de los derechos de autor, AJ cede a los autores y a las instituciones donde ellos laboran el permiso y derecho de hacer copias del artículo publicado y utilizarlo para fines académicos. El autor retiene siempre los derechos de patentes descritas en el artículo. Después de que el artículo haya sido aceptado para su publicación en AJ, y dado que el copyright ha sido ya transferido, cualquier cambio o revisión al material debe hacerse solamente con la autorización de AJ.

CONSEJO ACADÉMICO

Dr. Rafael Moras (San Antonio, EEUU)
MA Ani Alegre (Austin, EEUU)
Dr. Ángel Esparza (Houston, EEUU)
Lic. David Moras (San Antonio)
MC Constantino Moras Sánchez (Orizaba, México)
Dr. Eloy Mendoza Machain (Morelia, México)
Dr. Pedro López Eiroá (CDMX, México)
Dr. Víctor Mendoza (Puebla, México)
Dr. Albino Rodríguez Díaz (Tepic, México)
Vicerrector Dante Agatón (Morelia, México)

DISEÑO Y PUBLICIDAD

contacto@academiajournals.com

COMENTARIOS Y SUGERENCIAS

contacto@academiajournals.com
+1 (210) 415-3353
3760 E. Evans
San Antonio TX 78259 USA
www.academiajournals.com

*El ISBN fue asignado a este libro por la Agencia de ISBN en Estados Unidos. Los números de copyright tienen validez mundial. Para comprobar la validez de un ISBN, favor de visitar la página bookwire.com.



Paper	Título	Autores	Primer Autor	Página
IEU002	Aprovechamiento de las Mermas de Jengibre del Municipio de Xicotepec de Juárez a través de la Elaboración de Productos Bebestibles: Producción de Ginger Bug y sus Aplicaciones	Dr. Salvador Omar Espino Manzano M.E. Francisco Javier Vergara Herrera M.E. María José González de los Montero Sierra M.A. Luz Edith González de los Montero Vargas Aby Aparicio Alderete	Espino Manzano	1
IEU003	Elaboración de Infusiones en Frío a Base de Jengibre, Cultivado en la Región de Xicotepec de Juárez, Puebla	M.E. María José González de los Montero Sierra M.A. Luz Edith González de los Montero Vargas M.E. Francisco Vergara Herrera Dr. Salvador Omar Espino Manzano Jaime Lugo García	González de los Montero Sierra	7
IEU059	Efecto de Pseudomonas putida en la Germinación de Semillas de Tres Ecotipos de Uchuva (Physalis peruviana L.)	MC. Isaac Guajardo Paz Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal	Guajardo Paz	13
IEU095	Evaluación de la Capacidad Antioxidante de Compuestos Fenólicos de Pulpa de Café de las Variedades Oro Azteca y Typica Producidas en la Sierra Norte de Oaxaca	Evelyn Hernandez Ramirez Lorena Itzel Santiago Díaz Dr. Pedro Benito Bautista M.C. Nelly Arellanes Juárez M.C. José Navarro Antonio	Hernandez Ramirez	18
IEU028	Estudio de la Calidad del Agua del Lago de Chapala en el Área de Influencia a la Desembocadura del Río Lerma, en el Municipio de Jamay, Jalisco México	Dra. Araceli Ortega Martínez Dra. Susan Smith Pinto Dra. Liliana Sarai Muñoz Ramírez Dra. María Alicia Cervantes Ávalos	Ortega Martínez	21
IEU043	Producción Masiva de Conidios de Hirsutella citriformis y Biocontrol de Adultos de Diaphorina citri con Conidios del Hongo Formulados con Dos Diferentes Gomas	Dra. Orquídea Pérez González M.C. Rosa Ángela Flores Villarreal Dr. Alonso A. Orozco-Flores M.C. Servando H. Cantú-Bernal Dr. Ricardo Gómez-Flores Dra. Patricia Tamez-Guerra	Pérez González	28

IEU001	Estudio del Camote (Ipomoea batatas) Cultivado en Villa Ávila Camacho, Puebla y su Aplicación en Dulces Artesanales	M.E. Francisco Vergara Herrera Dr. Salvador Omar Espino Manzano M.E. María José González de los Montero Sierra Luz Edith González de los Montero Vargas Karen González Amador	Vergara Herrera	32
--------	---	---	-----------------	----

Aprovechamiento de las Mermas de Jengibre del Municipio de Xicotepec de Juárez a través de la Elaboración de Productos Bebestibles: Producción de Ginger Bug y sus Aplicaciones

Dr. Salvador Omar Espino Manzano¹, M.E. Francisco Javier Vergara Herrera²,
M.C.E. María José González de los Montero Sierra³, M.A. Luz Edith González de los Montero Vargas⁴ y Aby
Aparicio Alderete⁵

Resumen—Xicotepec de Juárez es uno de los tres principales municipios productores de jengibre (*Zingiber officinale*) de la sierra norte poblana, sin embargo, las pérdidas y mermas para los productores locales, derivadas de los rizomas que no alcanzan las características de comercialización son constantes. Actualmente, solo se aprovechan comercialmente los rizomas con determinados parámetros de peso y longitud, desperdiándose las raíces de parámetros menores, así como tallos y hojas del cultivo. Dicha merma puede ser aprovechada por los productores a través de la aplicación de los rizomas no aptos para la comercialización en fresco del producto en la elaboración de bebidas fermentadas y probióticas, elaboradas de forma artesanal, denominadas Ginger Bug y Ginger Beer, como elemento distintivo para el municipio, que permitan maximizar los beneficios de las cosechas de jengibre, permitiendo a la industria de Alimentos y Bebidas disponer de las bebidas para su comercialización.

Palabras clave—Jengibre, aprovechamiento, Bebida, Fermentado, Probiótico.

Introducción

La sierra norte poblana es una región extremadamente rica en recursos naturales. Su clima, condiciones de humedad, altura sobre el nivel del mar, tipo de suelos y condiciones de la tierra, permiten el desarrollo de múltiples especies tanto de fauna como de flora. Esta región es reconocida principalmente por los cultivos de café, siendo el grano de Xicotepec especialmente valorado debido a las condiciones de altitud del municipio. Sin embargo, el café no es el único cultivo distintivo o sobresaliente de la región.

Otro de los productos que destacan en calidad y volumen para Xicotepec es el jengibre (*Zingiber officinale*), siendo un cultivo bastante abundante y común en distintas comunidades y juntas auxiliares de la entidad. Este cultivo es desarrollado por productores de tres municipios de la Sierra Norte Poblana, siendo estos Xicotepec, Pantepec y Jalpan, que en conjunto y en sinergia con otros municipios, juntas auxiliares y comunidades de la región, aportan el 70% del jengibre desarrollado a nivel nacional, tal como indica la figura 1.

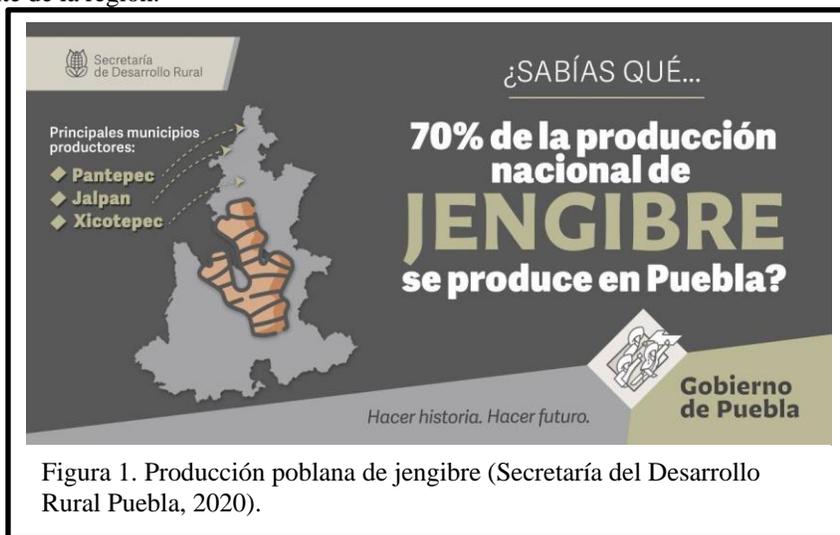


Figura 1. Producción poblana de jengibre (Secretaría del Desarrollo Rural Puebla, 2020).

Dicha producción, para el 2020, se tradujo en 2,725 toneladas de jengibre, que se traduce en una venta de 57 millones de pesos para las familias dedicadas a este cultivo (Secretaría del Desarrollo Rural Puebla, 2020). Si bien para los

¹ El Dr. Salvador Omar Espino Manzano es Profesor de Tiempo Completo de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, Puebla, México. Salvador.espino@utxicjtepec.edu.mx

² El M.E. Francisco Javier Vergara Herrera es Profesor de Tiempo Completo de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, Puebla, México. francisco.vergara@uttxicotepec.edu.mx (autor corresponsal)

³ La M.C.E. María José González de los Montero Sierra es Profesora de Tiempo Completo de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, Puebla, México. mariajose.gonzalez@utxicjtepec.edu.mx

⁴ La M.A. Luz Edith González de los Montero Vargas es Profesora de Tiempo Completo de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, Puebla, México. salvador.espino@utxicotepec.edu.mx

⁵ La T.S.U. Aby Aparicio Alderete es estudiante del P.E. de Licenciatura en Gastronomía en la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez. aby.aparicioalderete@utxicotepec.edu.mx

agricultores locales este es un producto sustituto, alternativo e incluso simbiótico al café de la región, su producción es extremadamente importante para la economía local, sobre todo con el detonador de la pandemia de COVID-19, en la que el jengibre tuvo una elevada demanda derivada de sus propiedades terapéuticas, a este respecto se sabe que:

Los principales municipios en los que se da este alimento, que tiene muchas propiedades curativas, son: Xicotepec, Panteppec y Jalpan. Ahora el gobierno del estado ha iniciado un plan para fomentar y aumentar la producción del jengibre en estos tres municipios.

El jengibre fortalece el sistema inmunológico y ayuda a combatir la gripe, los resfriados y hasta las infecciones de garganta; también es antioxidante y ayuda a la digestión; de la misma forma es un analgésico natural, te apoya con tus dolores de músculos y huesos (Cabrera, 2020).

Como se ha visto, es un producto altamente demandado por el mercado nacional. Sin embargo, su formato se ve limitado al conocimiento de manipulación de los productores locales, quienes comercializan este rizoma meramente en fresco, sin aplicar tecnificación alguna. Es decir, el productor se limita al cultivo y comercialización del rizoma sin procesamiento alguno, a excepción del proceso de lavado, sobre todo debido a la falta de industrialización de la región, así como al nivel socioeconómico de los productores. Así mismo, la mayor parte de los compradores, tanto intermediarios del proceso comercial como consumidores finales, hacen uso del elemento como ingrediente en fresco, teniendo múltiples aplicaciones en el ámbito gastronómico, a saber:

El jengibre es una especia muy utilizada en el continente asiático: en sopas, verduras, carnes blancas salteadas, pescados, mariscos, salsas o marinadas; en platos de pescado japoneses tipo sushi jugando un papel importante tras ser encurtido, ya que limpia el paladar y prepara la boca para cambiar de sabor sin mezclas indeseadas; o para atemperar y maquillar sabores molestos en la carne y el pescado, toda una ocasión de lujo para maquillar cocinas pobres pero honestas. Es igualmente utilizada desde el siglo XVIII para elaborar y aromatizar cerveza, aportando frescura y contraste al cereal y al amargo del lúpulo.

Y también en postres y galletas, aprovechando su armonía con infinidad de especias como el anís estrellado, el cardamomo o la bergamota al igual que con los cítricos, elementos que encajan con texturas y sabores cremosos y ayudan a formar un conjunto magnífico de sabor (Reguera, s.f.).

Sin embargo, de acuerdo con los productores asiáticos, el producto en fresco puede verse mermado, pues *existe el riesgo de desperdicio de jengibre fresco durante el almacenamiento* (Yang, 2019). Aunado a la posible merma del producto derivada de los daños en el proceso de almacenamiento, se tienen los detalles agronómicos que generan un residuo no comercializable: los tallos de la planta, que son separados del rizoma y generalmente quedan en el mismo terreno de cultivo, siendo que el interés del productor es extraer meramente la raíz; también, se presentan mermas en los propios rizomas, puesto que se tiene un estándar para la comercialización del producto en cuestión a apariencia, tamaño y peso, por lo que aquellos rizomas que no alcanzan el estándar manejado por el productor y sus compradores, suele ser desechado, o se intenta introducir en el mercado en venta al menudeo, como jengibre criollo. Tanto tallos y hojas como rizomas que no alcanzan la media son elementos que podrían aprovecharse al utilizarlos en productos procesados, tales como té, tisanas, sazoadores, licores, etc.

Con esta premisa en mente, se promueve la diversificación de los productos derivados del jengibre, a través del desarrollo de productos alternativos que incluyan el rizoma de residuo, permitiendo su uso y generando un ingreso para los productores locales, en vez de la pérdida correspondiente a la merma por el desecho de esta raíz con apariencia, tamaño y peso menores al estándar de comercialización en fresco fijado en el mercado. De entre las múltiples posibles aplicaciones, se desarrolló el proceso de aprovechamiento del jengibre rezagado a través de su uso en la elaboración artesanal de bebidas fermentadas, elaboradas con procesos naturales, como complemento para coctelería, tales como el industrial Ginger Ale, pero elaborado de forma tradicional y completamente artesanal, haciendo uso de procesos básicos que no impliquen una tecnificación exagerada o una inversión que impacte en la economía de los productores, con el fin de facilitarles el acceso a esta alternativa de producción, permitiéndoles iniciar con los procesos de elaboración de la bebida propuesta.

El abordar la elaboración de bebidas se empata con los procesos gastronómicos que se encuentran de moda a la fecha, siendo que los productos fermentados son elementos que están sobresaliendo en el medio gastronómico, desde alimentos como los kimchis tradicionales de la cocina coreana, hasta las bebidas fermentadas y probióticas desarrolladas por la industria restaurantera, de forma artesanal, para la inclusión en el menú de bebidas, tales como el

hidromiel y la kombucha, que forman parte de las tendencias gastronómicas de la industria contemporánea. Esta moda se da por los beneficios que el producto tiene para el organismo, sabiendo que: *Tomar bebidas fermentadas ayuda a mejorar la digestión, prevenir enfermedades degenerativas y alcalinizan el cuerpo* (Martínez, 2022).

Así, se desarrolla la investigación metodológica para la formulación y estandarización de una bebida denominada *Ginger bug*, conocida también como *madre de jengibre*, haciendo referencia la masa madre utilizada en la industria panadera para la fermentación, siendo elemento base para la elaboración de una bebida naturalmente fermentada, saborizada con el propio jengibre base.

Metodología

El *Ginger bug* es la base para la elaboración de diversos productos fermentados. Se identifica como *el iniciador necesario para hacer la cerveza o bebida de jengibre, vinos de frutas y numerosas gaseosas naturalmente burbujeantes y probióticas* (Lirola, 2022). Al igual que una masa madre de panadería, se considera como la base fermentadora aplicada a productos bebestibles.

Dicha base se elabora a través de la fermentación, ya sea natural o asistida con levaduras de la familia *cerevisiae* (pudiendo también asistirse con levaduras desarrolladas para la industria vitivinícola para el desarrollo de bebidas alcohólicas fuertes, debido a su resistencia al alcohol) de una mezcla de jengibre fresco rallado y azúcar, en agua potabilizada, siendo el jengibre tanto la base saborizante como el proveedor de sustrato y levaduras y agentes fermentativos naturales, reforzado con el azúcar para endulzar el líquido y proveer de mayor sustrato a las levaduras, generando una labor fermentativa más extensa. Con ello, se produce una bebida saborizada y gasificada naturalmente, a través de la maceración del jengibre rallado en el agua y del gas carbónico derivado del proceso fermentativo. Cabe destacar, para este caso, que el objetivo del proceso es obtener una bebida ligera, saborizada y gasificada, con un contenido alcohólico bajo, con el fin de utilizarlo como mezclador o diluyente en el área de coctelería, o simplemente como una bebida de refresco. Así, se genera una suerte de *Ginger Ale artesanal*, siendo este definido por Pujati (2022) como *una bebida fermentada hecha con jengibre molido, azúcar, agua y jugo de limón que ha sido fermentada hasta obtener el sabor deseado*.

De acuerdo con Pujati (2022), la madre de jengibre *es un iniciador probiótico utilizado para la elaboración de Ginger Ale*. Dicho autor elabora la masa de arranque de la madre de jengibre para su estudio *extrayendo 22 gramos de jengibre incluyendo jengibre rojo, jengibre criollo y jengibre elefante y diluyéndolo en 500cc de agua con 28 gramos de azúcar. Permitiendo fermentar la solución durante 4 días* (Pujati, 2022). Para la elaboración de la madre de jengibre, se utilizó únicamente jengibre con características inferiores al estándar de comercialización, es decir, rizomas pequeños, cortos, de bajo peso y de morfología deficiente, pelados y rallados finamente. Se mezclan 90gr de jengibre procesado con 250ml de agua potable y 90gr de azúcar morena, dejando fermentar por 5 días. El proceso conlleva una base de 30gr de jengibre rallado y 30gr de azúcar disueltos en el agua, mismos que, tras una mezcla y fermentación inicial de 24 horas a 25°C, es alimentada con 15gr más de jengibre fresco recién rallado y 15gr de azúcar, hasta completar los 90gr totales de cada elemento. El proceso descrito se ilustra en la figura 2.



Figura 2. Proceso de elaboración de *Ginger Bug* (Autoría propia, 2023).

Una vez que la madre de jengibre se ha mantenido en fermentación durante 5 días a una temperatura controlada de 25°C y alimentada constantemente, se tiene la base necesaria para la elaboración artesanal de la bebida tipo *Ginger Ale*, destacando que, contrario a la bebida industrializada, este producto se formula de forma artesanal y en su preparación se omite la adición de sabores cítricos provenientes del limón, con el fin de que el jengibre se mantenga como sabor principal del fermentado. Se experimentó con dos variantes de la bebida fermentada, siendo una un

fermento natural desarrollado meramente con los microorganismos existentes en la madre de jengibre (Muestra A), mientras que la segunda fue reforzada con levaduras *cerevisiae* (Muestra B). Los radios de elementos utilizados en las preparaciones se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Formulación de bebidas fermentadas (elaboración propia).

Ingrediente	Muestra A	Muestra B
Ginger Bug	250ml	250ml
Agua purificada	1L	1.02L
Jengibre fresco	50gr	50gr
Azúcar	100gr	50gr
Levadura	-	1gr

Se identifica una diferencia en tres elementos: en primer lugar, la muestra A no hace uso de levaduras añadidas, mientras que la muestra B sí. Así mismo, la muestra B tiene 20ml más de agua que su contraparte, debido al líquido utilizado para disolver la levadura añadida. En cuanto al azúcar, la muestra A presenta el doble de azúcar disuelta, debido a que se requiere mayor sustrato a causa de que el proceso fermentativo es más lento. Por su parte, los procesos de elaboración de las bebidas gasificadas por fermentación se realizan bajo la metodología utilizada en la industria enológica para la elaboración de vinos espumosos, teniendo similitudes con los métodos de carbonatación ancestral y el Champenoise. Si bien ambos procesos parten de un tipo Champenoise, debido a que el líquido pasa por doble fermentación (siendo la primera la obtención de la madre de jengibre y la segunda la fermentación en botella), se distinguen porque la muestra A procede con una fermentación en botella a través de los azúcares fermentables, tal y como ocurre con el proceso ancestral de gasificación, mientras que la muestra B, tal como el Champenoise, entra en botella y realiza su segunda fermentación con la adición de levaduras.

El proceso de elaboración de ambos productos conlleva la infusión del jengibre fresco en el agua, donde también se disuelve el azúcar. Una vez que la mezcla ha alcanzado el punto de ebullición y los aromas y sabores del jengibre se han impregnado en el líquido, y el azúcar se ha disuelto a la perfección, se procede a retirar del fuego y colar, realizando un filtro con colador fino y manta de cielo para asegurar que el líquido infusionado no tenga impurezas. Se deja reposar la mezcla a temperatura ambiente hasta enfriar. A partir de este punto se aprecian las diferencias entre las muestras, siendo que la muestra A se limita a mezclar la infusión con la madre de jengibre y se embotella directamente, utilizando botellas de vidrio grueso (para evitar que la presión interna generada por la fermentación por el desprendimiento de dióxido de carbono) ya sea de taparrosca o de corcholata, procediendo a cerrar y manteniendo en fermentación por 7 días. Este proceso puede observarse en la figura 3.



Figura 3. Elaboración de bebida fermentada de jengibre sin adición de levadura (Autoría propia, 2023).

Por su parte, la muestra B conlleva el proceso base de infusión del jengibre fresco y disolución del azúcar en agua, al cual se incorpora la madre de jengibre. Sin embargo, tal como ocurre con el vino espumoso elaborado a través del proceso de Champenoise desarrollado por Dom Perignon, se comienza con la diferenciación del método de elaboración, puesto que, tras la infusión, clarificación por filtración y enfriamiento de la mezcla, se incorpora la madre de jengibre y se mezcla bien. La preparación obtenida se vierte en botellas, mismas que deberán ser de vidrio oscuro y grueso, siendo la primera característica necesaria para evitar alteraciones en el mosto causadas por la iluminación (siendo que puede modificar las características del líquido); la segunda característica, del grosor del vidrio del envase, igual que en el caso de la muestra A, se debe a la necesidad de resistencia para que el envase soporte la presión que generará al interior, siendo que la carbonatación será más intensa, debido a la adición de levaduras.

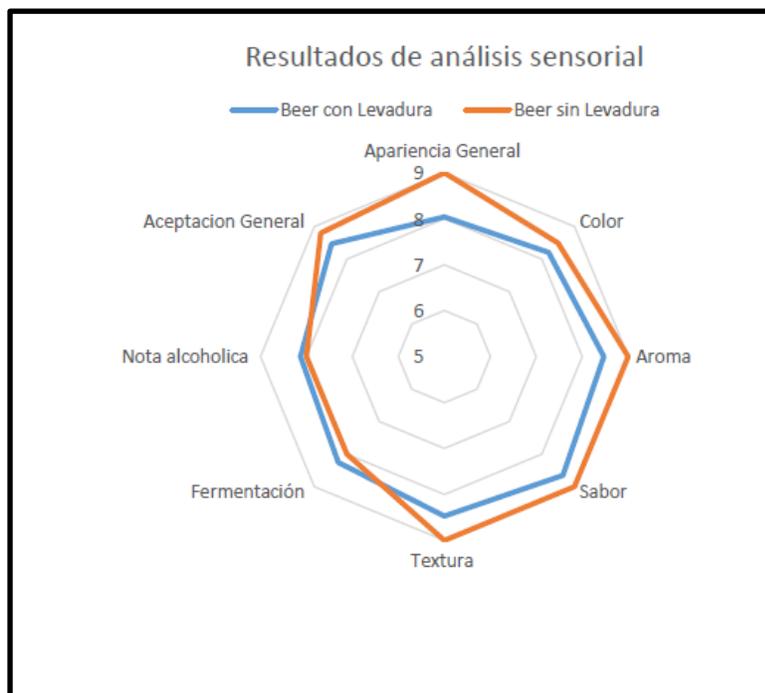
Una vez embotellada la mezcla (llenando cada botella a un máximo de $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad), se realiza el inóculo, mezclando 20ml de agua con 4gr de azúcar y disolviéndolo a calor. Una vez bien disuelto el azúcar en el líquido, estabilizar a 35°C y disolver la levadura. Dejar que fermente de base y repartir el inóculo en las botellas. Tapar las botellas para asegurar la captación del gas carbónico. Dejar fermentar a temperatura ambiente por 5 días, resguardando en un ambiente fresco y oscuro. El proceso completo de puede observar gráficamente en la figura 4.



Una vez que ha pasado el tiempo de fermentación, la bebida se encuentra gasificada naturalmente, presentando los sabores característicos del jengibre, derivados tanto del fermento base (Ginger bug) como del proceso de infusión del rizoma en el agua. Con los productos terminados, se procedió a realizar el análisis sensorial de las bebidas carbonatadas, proceso realizado con doble finalidad: en primer lugar, la evaluación permite identificar el perfil sensorial completo del producto, al tiempo que permite identificar la aceptación de este en el mercado. Para realizar la evaluación, se utilizó un instrumento con 8 ítems, que abordan características de aroma, color, sabor, textura, apariencia general, fermentación, percepción alcohólica y aceptación general.

Conclusiones

Se utilizó la evaluación sensorial de las muestras realizadas bajo las dos metodologías, realizando una degustación con un mercado versado en el ámbito gastronómico, abarcando la comunidad universitaria del área de gastronomía de la Universidad Tecnológica de Xicotepéc de Juárez. Los resultados obtenidos a través del instrumento de evaluación pueden observarse en la figura 5.



Como puede observarse en la gráfica de la figura 5, se tuvieron diferencias notables entre las características evaluadas para las muestras A y B, observando que, en cuanto a los rubros de aceptación general, apariencia general, color, aroma, sabor y textura, se tiene un puntaje más elevado en la preparación a la que no se le incorporó levadura de refuerzo, siendo una fermentación natural desarrollada meramente por los microorganismos de la masa de arranque del Ginger bug. Se nota también que, si bien tuvo mejores resultados en cuanto a aceptación y características organolépticas, su puntaje fue menor en comparación con la preparación con levadura añadida en los apartados de nota alcohólica y fermentación. Esto se explica por la carencia de levadura que impregne la mezcla de aromas y sabores secundarios (definidos estos por Viveros Barber (s.f.) como aquellos que *se originan en el*

proceso de fermentación). Así mismo, la baja persistencia alcohólica del fermento se explica debido a la insuficiencia de la flora bacteriana nativa que desarrolla el proceso fermentativo para producir alcohol. Esto, sin embargo, no impacta en la aceptación general del producto, siendo que, en la escala manejada, teniendo un puntaje máximo posible de 9 puntos, la bebida sin levadura añadida obtuvo una puntuación de 8.8/9, es decir, una aceptación del 97.7%, mientras que la bebida fermentada con levadura extra obtuvo 8.4/9, correspondiente al 93.3%.

Se identifica finalmente que la bebida fermentada a través de la madre de jengibre, sin refuerzo de levadura añadida, presenta mejores características organolépticas, teniendo la preferencia de los evaluadores, y siendo mejor aceptado de forma general. Si bien los resultados del fermento con levadura añadidas no son malos siendo que superan el 90%, se concluye que la versión idónea para producción y venta como bebida refrescante o diluyente en coctelería es el preparado sin levadura, debido a que la intensidad de sus elementos sensoriales, que mantienen el jengibre como elemento destacado. Así mismo, también la imagen final del líquido reafirma la preferencia por el fermento sin levaduras añadidas, debido a que el producto resultante se presenta más cristalino, sin sólidos disueltos ni impurezas derivadas de la precipitación de sólidos, haciéndole ver más límpido y apetecible, permitiendo así mismo su uso como sustituto del Ginger Ale industrializado en mezclas de bebidas.

Referencias

Cabrera, Y. (2020). *#HechoEnPuebla: nuestro estado produce el 70% del jengibre nacional*. Periódico Central. <https://www.periodicocentral.mx/2020/rayas/hecho-en-puebla/item/15134-hechoenpuebla-nuestro-estado-produce-el-70-del-jengibre-nacional>.

Lirola, A. (2022, 7 de septiembre). Cómo hacer madre de jengibre o Ginger bug. *CONASI*. <https://www.conasi.eu/blog/recetas/como-hacer-madre-jengibre-ginger-bug/>.

Martínez, M. (2022). *Seis bebidas fermentadas y sus beneficios, ¡inclúyelas en tu vida!* Culinaria Mexicana. <https://www.culinariamexicana.com.mx/6-bebidas-fermentadas-y-sus-beneficios/>.

Pujiati, Sulistyarsi, A. & Fajri, N. (2022). The Quality Test of Fermented Ginger Drink (Ginger Ale) Produced from Various Types of Indonesian Ginger. Atlantis Press. <https://www.atlantispress.com/proceedings/icetech-21/125968170>.

Reguera, M. (s.f.). *Jengibre*. The Gourmet Journal. <https://www.thegourmetjournal.com/a-fondo/jengibre/>.

Secretaría del Desarrollo Rural. (2020). *Secretaría del Desarrollo Rural Puebla* [Página de Facebook]. Facebook. Recuperado el 14 de Agosto de 2023, de <https://www.facebook.com/SDRGobPue/photos/a.118508392827536/293650545313319/?type=3>.

Viveros Barber. (s.f.). *Aromas del Vino. Clasificación de los aromas del vino*. VitiViniCultura.net. <https://www.vitivinicultura.net/aromas-del-vino.html>.

Yang, Z. (2019). *Se espera que la oferta de jengibre chino se mantenga estable en agosto*. Fresh Plaza. <https://www.freshplaza.es/article/9132871/se-espera-que-la-oferta-de-jengibre-chino-se-mantenga-estable-en-agosto/>.

Elaboración de Infusiones en Frío a Base de Jengibre, Cultivado en la Región de Xicotepec de Juárez, Puebla

María José González de los Montero Sierra M.E¹, M.A. Luz Edith González de los Montero Vargas², M.E. Francisco Javier Vergara Herrera³, Dr. Salvador Omar Espino Manzano⁴, Jaime Lugo García⁵

Resumen— El jengibre es una especie asiática, el registro se hizo hace 5000 años por el emperador chino Shannon El jengibre es color café claro con tonos amarillos pajizos, su aroma y sabor es fresco con notas cítricas y de picor, se cultiva en el municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla. En el proyecto se utilizó el jengibre para realizar infusiones en frío y aromatizar o realzar los sabores del coctel Gin-tonic, se realizaron 4 pruebas: A: jengibre, cascara de naranja, buganvilia, B: jengibre, moras, canela, betabel, C: jengibre, romero, hinojo, D: jengibre, menta, anís estrella; las pruebas fueron evaluadas por 3 especialistas y se eligieron solo 2 para la evaluación sensorial para el público en general que fueron B y D, de las dos muestras se quedó solo una, cual fue la que contenía jengibre, menta y anís estrella, esta fue la de mayor aceptación ante los consumidores.

Palabras clave— Jengibre, Xicotepec de Juárez, Puebla., infusiones, coctel.

Introducción

El Jengibre es una especie asiática, su origen exacto no se conoce debido a su introducción a todas las regiones tropicales del planeta desde tiempos remotos. Es uno de los ingredientes más importantes en la comida china e hindú. El jengibre suele utilizarse en polvo, empleado en la preparación de alimentos o bebidas y además es de uso medicina.

El jengibre es muy usado en la actualidad, no solo como condimento de diferentes platos sino también como parte de diferentes suplementos comerciales que poseen grandes beneficio

Posee un característico aroma perfumado y refrescante con un toque de limón. Su sabor es especiado, picante y penetrante (Salgado,2011).



Figura.2 tea-tonic

El gin-tonic es un cóctel sencillo compuesto a base de ginebra, agua tónica, hielo y un producto cítrico. Es una bebida amarga y fuerte que surgió en el Raj británico del siglo XIX. Surgió como algo terapéutico y termino siendo un coctel muy reconocido en todo el mundo (ESAH, 2022)

Este coctel tiene algunas variantes, como es el tea-tonic (fig. 2), el cual consiste en servir la ginebra en una copa bola y ahí agregar una infusión para poder aromatizar la bebida, se introduce unos minutos, después de que ya allá tomado el color y el aroma se retira y se coloca el hielo y el agua tónica (Gonzalo, 2017).

Metodología

Tipo de investigación

La metodología utilizada en este proyecto fue de tipo documental, de campo, experimental y sensorial. Documental al realizarse una de revisión de documentos para obtener fundamentos verídicos del tema que se está tratando. De campo al momento de ir a la finca en la café en donde también se cosecha el jengibre en Xicotepec de Juárez y obtener parte de la materia prima utilizada para este proyecto. Experimental donde con ayuda del asesor se



Figura.1 Planta de jengibre.

¹ M.E. María José González de los Montero Sierra es Profesora de Tiempo Completo en la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez y miembro titular del CA Patrimonio, Desarrollo y Turismo Alternativo. mariajose.gonzalez@utxicotepec.edu.mx

² M.A. Luz Edith González de los Montero Vargas es Profesora de Tiempo Completo en la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez y miembro titular del CA Patrimonio, Desarrollo y Turismo Alternativo. luz.edith@utxicotepec.edu.mx. (Autor corresponsal)

³ M.E. Francisco Vergara Herrera es Profesor de Tiempo Completo en la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez y líder del CA Patrimonio, Desarrollo y Turismo Alternativo. francisco.vergara@utxicotepec.edu.mx.

⁴ Dr. Salvador Omar Espino Manzano Herrera es Profesor de Tiempo Completo en la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez y miembro titular del CA Patrimonio, Desarrollo y Turismo Alternativo. salvador.espino@utxicotepec.edu.mx.

⁵ Jaime Lugo García es alumn del PE de TSU en Gastronomía que está realizando su proyecto de estadía 210153@utxicotepec.edu.mx

formuló y realizó el producto correspondiente al objetivo de la investigación (Infusiones en frío), finalmente se realizó una evaluación sensorial realizada a los alumnos de la carrera de gastronomía. En la figura 3 se muestra el diagrama metodológico llevado a cabo a lo largo del proyecto.



El objeto de estudio fue recolectado en el municipio de Xicotepec de Juárez Puebla, específicamente en la colonia llamada santa cruz chica ya que en esta colonia se encuentra una finca en la cual se cultiva el jengibre, el cual por las propiedades de la tierra crece de una forma normal (grande y grueso) el jengibre en la zona, su valor aproximado es de \$20 pesos la sardina, el cual equivale aproximadamente a 250 g.



Figura. 4 Planta de jengibre

Proceso de elaboración del de las infusiones en frío.

Para la elaboración de las infusiones se tuvo que seguir una metodología, ya que para poder deshidratar la materia prima es un poco más diferente en algunos, ya que contienen más agua o más azúcar, así que se debe de seguir las siguientes metodologías, así mismo para la creación de los empaques que contendrán la materia prima deshidratada se tuvo que pesar cada uno de ellos para que fuera equilibrado el sabor y el olor (tabla 1).

Tabla 1. Gramaje de las 4 pruebas que se elaboraron

PruebaA	Peso	PruebaB	Peso	PruebaC	Peso	PruebaD	Peso
Jengibre	0.850 g	Jengibre	0.850 g	Jengibre	0.850 g	Jengibre	0.850 g
Moras	1.200 g	Anís Estrella	0.750 g	Romero	0.500 g	Naranja	0.600 g
Canela	0.560 g	Menta	0.400 g	Hinojo	0.140 g	Buganvilia	0.100 g
Betabel	0.180 g						

Evaluación sensorial

La evaluación fue aplicada a 60 alumnos de diferentes carreras dentro de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, con el fin de evaluar las características sensoriales aplicadas a las distintas muestras elaboradas durante la fase experimental y así obtener resultados de la muestra que tuvo mayor aceptación, los parámetros que se evaluaron

fueron; apariencia general en donde se evaluó ¿Cómo se ve el producto? Color llamativo y buena apariencia, sabor en el cual se evalúa ¿Se aprecia el sabor característico del producto? Se aprecian notas frutales, picor, amargor y frescura, aroma en el cual se evalúa Se identifican notas aromáticas del producto (notas frutales y frescura),

Evaluación sensorial de COCTEL

Nombre del evaluador: _____

Instrucciones: Lea las características a evaluar y conforme deguste el producto, encierre el número que corresponda. La escala a utilizar es de 9 puntos donde: 1 es me disgusta mucho, 3 me disgusta, 5 ni me gusta ni me disgusta, 7 me gusta, 9 me gusta mucho.

***Evaluar el grado de satisfacción de cada producto. NO COMPARARLOS ENTRE ELLOS.**

Parámetros a evaluar:

1.- Apariencia general: Producto A
Producto B

Se evalúa: ¿Cómo se ve el producto? Color llamativo y buena apariencia.

3.- Sabor: Producto A
Producto B

Se evalúa: ¿Se aprecia el sabor característico del producto? Se aprecian notas frutales, de picor, amargos y frescas.

4.- Aroma: Producto A
Producto B

Se evalúa: Se identifican notas aromáticas del producto (notas frutales y frescura).

5.- Retregusto: Producto A
Producto B

Se evalúa: Se mantiene por un tiempo prolongado la intensidad del sabor inicial.

6.- Aceptación general: Producto A
Producto B

Se evalúan de manera general todos los parámetros en conjunto.

7.- De las muestras A y B ¿Cuál prefiere? Encierre su respuesta. **A B**

De acuerdo a la muestra elegida, responda las siguientes preguntas

8.- ¿Por qué te gustó el producto?

9.- ¿A qué te recuerda cuándo consumes este producto?

10.- ¿Qué mejoras del producto?

Figura. 5 Formato de evaluación sensorial

retregusto en el cual se evaluó se mantiene por un tiempo prolongado la intensidad del sabor inicial y por ultimo aceptación general en la cual se evalúan de manera general todos los parámetros en conjunto y la armonía. El método de evaluación fue una escala hedónica de nueve puntos los cuales son: 1 es me disgusta mucho, 3 me disgusta, 5 ni me gusta ni me disgusta, 7 me gusta y 9 me gusta mucho

Investigación descriptiva

En la fig. 6 se muestra el montaje de la bebida o coctel llamado Gin-tonic la cual esta complementado con jengibre, anís estrella y menta. Esta bebida comúnmente está conformada por agua tónica, ginebra, hielos, lima y romero, las cuales en esta ocasión se sustituyeron por los ingredientes ya mencionados. Estos ingredientes nos aportan distintos puntos, desde el aroma, color y hasta el sabor. En aroma los que más se percibe es el anís y el jengibre, los cuales logran una frescura en la bebida, en el color la menta aporta un color verde cristalino y en el sabor lo que se logra apreciar de igual forma es el anís estrella y el jengibre ya que la característica de estos, es que su sabor es muy penetrante y logra una frescura al beber el coctel



Figura.6 Gin- tonic con jengibre, menta y anís

Prueba de satisfacción

En la Fig. 7 se muestran los resultados de la evaluación sensorial aplicada a las muestras de tisanas elaboradas con jengibre, mora, canela, betabel y tisana elaborada con jengibre, anís estrella y menta.

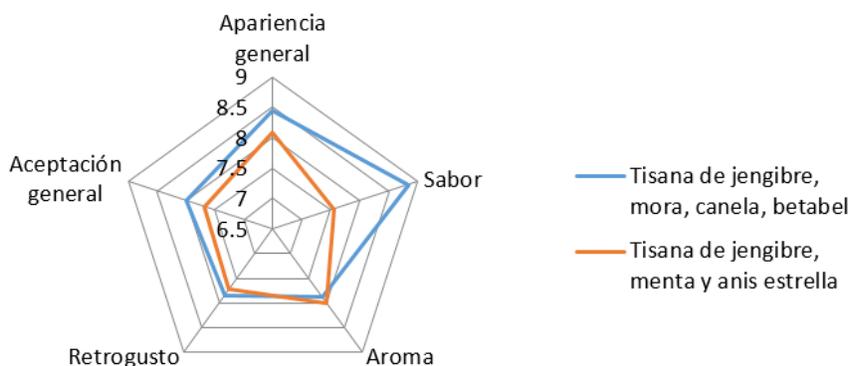


Figura.7 Análisis de resultado de la evaluación sensorial.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación sensorial en el parámetro de apariencia general a simple vista se logra apreciar que la no hubo mucha diferencia. En el parámetro de sabor se muestra que la tisana de jengibre, menta y anís estrella tuvo mayor aceptación debido a que su sabor fue más fresco, ya que los ingredientes utilizados son frescos y el sabor del coctel es fuerte y tuvo un balance adecuado. En el parámetro de aroma no se encuentra mucha diferencia, pero el que obtuvo mayor aceptación fue la de jengibre, mora, canela y betabel, ya que los aromas que desprendían eran más dulces y llamativos. En el parámetro de retrogusto fue muy similar con la diferencia de que los sabores de la prueba “A” se quedaba en boca menos tiempo que la prueba “B”. En el parámetro de aceptación general se logra apreciar que tuvo mayor aceptación ya que para los evaluadores cumplió con la mayoría de las características sensoriales deseadas.

Prueba de preferencia

En la Fig.8 se muestran los resultados de la prueba de preferencia aplicada a las muestras de tisanas elaboradas con jengibre, mora, canela, betabel y tisana elaborada con jengibre, anís

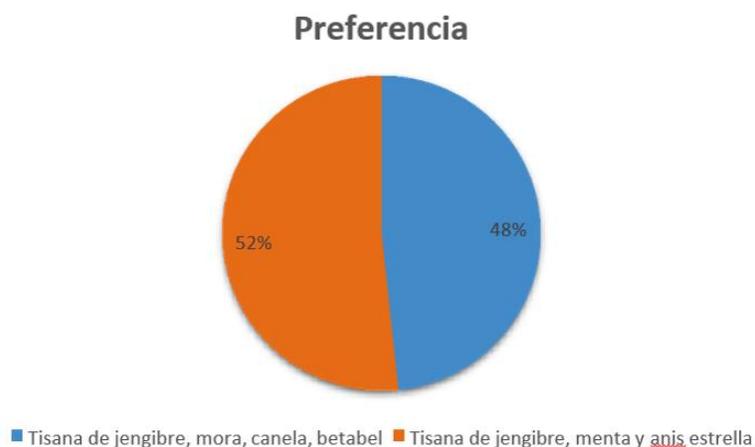


Figura. 8 Resultados de la prueba de preferencia

Análisis cualitativo

Respecto a este estudio se analizaron las respuestas a las preguntas de investigación cualitativa y además del producto que mayor aceptación tuvo en la prueba de preferencia. En este caso, el estudio cualitativo tomo fundamento en las siguientes preguntas: ¿Por qué te gusto el producto?, ¿A qué te recuerda este producto? Y ¿Qué mejorarías del producto?, Con base a los resultados de los análisis anteriores se tomó a la bebida preparada con levadura la seleccionada.

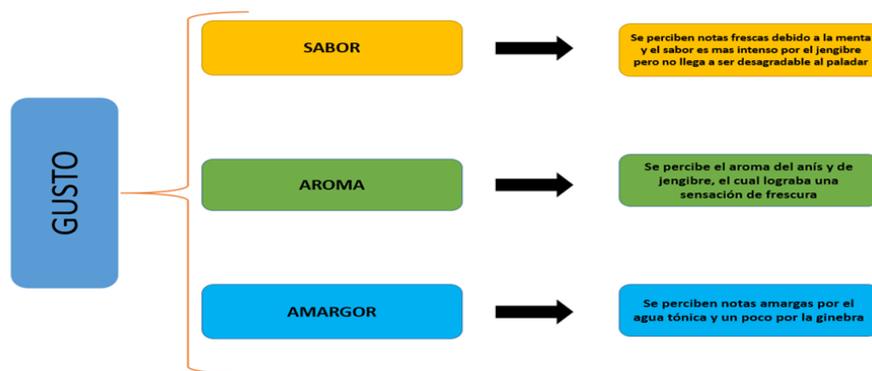


Figura. 9 Análisis de resultado de la pregunta ¿Por qué te gusto el producto?

En la Fig. 9 se muestran los resultados para la pregunta ¿Por qué te gusto el producto? Se observa que las ideas fuerza respecto a la palabra clave “Gusto” son: sabor, aroma y amargor. En esta parte los consumidores argumentaron que respecto al sabor se percibían notas frescas propias de la menta y el jengibre, aunque su aroma era muy tenue lograba que la bebida fuera refrescante, el amargor es propio del coctel, sin embargo, los elementos que componen la tisana causan un realce en los sabores del coctel.

En la Fig. 10 se muestran los resultados de la pregunta ¿A qué te recuerda este producto? Se observa que las ideas fuerza respecto a la palabra clave “Recuerdos” son: cítricos, medicamentos y salida con amigos. En esta parte los consumidores argumentaron que este coctel les recuerda a los cítricos como son limón, lima y toronja, ya que el jengibre y el agua tónica logran ese efecto, también al ser un trago con características de amargor le recuerdan a algún medicamento o a salida con amigo, ya que por la ginebra contiene notas alcohólicas y pues causan ese recuerdo de estar bebiendo con amigos.



Fig. 10 Análisis de resultado de la pregunta ¿A qué te recuerda este producto?

En la Fig. 11 se muestran los resultados de la pregunta ¿Qué mejorarías del producto? Se observa que las ideas fuerza respecto a la palabra clave “mejoras” son: Aroma, presentación y color. En esta parte el consumidor argentino respecto con el aroma, no es algo que les desagrada solo que debería ser un poco más intenso, ya que con trabajos se podía apreciar, en la presentación solo es cuestión de las impurezas en el coctel, ya que al agregar las infusiones se agregan trozos muy pequeños de los ingredientes y se ve sucio, pero es cuestión de cómo lo desees agregar a la bebida, si con la bolsita o solo los ingredientes deshidratados y por último en el color, en este punto se tendría que incrementar el color ya que era muy cristalino y no llamaba mucho la atención del consumidor.

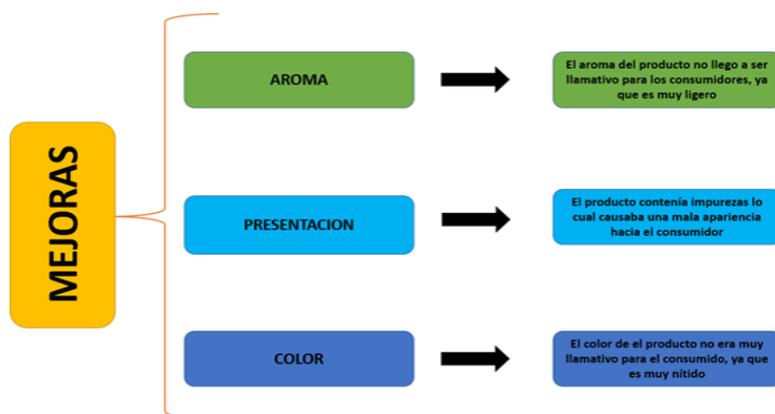


Figura 11. Análisis de resultado de la pregunta ¿A qué te recuerda este producto?

Conclusiones

Se comprobó que el jengibre cultivado en Xicotepec de Juárez, Puebla es apto para la aromatización y el realce de los sabores en el coctel Gin-tonic, además se encontró que el jengibre, anís estrella y menta son una buena combinación para el realce de los sabores de la ginebra y del coctel en general, en otro aspecto, la flore de buganvilla y la mora en teoría tenía que aportar color a la bebida, pero no lo hicieron, ya que al estar deshidratadas es más difícil que suelten su color, se pueden utilizar diversas materias primas para realzar los sabores del coctel y cada uno de ellos nos dará un sabor diferente y ahí ya dependería del gusto de cada persona.

Referencias

Salgado, F. (2011). El jengibre (*Zingiber officinale*). Revista internacional de acupuntura, 5(4), 167-173.
 Espino, M. (2021). Manual de operación de bar, 109.
 Ochoa, A. d. (2010). deshidratación y secado de frutas, hortalizas y hongos.
 Castillo Pereira, M. M. (2022). Diseño y dimensionamiento de una destilería para la elaboración de gin (40% vol) con capacidad de 30.000 L/año en Vilanova de Arousa (Pontevedra)

Efecto de *Pseudomonas putida* en la Germinación de Semillas de Tres Ecotipos de Uchuva (*Physalis peruviana* L.)

MC. Isaac Guajardo Paz¹, Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal²,

Resumen—Las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal son agentes bioestimulantes que pueden proteger la semilla y promover su germinación. La uchuva (*Physalis peruviana* L.), un cultivo alternativo para la economía de muchos países, se propaga principalmente por semilla, y garantizar su germinación es necesario para lograr la producción y calidad esperada, por tanto, este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de *Pseudomonas putida* en la germinación de semilla de tres ecotipos de uchuva. El estudio se realizó en Saltillo, México, con semillas de los ecotipos Chiclayo, Modificada y Sacha; estas se embebieron con agua destilada más *P. putida*, y un tratamiento testigo, se germinaron en cajas Petri con papel filtro dentro una incubadora. En todos los ecotipos *P. putida* incrementó de 9 a 20% el porcentaje de germinación, sin modificar la longitud de radícula, respecto al testigo. Por ende *P. putida* representa una opción ecológica para mejorar la germinación.

Palabras clave—rizobacterias, germinación, uchuva, ecotipos.

Introducción

El uso de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal o PGPR (por sus siglas en inglés) son una estrategia para realizar una transición entre la agricultura netamente productiva, a una productiva y sustentable al mismo tiempo (Katsenios *et al.*, 2021). Entre las numerosas especies de PGPR, destaca *Pseudomonas putida*, porque puede adaptarse a condiciones de estrés, produce fitohormonas, y solubiliza nutrientes para las plantas, además puede proteger la semilla y promover su germinación al ser un agente bioestimulante (Cardarelli *et al.*, 2022). La técnica de bio-priming consiste en incorporar, recubrir, o hidratar la semilla con microorganismos, lo cual mejora el funcionamiento fisiológico de la misma y su resistencia al estrés (Rivera-Conde *et al.*, 2018); esto con un enfoque ecológico, pues se sustituye el uso de agroquímicos que tienen la misma función estimulante o de protección contra enfermedades (Chakraborti *et al.*, 2022).

La uchuva (*Physalis peruviana* L.), es un cultivo alternativo para la economía de México y muchos países por el alto valor que tiene en los mercados de exportación, su alto contenido en nutrientes, además de poder adaptarse a suelos poco fértiles y diversas condiciones climáticas (Fischer *et al.*, 2014). Se propaga principalmente por semilla, por ello garantizar su germinación es fundamental para lograr la producción y la calidad esperada; además, existe poca información sobre los factores que pueden afectar dicha germinación en la especie (Campos de Melo *et al.*, 2015; Miranda *et al.*, 2010).

Por lo que esta investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de *Pseudomonas putida* en la germinación de semilla de tres ecotipos de uchuva.

Metodología

Lugar del experimento

El trabajo se realizó dentro de las instalaciones del Depto. de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila, México en mayo de 2023.

Material vegetal

Semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L.) de los ecotipos Chiclayo (Ch), Modificada (M) y Sacha (S) provenientes de frutos cosechados en 2020 con un porcentaje de germinación esperado del 80%.

Procedimiento

Las semillas se tuvieron en imbibición por 24 horas con agua destilada (AD) más *P. putida* (PP) a una concentración de 2×10^9 , 4×10^9 y 6×10^9 UFC/mL, más un testigo de AD (Figura 1). Pasado este tiempo, 25 semillas embebidas se colocaron en cajas Petri plásticas de 90x15 mm con papel filtro estéril Wathmann No. 1 como sustrato, que se mantuvo húmedo agregando AD cuando era necesario, esto dentro de una incubadora marca Yamato a temperatura constante de 27°C.

¹ El MC. Isaac Guajardo Paz es estudiante del Doctorado en Ciencias en Agricultura Protegida en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. isaac.cobac.1f@hotmail.com

² La Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal es Profesora Investigadora del Depto. de Horticultura en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. rosalinda.mendoza@uaaan.edu.mx (autor corresponsal)

Variables evaluadas

1. Porcentaje de germinación (PG): para medir el PG se tomaron en cuenta únicamente plántulas normales, es decir, plántulas con raíz y tallo, estructuras que al menos doblaran la longitud de la semilla, descartando las anormales y las semillas sin germinar, esto a los 7 y 14 días después de la siembra en cajas Petri (DDS); se calculó con la fórmula siguiente: $PG = \frac{(\text{núm. semillas germinadas (NSG) a los 7 días} + \text{NSG a los 14 días})}{\text{núm. total de semillas}} \times 100$

2. Índice de velocidad de emergencia (IVE): Para calcular el IVE se realizó un conteo diario de las plántulas que iban emergiendo, considerando como semilla emergida la ruptura de la testa. Se utilizó la fórmula de Maguire (1962): $IVE = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{N_i}$

Donde: X_i = Número de plántulas emergidas por día; N_i = Número de días después de la siembra; n = número de conteo (1, 2..., n conteos).

3 y 4. Longitud de hipocótilo (LH) y longitud de radícula (LR): Para medir estas dos variables, solo se evaluaron plantas normales, a los 14 DDS, esto con ayuda de un vernier digital marca RexQualis, con una precisión de 0.01 mm.

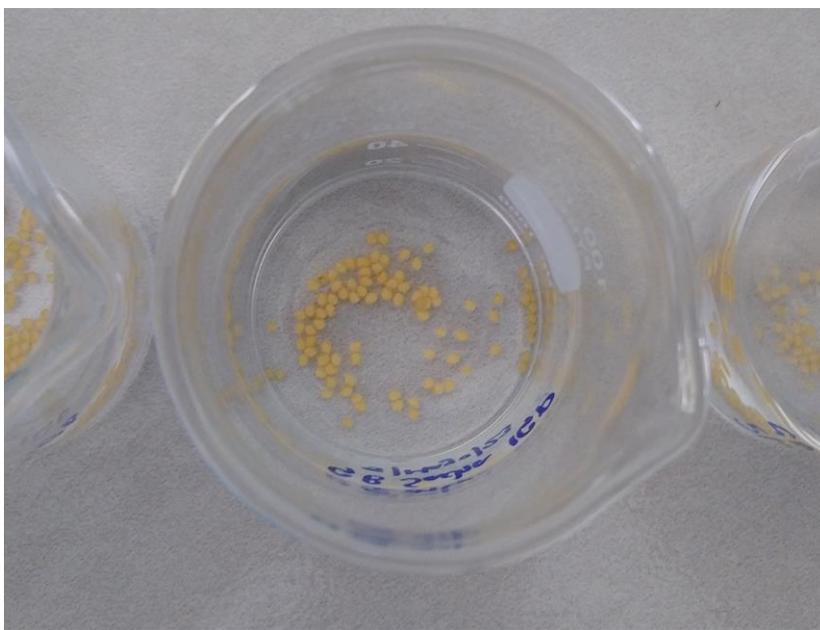


Figura 1. Semillas de uchuva en imbibición.

Diseño experimental y análisis de datos

En este experimento se tuvieron en cada ecotipo 4 tratamientos con 3 repeticiones, es decir, cada ecotipo fue evaluado individualmente. Se utilizó un diseño completamente al azar, y los datos obtenidos se analizaron con el programa estadístico Minitab 18, realizando un análisis de varianza, y prueba de Tukey al 95% de significancia.

Resultados y Discusión

En la variable de LH únicamente el tratamiento donde se agregaron 6×10^9 UFC/mL de PP a la semilla del ecotipo Sacha presentó diferencia, siendo 23.7% mayor con respecto al testigo de AD. Probablemente debido a la producción de hormonas por parte de *P. putida*, como las auxinas y giberelinas, pues estas fomentan la actividad enzimática y la semilla puede utilizar sus reservas, esto promueve la germinación y crecimiento de los nuevos brotes, incluido el hipocótilo (Sharma *et al.*, 2007; Gholami *et al.*, 2009).

En la variable de LR no se presentaron diferencias significativas, todos los valores fluctuaron entre los 10.86 y 13.79 mm. Flores-Zarate *et al.*, (2018), encontraron que semillas de frijol inoculadas con bacterias solubilizadoras de fosfato (BSF) desarrollaron plántulas con mayor LR; por su parte Sharma *et al.*, (2007), también mencionan que al inocular *Pseudomonas fluorescens* en semillas de garbanzo (*Cicer arietinum*) se incrementó la LR, por lo que los resultados obtenidos pueden deberse al comportamiento en crecimiento particular de la uchuva, pues Beltrán-Acosta

et al. (2023), no encontraron diferencias significativas en cuanto a longitud de la raíz en plántulas de uchuva a las que se les aplicó *Bacillus* y *Pseudomonas*.

En los 3 ecotipos evaluados, todos los tratamientos con PP aumentaron significativamente el PG con respecto al testigo de AD, aun y cuando la semilla tenía 3 años de antigüedad, superando el valor esperado de 80% de germinación. Kapilan y Thavaranjit, (2015) y Fiodor *et al.*, (2023) reportan resultados similares en diferentes semillas de especies hortícolas, donde el uso de *Pseudomonas*, *Serratia* y *Bacillus* promueven su germinación debido a su capacidad de solubilizar fosfato y producir auxinas. En el ecotipo Chiclayo aumentaron el PG entre 8.8 y 12.7%, en el ecotipo Modificada lo hicieron desde el 14.5 hasta el 20.9%, y en el ecotipo Sacha entre 13 y 18.9%. En el ecotipo Modificada es algo importante ya que el PG de la semilla en general es más bajo a comparación de los otros 2 ecotipos, así mismo, fue donde PP lo incrementó en mayor medida; esto porque puede ser genéticamente distinto, como en el estudio de Orozco-Balbuena *et al.* (2021), donde mostró un crecimiento y desarrollo vegetativo diferente a los demás ecotipos, semejándose más con el tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Otro punto interesante es en Sacha, pues se obtuvo un valor muy elevado de 98.7%, lo cual se atribuye a las características propias de dicho ecotipo, pues esta semilla tiene su origen en Ecuador, al igual que Modificada (Orozco-Balbuena *et al.*, 2021; Quiroga y Kirschbaum 2021).

Por otra parte, en la variable de IVE, solamente en semilla de Chiclayo se presentaron diferencias en los tratamientos con 2×10^9 y 4×10^9 UFC/mL, aumentando entre 25.2 y 27.4% los valores; este ecotipo se diferencia de los otros porque es originario de Perú, y bajo las condiciones del experimento, tuvo una respuesta más lenta en cuanto a la emergencia de la semilla respecto a sus equivalentes originarios de Ecuador; esto se puede deber a que el crecimiento y desarrollo de la planta de Chiclayo también ha mostrado ser, en términos fenológicos, ligeramente más largo comparado con los otros ecotipos (Orozco-Balbuena *et al.*, 2021). Cabe mencionar que, Moeinzadeh *et al.* (2010) hallaron resultados semejantes en semillas de girasol (*Helianthus annuus*), y Chitra y Jijeesh (2021) en semillas de sándalo (*Santalum album* L), donde se aumenta la emergencia y el vigor al usar *Pseudomonas fluorescens* como bio-priming. En el Cuadro 1 se resumen los resultados obtenidos.

Tratamiento	Long. de Hipocótilo (mm)	Long. de Radícula (mm)	Porcentaje de Germinación (%)	Índice de Velocidad de Emergencia
Chiclayo (Ch.) AD	19.25 ±2.55 a	12.66 ±2.23 a	82.67 ±2.31 b	16.96 ±2.51 b
Ch. AD +2 mL PP	20.39 ±0.47 a	11.99 ±1.49 a	90.67 ±2.31 a	22.68 ±1.08 a
Ch. AD +4 mL PP	22.00 ±1.04 a	13.35 ±0.53 a	94.67 ±2.31 a	23.35 ±0.11 a
Ch. AD +6 mL PP	19.66 ±0.27 a	11.46 ±0.81 a	92.00 ±4.00 a	20.21 ±1.35 ab
Modificada (M.) AD	18.97 ±1.45 a	13.79 ±1.47 a	70.67 ±4.62 b	23.21 ±1.73 a
M. AD +2 mL PP	17.35 ±0.38 a	12.88 ±0.37 a	82.67 ±4.62 a	26.50 ±1.07 a
M. AD +4 mL PP	16.59 ±1.86 a	13.67 ±0.98 a	85.33 ±2.31 a	25.02 ±2.73 a
M. AD +6 mL PP	19.13 ±1.47 a	14.39 ±1.85 a	89.33 ±2.31 a	26.47 ±1.00 a
Sacha (S.) AD	16.71 ±1.21 b	10.86 ±1.01 a	80.00 ±4.00 b	19.85 ±2.66 a
S. AD +2 mL PP	18.31 ±2.14 ab	11.46 ±1.07 a	94.67 ±4.62 a	22.75 ±2.56 a
S. AD +4 mL PP	20.46 ±1.57 ab	11.42 ±0.46 a	98.67 ±2.31 a	22.97 ±2.57 a
S. AD +6 mL PP	21.91 ±2.48 a	13.73 ±2.50 a	92.00 ±4.00 a	20.98 ±1.59 a

Cuadro 1. Comparación de medias y su desviación estándar del efecto de diferentes concentraciones de *P. putida* en la imbibición de semillas de uchuva. Valores con misma letra son estadísticamente iguales según prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). (AD= Agua destilada; PP= *P. putida*; 2 mL= 2×10^9 UFC/mL; 4 mL= 4×10^9 UFC/mL; 6 mL= 6×10^9 UFC/mL).

Conclusiones

La rizobacteria *Pseudomonas putida* tiene la capacidad de aumentar el porcentaje de germinación de las semillas de uchuva de los ecotipos Chiclayo, Modificada y Sacha; pero sin tener efecto en la longitud de radícula.

Aplicando la dosis intermedia de 4×10^9 UFC/mL al ecotipo Chiclayo, se incrementa su velocidad de emergencia, y si se trata de Sacha, la dosis de 6×10^9 UFC/mL, aumenta la longitud del hipocótilo.

Por consiguiente, dicha rizobacteria representa una opción ecológica para mejorar la germinación de uchuva al sustituir el uso de agroquímicos que tienen el mismo objetivo.

Recomendaciones

La investigación en el futuro puede enfocarse en el uso de un consorcio de rizobacterias PGPR, pues en conjunto, tienen un efecto benéfico mayor que de forma individual; así mismo estudiar qué efectos tiene esto en el futuro de las plántulas, es decir, si influye notoriamente en lo que se refiere al crecimiento y desarrollo del cultivo.

Referencias

- Beltrán-Acosta, C.R., Zapata-Narváez, Y.A., Millán-Montaño, D.A., & Díaz-García, A. "Effect of *Bacillus amyloliquefaciens* and *Pseudomonas migulae* on the growth of gooseberry (*Physalis peruviana* L.) seedlings". *Agronomía Mesoamericana*, Vol. 34, No. 1, 50669, 2023. <https://doi.org/10.15517/am.v34i1.50669>
- Campos de Melo, A.P., de Melo e Silva-Neto, C., Seleguini, A., & Marçal Fernandes, P. "Does fruit cooling and seed film coating affect the germination potential of physalis?" *Scientia Agropecuaria*, Vol. 6, No. 4, 325-328, 2015. Consultado el 25 de Agosto de 2023. Dirección de internet: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357643270009>
- Cardarelli, M., Woo, S.L., Roupael, Y., & Colla, G. "Seed Treatments with Microorganisms Can Have a Biostimulant Effect by Influencing Germination and Seedling Growth of Crops". *Plants* (Basel, Switzerland), Vol. 11, No. 3, 259, 2022. <https://doi.org/10.3390/plants11030259>
- Chakraborti, S., Bera, K., Sadhukhan, S., & Dutta, P. "Bio-priming of seeds: Plant stress management and its underlying cellular, biochemical and molecular mechanisms". *Plant Stress*, Vol. 3, No. 100052, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2021.100052>
- Chitra, P., & Jijeesh, C.M. "Biopriming of seeds with plant growth promoting bacteria *Pseudomonas fluorescens* for better germination and seedling vigour of the East Indian sandalwood". *New Forests*, Vol. 52, No. 5, 829-841, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11056-020-09823-0>
- Fiodor, A., Ajijah, N., Dziewit, L., & Pranaw, K. "Biopriming of seed with plant growth-promoting bacteria for improved germination and seedling growth". *Frontiers in Microbiology*, Vol. 14, No. 1142966, 2023. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1142966>
- Fischer, G., Almanza-Merchán, P.J., & Miranda, D. "Importancia y cultivo de la Uchuva (*Physalis peruviana* L.)". Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal SP. Vol. 36, No. 1, 01-15, 2014. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-441/13>
- Flores-Zárate, M., Bautista-Cruz, A., Aragón-Cuevas, F., & Martínez-Gallegos, V. "Coinóculos bacterianos solubilizadores de fosfato y su efecto en la germinación y desarrollo del frijol". *Interciencia*, Vol. 43, No. 2, 137-143, 2018. Consultado el 30 de Agosto de 2023. Dirección de internet: https://www.redalyc.org/journal/339/33956916013/html/#redalyc_33956916013
- Gholami, A., Shahsavani, S., & Nezarat, S. "The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize". *World Academy of Science, Engineering and Technology*, Vol. 49, No. 1, 19-24, 2009. Consultado el 29 de Agosto de 2023. Dirección de internet: https://www.researchgate.net/profile/Anoop-Srivastava/post/Does_organic_inorganic_fertilizers_and_biofertilizers_effect_antioxidant_enzyme_activity_of_seeds/attachment/59d645c579197b80779a0d91/AS%3A454649598746627%401485408319927/download/10.1.1.192.9348.pdf
- Kapilan, R., & Thavaranjit, A.C. "Promotion of vegetable seed germination by soil borne bacteria". *Archives of Applied Science Research*, Vol. 7, No. 8, 17-20, 2015. Consultado el 2 de Septiembre de 2023. Dirección de internet: <https://www.scholarsresearchlibrary.com/articles/promotion-of-vegetable-seed-germination-by-soil-borne-bacteria.pdf>
- Katsenios, N., Andreou, V., Sparangis, P., Djordjevic, N., Giannoglou, M., Chanioti, S., Stergiou, P., Xanthou, M.-Z., Kakabouki, I., Vlachakis, D., Djordjevic, S., Katsaros, G., & Efthimiadou, A. "Evaluation of plant growth promoting bacteria strains on growth, yield and quality of industrial tomato". *Microorganisms*, Vol. 9, No. 10, 2099, 2021. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9102099>
- Maguire, J.D. "Speed of germination-aid in selection and evaluation for Seedling Emergences and Vigor". *Crop Science* Vol. 2, No. 2, 176-177, 1962. <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- Miranda, D., Ulrichs, C., & Fischer, G. "Imbibition and percentage of germination of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) seeds under NaCl stress". *Agronomía Colombiana*, Vol. 28, No. 1, 29-35, 2010. Consultado el 26 de Agosto de 2023. Dirección de internet: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180315651003>
- Moeinzadeh, A., Sharif-Zadeh, F., Ahmadzadeh, M., & Tajabadi, F.H. "Biopriming of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed with *Pseudomonas fluorescens* for improvement of seed invigoration and seedling growth". *Australian Journal of Crop Science*, Vol. 4, No. 7, 564-570, 2010. Consultado el 5 de Septiembre de 2023. Dirección de internet: http://www.cropj.com/moeinzadeh_4_7_2010_564_570.pdf
- Orozco-Balbuena, D.I., Sandoval-Villa, M., Rodríguez-Mendoza, M. de las N., & Antúnez-Ocampo, O.M. "Phenology of Four Varieties of Gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in Greenhouses and Hydroponics for its Commercial Production in Mexico". *Agro Productividad*, Vol. 14, No. 3, 2021. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i3.1747>
- Quiroga, R.J. & Kirschbaum, D.S. "*Physalis* (uchuva): especies frutales nativas de las Yungas subandinas con alto potencial de cultivo en Argentina". *Horticultura Argentina*, Vol. 40, No. 102, 90-114, 2021. Consultado el 2 de Septiembre de 2023. Dirección de internet: <https://www.horticulturaar.com.ar/es/articulos/physalis-uchuva-especies-frutales-nativas-de-las-yungas-subandinas-con-alto-potencial-de-cultivo-en-argentina.html>

Rivera-Conde, M.I., Aranda-Ocampo, S., Carrillo-Castañeda, G., Gijón-Hernández, A.R., & Bueno-Aguilar, G.M. "Efecto de *Pseudomonas* fluorescentes en la germinación de semilla y vigor de plántulas de jitomate". *Revista Chapingo Serie Horticultura*, Vol. 24, No. 2, 121-132, 2018. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2017.06.023>

Sharma K., Dak G., Agrawal, A., Bhatnagar, M., Sharma, R. "Effect of phosphate solubilizing bacteria on the germination of *Cicer arietinum* seeds and seedling growth". *Journal of Herbal Medicine and Toxicology*, Vol. 1, No. 1, 61-63. 2007. Consultado el 30 de Agosto de 2023. Dirección de internet: https://www.researchgate.net/profile/Maheep-Bhatnagar/publication/265989170_Effect_of_phosphate_solubilizing_bacteria_on_the_germination_of_Cicer_arietinum_seeds_and_seedling_growth_J_Herb_Med_Toxicol_161-63/links/55101b670cf2752610a1e639/Effect-of-phosphate-solubilizing-bacteria-on-the-germination-of-Cicer-arietinum-seeds-and-seedling-growth-J-Herb-Med-Toxicol-161-63.pdf

Evaluación de la Capacidad Antioxidante de Compuestos Fenólicos de Pulpa de Café de las Variedades Oro Azteca y Typica Producidas en la Sierra Norte de Oaxaca

Hernández Ramírez E¹, Santiago Díaz L.I.²; Dr. Pedro Benito Bautista³, M.C. Nelly Arellanes Juárez⁴, M.C. José Navarro Antonio⁵

Resumen. En la producción y beneficio de café se originan una gran cantidad de residuos cuya disposición generalmente contamina el ambiente, para aprovechar parte de estos residuos, este trabajo cuantificó el contenido de fenoles y su capacidad antioxidante en pulpas de dos variedades de café; Oro azteca y Typica cosechados en la Sierra Norte de Oaxaca, encontrando un promedio de 840.7 ± 118.6 mg equivalentes de ácido gálico y una capacidad antioxidante de 533.3 ± 0.007 mg equivalentes de Trolox por 100 g de pulpa seca para la variedad Oro Azteca, mientras que para Typica se obtuvieron 1546.8 ± 233.0 mg equivalentes de ácido gálico y una capacidad antioxidante de 550.1 ± 0.025 mg equivalentes de Trolox por 100 g de pulpa seca. Los datos reportados en el trabajo son similares de otros autores corroborando que la pulpa de café es una fuente importante de estos compuestos bioactivos asociados a la salud del consumidor.

Palabras clave— Antioxidantes, fenoles, glucosa, pulpa, café

Introducción

El café es el extracto elaborado a partir de semillas tostadas y molidas de la planta de café y considerada como una de las tres bebidas más populares del mundo junto con el agua y el té. Desde el punto de vista económico, las dos especies más importantes de café son *Coffea arábica* L. (café arábico) y *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (café robusta) cuyas plantas presentan diferencias morfológicas notables y sus frutos contrastan en calidad de la bebida de café. Por su calidad en tasa, *Coffea arábica* L. es la de mayor producción en el mundo, se cultiva en toda Latinoamérica, África Central y Oriental, en la India y un poco en Indonesia (ICO, 2022), y de la cual se han desarrollado un gran número de variedades, como “Typica” y “Borbón”, ya que a partir de éstas se han desarrollado muchos cultivares diferentes, como son el Caturra (Brasil y Colombia), Mundo Novo (Brasil), Tico y San Ramón enano (Costa Rica) y Jamaican Blue Mountain (Jamaica), y Oro Azteca (México) entre otras.

Anatómicamente, cada fruto de café está compuesto por diferentes capas: la piel externa o exocarpio; la pulpa o mesocarpio; el mucílago, una capa viscosa debajo de la pulpa, el pergamino o endocarpio que envuelve a las dos semillas y el tegumento, una película plateada que recubre las semillas.

En el beneficio de la cereza de café, independientemente del método de beneficio (seco o húmedo), se generan diversos subproductos y desechos que se consideran residuos contaminantes. En el beneficio seco, los residuos están conformados por la cáscara, la pulpa, el pergamino y granos de café que no cumplen con los estándares de tamaño o maduración requeridos. En el beneficio húmedo, los desechos son; la pulpa, granos defectuosos, agua de lavado, mucílago y pergamino. En la etapa de tostado, se desecha la piel plateada y en la preparación de la bebida se forma la borra de café residuo que queda en los filtros (Urrego y Godoy, 2021). En general se considera que del fruto de café se aprovecha 9.5% del peso fresco para la preparación de la bebida.

La pulpa y los residuos del beneficio húmedo contienen fibras, pectinas, proteínas, azúcares y metabolitos secundarios que se pueden aprovechar para obtener diferentes productos como; alimentos para ganado, abonos orgánicos, productos fermentados y compuestos como; pectinas, polifenoles, taninos, lignanos y flavonoides de interés para la industria alimenticia y farmacéutica (Stalikas, 2007).

Los polifenoles son compuestos del metabolismo secundario de las plantas, dentro de las cuales realizan diferentes funciones, como: fuentes de pigmentación, pesticidas, antifúngicos, antibacterianos, y protectores de la radiación solar, y son considerados como el grupo más extenso de sustancias no energéticas presentes en los alimentos

¹ Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Francisco I. Madero, Instituto Tecnológico de Oaxaca, Oaxaca de Juárez, Oaxaca. C.P. 68033, eve.1906.hernandez@gmail.com

² Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Av. Universidad S/N. Ex-Hacienda 5 Señores, Universidad, Universitaria Uabjo, 68120 Oaxaca de Juárez. biolorenasandia@gmail.com

³ Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca (CIIDIR U. Oaxaca). Hornos 1003 Santa Cruz, Xoxocotlán, Oaxaca. C.P. 71230. pbenito@ipn.mx

⁴ Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca (CIIDIR U. Oaxaca). Hornos 1003 Santa Cruz, Xoxocotlán, Oaxaca. C.P. 71230. Autor para correspondencia: narellanes@ipn.mx

⁵ Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca (CIIDIR U. Oaxaca). Hornos 1003 Santa Cruz, Xoxocotlán, Oaxaca. C.P. 71230. jnavarroa@ipn.mx

de origen vegetal y reconocido que, una dieta tanto humana rica en polifenoles vegetales puede disminuir la incidencia de enfermedades ya que su capacidad antioxidante está implicada en el mecanismo de defensa del organismo frente a las patologías asociadas al ataque de los radicales libres (RL) y especies reactivas de oxígeno (ERO) que producen daño oxidativo en las estructuras celulares, siendo responsables de una gran variedad de enfermedades cardiovasculares y el cáncer epitelial (Aranda-Rivera et al., 2022).

Metodología

Frutos de café (cerezas) fueron cosechados y llevadas al laboratorio, donde se guardaron en un refrigerador a temperatura de 4-6°C por 12h, posteriormente se retiraron y se seleccionaron visualmente separándolos en tres grupos, maduros; aquellos que presentaban color cereza en toda la superficie; semimaduros, frutos con un porcentaje del 5.0-10.0% de color diferente al color final de la variedad y, frutos verdes, aquellos con tonalidades de color verde en más del 3.0% de su superficie). A estos tres grupos de frutos se midieron sus características físicas: color, peso, diámetro y forma de cada variedad.

Separación de sólidos insolubles en alcohol (SIA). A 100 g de la pulpa fresca se agregó 1.0 L de etanol al 80 % (v/v), y la mezcla se calentó con agitación constante durante 30 min, posteriormente se filtró a través de una malla de nylon de 10 µm, y se lavó tres veces con 100 mL de etanol al 95%, el filtrado (Figura 1) se mantuvo en refrigeración a 4°C para utilizarlo para medir los fenoles totales y actividad antioxidante (Reichembach, 2018).



Figura 1 Filtrado de pulpa de café

Fenoles totales. Para la determinación de fenoles totales se utilizó el método espectrofotométrico desarrollado por Folin-Ciocalteu y los resultados se expresaron en mg equivalente de ácido gálico por 100 g de pulpa seca (Singleton and Rossi, 1965). Se tomaron seis repeticiones de 500 µL del extracto y a cada una de ellas se añadieron 500 µL de la solución de Folin-Ciocalteu y se dejaron reposar durante cinco minutos, luego se adicionaron 500 µL de Na₂CO₃ al 20% y posteriormente 2.5 mL de agua bidestilada para alcanzar un volumen total de 4.0 mL, la mezcla se agitó vigorosamente, se cubrió de la luz y se le llevó a reposo por 30 minutos a temperatura ambiente, posteriormente cada una de las soluciones se colocaron en las celdas del espectrofotómetro y se leyeron las absorbancias a 760 nm. Las concentraciones de fenoles se calcularon utilizando la ecuación de regresión lineal de la curva de calibración. Los resultados se expresaron en mg equivalentes de ácido gálico por cada 100 g de pulpa seca.

Actividad antioxidante. Esta propiedad fue evaluada por el método, desarrollo por Brand William et al., (1995), utilizando el radical 1,1-defenil-2- picril-hidrazilo (DPPH). Igualmente se tomaron seis repeticiones de 1.9 mL de la solución 100 µM del radical DPPH disuelto en metanol al 80% se añadieron 100 µL de cada muestra, se mezclaron cuidadosamente y se mantuvieron en la oscuridad durante 30 minutos, luego se leyó la absorbancia de cada una a 517 nm. La concentración de DPPH se calcula a partir de la curva de calibración obtenida por regresión lineal y los resultados se expresaron como mg equivalentes de Trolox (TEAC) por 100 g de pulpa seca.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con cuatro repeticiones y a los resultados se les realizó un análisis de varianza y las medias se compararon con la prueba de Diferencia mínima significativa (DMS) de Fisher para determinar si existía o no diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos (p<0.05) usando el programa Statgraphics Centurion XVI.II (Statpoint Technologies, Inc.).

Resultados

Los resultados de fenoles obtenidas para la variedad Oro Azteca alcanzaron un promedio de 840.7 ± 118 mg equivalentes de ácido gálico por cada 100 g de pulpa seca, mientras que para la variedad Typica, el promedio de fenoles fue de 1546.8 ± 233 mg equivalentes de ácido gálico por cada 100 g de pulpa seca.

El análisis estadístico para el contenido de fenoles estableció diferencias significativas entre el contenido de fenoles entre las dos variedades usadas (Oro Azteca y Typica), que fueron corroboradas en la prueba de múltiple rango ($LSD \leq 0.05$).

Por su parte, los resultados de los valores de antioxidantes mostraron que la variedad Oro Azteca obtuvo un promedio de 533.3 ± 0.1 mg equivalentes de Trolox (TEAC) por 100 g de pulpa seca mg mientras que para la variedad Typica fueron de 550.1 ± 0.025 mg equivalentes de Trolox (TEAC) por 100 g de pulpa seca.

El análisis de varianza del contenido de antioxidantes determinó que existe diferencia significativa ($LSD \leq 0.05$) entre el contenido de antioxidantes entre las variedades analizadas, mientras que la prueba de rango múltiple apuntó que la variedad Typica tiene mayor contenido una cantidad (550.1 mg equivalentes de Trolox por 100 g de pulpa seca), en comparación con la variedad Oro Azteca que obtuvo una cantidad relativamente menor (533.3 mg equivalentes de Trolox por 100 g de pulpa seca).

Conclusiones

En Oaxaca existen un gran número de productores de café cuyo beneficio deja una alta cantidad de residuos que tienden a contaminar las fuentes de agua de las comunidades productoras por lo que es necesario fomentar estudios para valorar el uso de estos residuos y encontrar diferentes usos a estos residuos que permitan generar ingresos extra a familias productoras de café y evitar la contaminación ambiental por la disposición de los residuos del proceso de producción de este grano.

Entre los subproductos del beneficio del fruto de café, la mayor proporción la ocupa la pulpa, en la cual se encuentran diferentes compuestos de interés para la industria alimenticia, entre los cuales destacan los polifenoles que poseen distintas propiedades en el beneficio de la salud del ser humano por su alta capacidad antioxidante. El consumo de alimentos con altos niveles de fenoles ha demostrado que este tipo de compuestos tienen propiedades, anticancerígenas, cardioprotectores, como mejoradores de la función cognitiva o la regulación de los niveles de glucosa en sangre, entre otras. Los resultados obtenidos para las dos variedades evaluadas indican contenidos importantes de polifenoles con variaciones entre ellas, pero con alta capacidad antioxidante, lo cual coincide con estudios anteriores que han determinado que este tipo de compuestos se encuentran tanto en la pulpa como en otras partes de café (pergamino, café verde u oro) y principalmente en la bebida en tasa independientemente de la variedad, por lo que es importante su consumo.

La recuperación de estos compuestos es una opción para utilizar la pulpa como un subproducto del beneficio de café, principalmente de aquellas variedades con niveles altos de fenoles como el caso de la variedad Typica por tener mayor concentración de fenoles.

Referencias

- Aranda-Rivera, A. K., Cruz-Gregorio, A., Arancibia-Hernández, Y. L., Hernández-Cruz, E. Y., & Pedraza-Chaverri, J. (2022). RONS and Oxidative Stress: An Overview of Basic Concepts. *Oxygen*, 2(4), 437–478. <https://doi.org/10.3390/oxygen2040030>
- Brand-Williams, W; Cuvelier M. E. and Berset (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 28,25-30.
- Singleton, V.L. and Rossi, J.A. (1965) Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagent. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- ICO. (2022, marzo). Informe del mercado de café, agosto 2021. International Coffee Organization Disponible en: <https://www.ico.org/documents/cy2021-22/cmr-0322-c.pdf>
- Urrego Yepes, W., & Godoy Pernalet, M. J. (2021). Revisión-Aprovechamiento de los residuos de la agroindustria del café en la elaboración de materiales compuestos de matriz polimérica. *Prospectiva* (1692-8261), 19(2).
- Stalikas, C. D. (2007). Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *Journal of Separation Science*, 30(18), 3268–3295. <https://doi.org/10.1002/jssc.200700261>
- Reichembach, L. H. de Oliveira Petkowicz, C. L. (2020). Extraction and characterization of a pectin from coffee (*Coffea arabica* L.) Pulp with gelling properties. *Carbohydrate Polymers* 245 116473.

Estudio de la Calidad del Agua del Lago de Chapala en el Área de Influencia a la Desembocadura del Río Lerma en el Municipio de Jamay, Jalisco México

Dra. Araceli Ortega Martínez¹, Dra. Susan Smith Pinto²,
Dra. Liliana Sarai Muñoz Ramírez³, Dra. María Alicia Cervantes Ávalos⁴

Resumen— En este estudio se determinó la variación de la calidad del agua del lago de Chapala en el área de influencia a la desembocadura del río Lerma en Jamay. El muestreo se realizó en la temporada de estiaje. Se identificaron 247 macroinvertebrados que se agrupan en 10 órdenes y 12 familias. El ICA en todos los sitios fue de calidad regular y con el IBMWP, los sitios 1, 4 y 6 se clasificaron como agua de muy mala calidad; los sitios 2 y 3 de mala calidad y el sitio 5 se clasificó como agua extremadamente contaminada. Existe poca diversidad de familias de macroinvertebrados. Se determinó la relación de parámetros fisicoquímicos con la presencia de macroinvertebrados. En la fecha que se realizó el muestreo no hay una tendencia clara de deterioro de calidad de agua que pueda estar asociada al gradiente de distanciamiento de la desembocadura del río Lerma.

Palabras clave—Lago de Chapala, río Lerma, calidad del agua, macroinvertebrados, IBMWP.

Introducción

El lago de Chapala se encuentra ubicado entre los estados de Jalisco y Michoacán, su origen es tectónico y se formó por fallas, hundimientos, fracturas y movimientos de la corteza terrestre (Roldán, 2008). La importancia del lago radica principalmente en las funciones ecológicas que realiza como la regulación del clima, contiene una gran biodiversidad de especies, controla la erosión y retiene nutrientes (Jasso, 2010). El lago de Chapala ha tenido un impacto económico significativo en los municipios ribereños, como Jamay, ubicado en el estado de Jalisco. Algunas de las formas en las que la economía local se ha beneficiado de este recurso natural son: la pesca, agricultura y el turismo (González, 2016).

El río Lerma es uno de los más extensos e importantes de México, su cuenca tiene una extensión que abarca casi el 3% de todo el territorio mexicano (Sotelo *et al.*, 2005). Debido al crecimiento económico e industrial alrededor del río éste se ha convertido en el receptor final de aguas residuales de las cuales el 64% no recibe ningún tipo de tratamiento (Alcántara *et al.*, 2006). El río recorre aproximadamente 708 km hasta desembocar en el lago de Chapala (Rodríguez, 2000), por lo tanto, el lago es de los más afectados por la fuerte contaminación de las aguas provenientes principalmente del río Lerma (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA], 2009).

Realizar análisis periódicos de la calidad del agua en cuerpos de agua es esencial para comprender y abordar los impactos de las actividades antropogénicas y evaluar el estado ambiental de esos ecosistemas. (Rodríguez, 2000). La evaluación tradicional de la calidad del agua se ha basado en análisis fisicoquímicos y bacteriológicos. En los últimos años se han utilizado bioindicadores para este mismo fin.

Los macroinvertebrados están catalogados como los mejores bioindicadores de la calidad del agua, seguidos por las algas, protozoos, bacterias, peces, macrófitos, hongos y virus (Reyes, 2012). Uno de los índices más usados para determinar la calidad del agua por medio de los macroinvertebrados es el Índice Biological Monitoring Working Party (IBMWP) el cual se puede usar como complemento al Índice de Calidad del Agua (ICA), calculado con base a mediciones de parámetros fisicoquímicos. El monitoreo regular y diversificado de la calidad del agua, que incluye tanto análisis tradicionales como bioindicadores, es esencial para la gestión ambiental sostenible y la protección de la salud humana en relación con los cuerpos de agua.

Metodología

El presente estudio tiene un enfoque cuantitativo, un alcance descriptivo y correlacional y un diseño no experimental, transversal y descriptivo.

Área de estudio

¹ Dra. Araceli Ortega Martínez, es Profesora del Departamento de Negocios del Centro Universitario de la Ciénega, en la Universidad de Guadalajara, México. (autor correspondiente) araceli.ortega@academicos.udg.mx

² La Dra. Susan Smith Pinto es Educadora Ambiental del Parque Metropolitano de Santiago de Santiago de Chile. susansmithpinto@gmail.com

³ La Dra. Liliana Sarai Muñoz Ramírez es Profesora del Departamento de Ciencias Médicas y de la Vida del Centro Universitario de la Ciénega, en la Universidad de Guadalajara, México. sarai.munoz@academicos.udg.mx

⁴ La Dra. María Alicia Cervantes Ávalos es profesora del Departamento de Negocios del Centro Universitario de la Ciénega, en la Universidad de Guadalajara, México. maliciacer@gmail.com

El municipio de Jamay se localiza al sureste del estado de Jalisco en las coordenadas 20° 13' 20'' a 20° 24' 20'' de latitud norte y 102° 36' 15'' a 102° 43' 20'' de longitud oeste, a una altura de 1,521 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el municipio de Ocotlán, al sur con el estado de Michoacán, al este con La Barca y al oeste con Ocotlán y el lago de Chapala (Gobierno del estado de Jalisco, 2003). Esta investigación se llevó a cabo en la desembocadura del río Lerma con el lago de Chapala, teniendo como delimitación geográfica al municipio de Jamay. El sitio de estudio tiene una extensión lineal de aproximadamente 9,5 km, por lo que se establecieron seis sitios de muestreo cada 1,5 km.

Toma de muestras y procesamiento

Los muestreos fueron realizados en junio del 2021, en los cuales se recolectaron muestras de agua y sedimento.

Muestreo de sedimento: El sedimento se recolectó mediante una draga tipo ekman de 225 cm² de superficie de extracción y fue puesto en un tamiz de poro de 500µm, para posteriormente ser lavado con agua potable. Las muestras fueron almacenadas en bolsas plásticas, etiquetadas y fijadas con alcohol al 70% y se les añadió el colorante rosa de bengala, para su posterior identificación y clasificación taxonómica hasta nivel de familia. Las muestras ya preservadas en la solución de alcohol al 70 % con rosa de bengala se volvieron a lavar para eliminar el exceso de colorante. La identificación de los macroinvertebrados se llevó a cabo mediante un estereoscopio marca Carl Zeiss, modelo Stemi 305.

Para la identificación taxonómica fue necesario utilizar la guía de identificación de macroinvertebrados acuáticos de agua dulce de Water Research Center (STROUD, 2016), la guía de identificación de macroinvertebrados bentónicos de Pérez et al., (2016), la cartilla de identificación de macroinvertebrados acuáticos del Ministerio de Ambiente de Madrid (2017) y la guía de identificación de invertebrados acuáticos de Palma (2013).

Muestreo de agua: Para el muestreo de agua se siguió la metodología propuesta por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2011). Las muestras para el análisis fisicoquímico fueron debidamente etiquetadas y se colocaron en hieleras aislantes. Se procesaron el mismo día de la toma de muestras. Siguiendo la metodología propuesta por Hernández (2017), *in situ* se midió el pH, oxígeno disuelto, % de saturación de oxígeno y temperatura con el equipo LAQUAact PD110. Los sólidos disueltos totales y la conductividad eléctrica se midieron con el equipo HANNA HI98131.

Para la determinación de la turbidez se utilizó un espectrofotómetro de luz visible marca Thermo scientific, modelo Genesys 10S UV-Vis. La NMX- AA-038-SCFI-2001 recomienda leer las muestras en un intervalo de longitud de onda de 400 nm a 600 nm; como se observaba turbidez a simple vista las muestras se leyeron a una longitud de onda de 600 nm. La determinación de la DQO, NH₄, NO₃, Cl⁻, SO₄, N total y P total, se realizaron mediante un espectrofotómetro marca HACH, modelo DR 3900.

Análisis estadístico

Se realizaron los siguientes cálculos: 1) índice BMWP, que consiste en dar un valor de 1 a 10 a cada familia de macroinvertebrados basándose en su tolerancia a la contaminación. 2) Índice de diversidad de Shannon y Wiener. 3) Coeficiente de correlación de Pearson entre el índice BMWP y el índice de diversidad de Shannon y Wiener. 4) Índice de calidad del agua tomando en cuenta los resultados de las mediciones de los siguientes parámetros fisicoquímicos: OD, SST, DQO, CE, pH y NT/PT.

Se llevaron a cabo análisis multivariados como el análisis de componentes principales (PCA) y el método no paramétrico de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS por sus siglas en inglés) se utilizaron los programas estadísticos PAST 4.03, SPSS e InfoStat.

Resultados

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos en los diferentes sitios de muestreo se muestran en el cuadro 1. Cabe mencionar que el sitio 1 es el más cercano a la desembocadura del río Lerma y el sitio 6 es el más cercano a la cabecera municipal de Jamay. Todos los parámetros medidos se encuentran dentro de los límites máximo-permisibles de acuerdo con las normas mexicanas correspondientes.

Parámetro	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6
Coordenadas	20,20795,- 102,787159	20,20938,- 102,786397	20,2238,- 102,76499	20230426,- 102,755444	20,23978,- 102,747276	20,27290, -102,720536
Temperatura (°C)	20,5	21,5	23	23,5	24,6	25
Conductividad eléctrica(µs/cm)	1183	1148	1158	1156	1142	1157
pH	8,69	8,72	8,68	8,71	8,65	8,86
Sólidos totales disueltos (Mg/L)	593	626	589	611	585	639
Sólidos suspendidos totales (Mg/L)	126	112	117	148	99	167
Cloruros (Mg/L)	2	1,7	1,8	2,3	1,5	2,4
Fósforo total (Mg/L)	1,9	0,6	0,6	0,2	0,6	1,8
Nitrógeno total (Mg/L)	11,3	7,32	8,53	8,8	8,35	11,1
Nitrógeno amoniacal (Mg/L)	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Nitratos (Mg/L)	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5
Sulfatos (Mg/L)	157	154	154	152	151	134
Demanda química de oxígeno (Mg/L)	94	92	105	87	94	129
Oxígeno disuelto	5,2	5,11	3,76	4,8	4,42	5,37
% de saturación de Oxígeno	84,7	84,9	86,5	86	85,2	83,2
Turbidez	1,07	0,84	0,82	0,99	0,74	0,81

Cuadro 1. Parámetros fisicoquímicos del lago de Chapala en junio del 2021

De acuerdo con el valor de ICA resultante con la evaluación de seis parámetros fisicoquímicos, se obtiene que en todos los sitios de muestreo el agua arrojó un resultado de calidad regular. El valor más alto del ICA fue de 0,6569 el cual se registró en el sitio 2, el valor más pequeño fue de 0,5768 y corresponde al sitio 4. Se obtuvo una media de 0,6227 y una desviación estándar de 0,0308 (Cuadro 2).

Sitio de muestreo	Ponderación	Categoría
1	0,6092	Regular
2	0,6569	Regular
3	0,6468	Regular
4	0,5778	Regular
5	0,6431	Regular
6	0,6027	Regular

Cuadro 2. Resultados del ICA

En total se identificaron y clasificaron taxonómicamente hasta nivel de familia un total de 247 macroinvertebrados acuáticos los cuales se agrupan en 10 órdenes y 12 familias. El sitio de mayor frecuencia con un total de 91 organismos fue el 6 el cual es el más alejado de la desembocadura del río. Por otro lado, el sitio que presentó menor número de organismos fue el 5 con únicamente 3 macroinvertebrados. La familia más predominante en todo el estudio fue la Tubificidae con un total de 110 organismos, seguida por la familia Hyalellidae con 96 organismos (Figura 1).

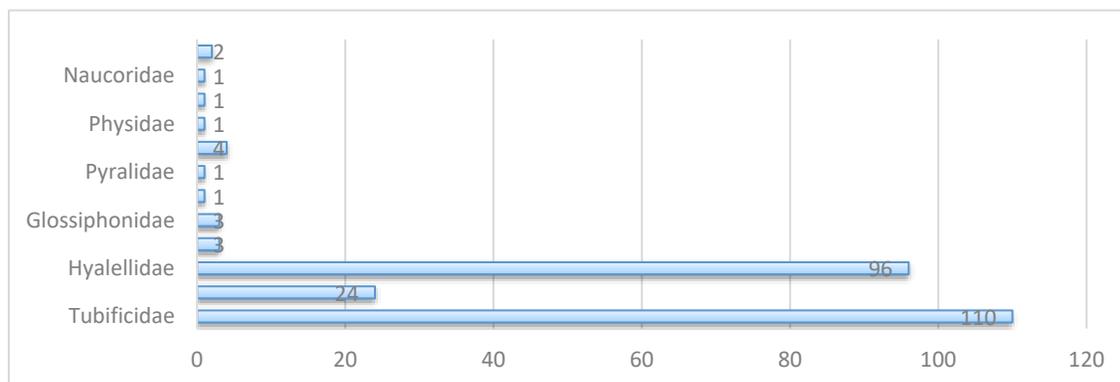


Figura 1. Frecuencia de macroinvertebrados

Se calculó en índice BMWP con la adaptación de MINAE (2007), basado en la presencia o ausencia de macroinvertebrados acuáticos es una práctica común en la evaluación de la calidad del agua. Este índice utiliza la composición de la comunidad de macroinvertebrados para inferir la calidad del agua, ya que diferentes especies tienen diferentes tolerancias a la contaminación y condiciones ambientales. Así pues, se pudo determinar la calidad del agua de cada uno de los sitios de muestreo (cuadro 3).

Sitio de muestreo	Índice BMWP	Calidad del agua
1	28	Regular
2	38	Mala o contaminada
3	36	Mala o contaminada
4	19	Regular
5	5	Muy mala o extremadamente contaminada
6	28	Mala o contaminada

Cuadro 3. Resultados del índice BMWP

Referente al índice de diversidad de Shannon y Wiener, el sitio de muestreo 4 obtuvo el mayor índice de diversidad de Shannon-Wiener, con un valor de 1.5498. Esto sugiere que la comunidad de macroinvertebrados en el sitio 4 es más diversa en términos de especies y abundancia que en los otros sitios (cuadro 4).

Sitio de muestreo	H'	Interpretación
1	0,5249	Muy baja diversidad
2	1,0011	Baja diversidad
3	1,2978	Baja diversidad
4	1,549	Baja diversidad
5	0	Nula
6	0,4343	Muy baja diversidad

Cuadro 4. Resultados del índice de Biodiversidad de Shannon y Wiener

Análisis de componentes principales (ACP)

Se obtuvieron 2 componentes principales en los cuales se puede explicar el 71,122% de la varianza total acumulada. La primer componente agrupa un 44, 22 % y la segundo componente el 26, 899 % de la varianza.

En la figura 2 se observa la distribución de los coeficientes de correlación que indican que los sólidos suspendidos totales, cloruros, oxígeno disuelto, nitrógeno total, conductividad eléctrica, turbidez, nitrógeno amoniacal, DQO, temperatura, pH y sólidos totales fueron los que contribuyeron en correlación positiva al CP 1, las mismas que están asociadas a los sitios de muestreo 1 y 6; en cuanto que, contribuciones con correlación negativa al mismo componente se observaron con el % de saturación de oxígeno, nitratos y sulfatos, lo que permite observar una asociación con los sitios de muestreo 2, 3, 4 y 5.

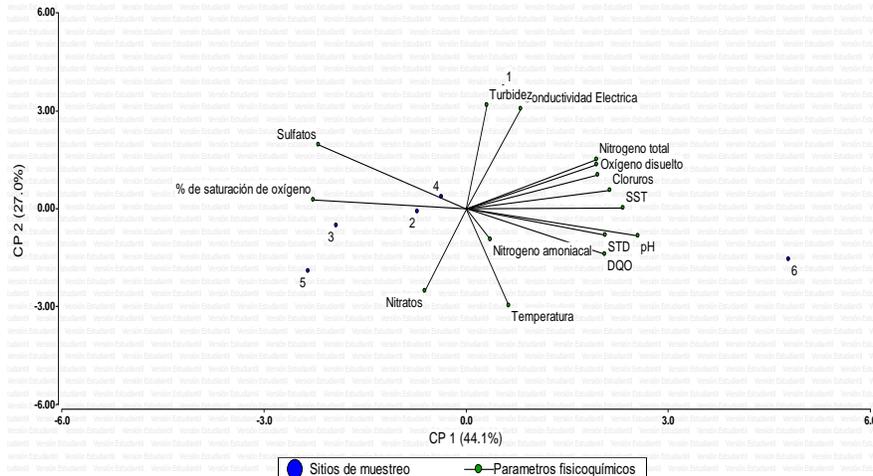


Figura 2. Gráfico de componentes principales en espacio rotado

En la Figura 3 se observa el gráfico NMDS obtenido. En este se muestra el acomodo de los sitios de muestreo, así como los parámetros fisicoquímicos y las familias de los macroinvertebrados acuáticos.

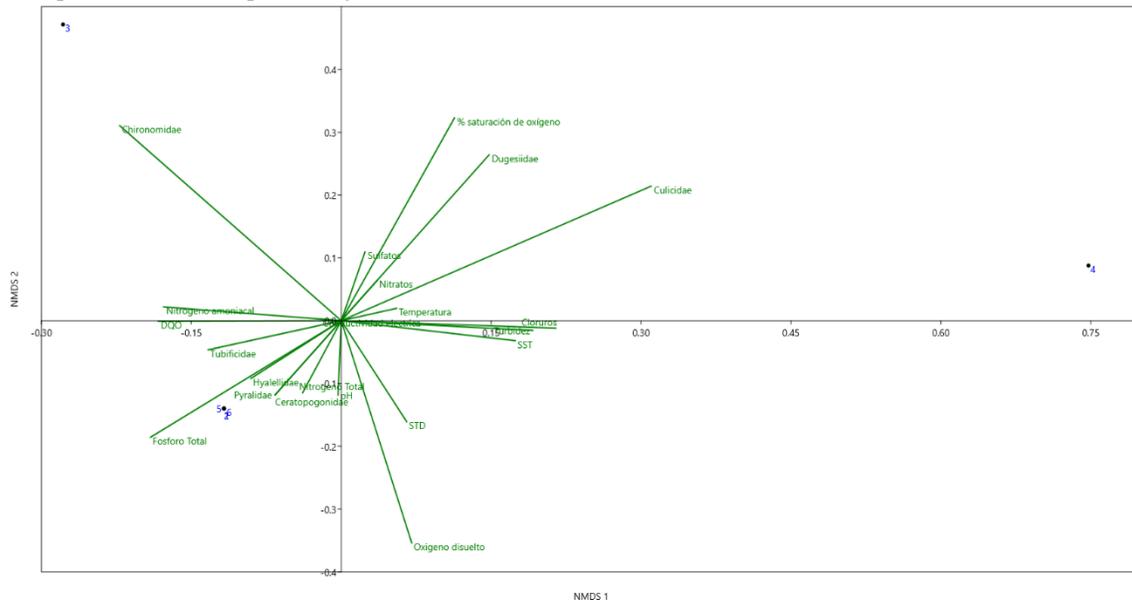


Figura 3. Análisis multivariado NMDS

Para simplificar el gráfico este se dividió en cuatro cuadrantes. El cuadrante I muestra la relación entre el sitio de muestreo 3 y el parámetro fisicoquímico predominante que es el nitrógeno amoniacal el cual favorece la presencia de la familia Chironomidae.

En el cuadrante II se muestra la relación entre el sitio de muestreo 4 y los parámetros fisicoquímicos predominantes como el % de saturación de oxígeno, sulfatos, nitratos y temperatura; influenciando la presencia de las familias Culicidae y Dugesiidae. En este mismo cuadrante se observa que la temperatura está muy relacionada con la presencia de la familia Culicidae. Por otra parte, la familia Dugesiidae y el % de saturación de oxígeno son variables muy relacionadas entre sí.

En el cuadrante III tenemos la mayor variabilidad en cuanto a los sitios de muestreo predominando los sitios 2, 5 y 6; también es el cuadrante con el mayor número de familias, por lo tanto, es el más diverso. Los factores fisicoquímicos más relacionados a este sitio son el fósforo total, nitrógeno total, pH y la demanda química de oxígeno, influenciando la presencia de las familias Tubificidae, Hyalellidae, Pyralidae y Ceratopogonidae. En este mismo cuadrante se observa que la familia Hyalellidae y el fósforo total son variables que están muy relacionados. Lo mismo ocurre con la familia Pyralidae y el nitrógeno total

Por último, en el cuadrante IV, podemos observar que las variables fisicoquímicas que más influyen son el oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos, turbidez, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales y cloruros. Aquí se registra ausencia de todas las familias de macroinvertebrados. También al igual en el ACP se comprueba que la turbidez, los sólidos suspendidos totales y la conductividad eléctrica son variables ambientales que mantienen una estrecha relación entre sí.

Conclusiones

A la fecha en que se realizó el muestreo (junio del 2021) que corresponde a la temporada de estiaje no se encontraron evidencias que indiquen que el río Lerma deteriora la calidad del agua del lago de Chapala asociados al gradiente de distanciamiento de su desembocadura, es decir, el lago presenta una calidad regular pero este resultado no muestra una relación directa con la desembocadura del río Lerma.

Todos los parámetros fisicoquímicos medidos, se encuentran dentro de los límites máximo-permisibles para el desarrollo de la vida acuática, de acuerdo con las normas mexicanas correspondientes. La conductividad eléctrica, los SST y los STD son variables que se encuentran muy relacionadas.

Todos los sitios de muestreo presentaron poca diversidad de familias de macroinvertebrados acuáticos. La familia Tubificidae fue la más abundante y frecuente en el sedimento, altas concentraciones de esta familia son signo de contaminación del agua. Las variables más significativas relacionadas con la familia Hyalellidae fueron el fósforo total y el nitrógeno total. Esta familia se asocia a zonas con elevada mineralización. El nitrógeno amoniacal favorece la presencia de la familia Chironomidae. Es muy frecuente encontrar a estos organismos en sistemas con una elevada concentración de materia orgánica.

El índice BMWP basado en macroinvertebrados acuáticos es una herramienta valiosa para evaluar la calidad del agua de manera biológica y proporciona información sobre la salud del ecosistema acuático. Al combinar datos biológicos con análisis químicos y físicos, se obtiene una imagen más completa de la calidad del agua y se pueden tomar medidas para su conservación y protección.

Referencias

- Alcántara, I., García, V. S., Mejía N. A., Ector, L., Uriza, E. y Cantú, M. M. (2006). Diatomeas del río Lerma, estimación de la calidad del agua de un río fuertemente contaminado. Resultados preliminares.
- Gobierno del estado de Jalisco. (2003). *Jamay*. <https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/jamay>
- González, A. (2016). *Los elementos industriales que favorecen la contaminación del lago de Chapala*. http://ru.iiec.unam.mx/3238/1/111Gonzalez.pdf?fbclid=IwAR3I2wvPzKd_2F8HA4gaEWAACr-bKu1G0kxuDtZVTc_hOxxmk3MzdHq_INQ
- Hernández, P.P. (2017). Estudio eco-trófico del lago la Alberca, municipio de Villamar, Michoacán. (Tesis de Maestría). Instituto Politécnico Nacional. Jiquilpan Michoacán, México.
- IMTA. (2009). Estrategia general para el rescate ambiental y sustentabilidad de la cuenca Lerma-Chapala. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/EGRASCLCH.pdf>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2011). *Protocolo de muestreo, transporte y conservación de muestras de agua con fines múltiples (consumo humano, abrevado animal y riego)*. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-protocolo_de_muestreo_de_aguas_inta.pdf
- Jasso, N. D. (19 noviembre del 2010). *Lago de Chapala: Humedal mexicano que cautiva los sentidos*. http://www.atl.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=2777:lago-de-chapala-humedal-mexicano-que-cautiva-los-sentidos&catid=139:noticias-nacionales&Itemid=779
- MINAE. (2007). Reglamento para el vertido y reuso de aguas residuales, La *Gaceta* 55. Costa Rica
- Ministerio de Ambiente de Madrid. (2017). Cartilla de identificación de macroinvertebrados acuáticos. Madrid, Dirección Nacional de Biodiversidad.
- Palma, A. (2013). *Guía para la identificación de invertebrados acuáticos*. 1ra edición.
- Pérez, A., Salazar, N., Aguirre, F., Front, M., Zamora, E., Córdova, A. y Acosta, K. (2016). *Guía de Macroinvertebrados Bentónicos de la Provincia de Orellana*. Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres, Quito, Ecuador.
- Reyes, E. (2012). Uso de macroinvertebrados acuáticos como indicadores Biológicos en la cuenca del lago Atitlán, Guatemala. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Rodríguez, J. (2000). *Desarrollo de un sistema de información geográfica para el análisis de datos de calidad de agua del lago de Chapala (México)*. (Tesis de maestría). Tecnológico de Monterrey
- Roldán, P. G. y Ramírez, R. J. (2008). Fundamentos de limnología neotropical. Medellín, Editorial Universidad de Antioquia.
- Sotelo, E., Cardona, N., Fregoso, A., Enríquez, C., Garrido, A., Caire, G. y Cotler, H. (Diciembre 2005). *Lerma-Chapala: recomendaciones técnicas para las diecinueve subcuencas*. Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas.

STROUD. (2016). *Guía de identificación de Macroinvertebrados en agua dulce*. https://stroudcenter.org/wp-content/uploads/2016/10/Key_spanish.pdf

Producción Masiva de Conidios de *Hirsutella citriformis* y Biocontrol de Adultos de *Diaphorina citri* con Conidios del Hongo Formulados con Dos Diferentes Gomas

Dra. Orquídea Pérez-González¹, M.C. Rosa A. Flores-Villarreal², Dr. Alonso A. Orozco-Flores³, M.C. Servando H. Cantú-Bernal⁴, Dr. Ricardo Gomez-Flores⁵, Dra. Patricia Tamez-Guerra⁶

Resumen— El objetivo del estudio fue establecer estrategias para la producción a mayor escala, así como la evaluación de formulados de *H. citriformis* sobre adultos de *D. citri*. *H. citriformis* se sembró en agar enriquecido con diferentes harinas. Los resultados demostraron que el salvado de trigo al 2% promovió el crecimiento del micelio. Con salvado de trigo al 4 y 5% se logró la mayor conidiación. Se observó mayor conidiación en granos de avena suplementados con salvado de trigo que en granos de avena sin suplementos. Al agregar gomas de *Acacia* e *Hirsutella* para formular conidios de *H. citriformis*, los resultados mostraron que la mortalidad más alta de *D. citri* se logró con los conidios formulados con goma de *Hirsutella* (80.0%), seguido del control de goma *Hirsutella* (57.8%). En conclusión, la goma *H. citriformis* utilizada para formular sus conidias mejoró el control biológico contra *D. citri*.

Palabras clave— *Diaphorina citri*, goma de *Acacia*, goma de *Hirsutella*, *Hirsutella citriformis*, patogenicidad.

Introducción

El psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) es una plaga de gran importancia en las regiones cítricas. Tanto los adultos como las ninfas causan daño al alimentarse de la savia de las plantas (Grafton-Cardwell *et al.* 2013). Su mayor importancia es ser el vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* agente causal del Huanglongbing (HLB) (Bové, 2006). Para el control del insecto actualmente se utiliza la eliminación de los árboles infectados, el cultivo de plántulas certificadas y principalmente el uso de insecticidas (Casique-Valdes *et al.* 2011). Una alternativa al control químico es el uso de bioinsecticidas ya que con estos es posible disminuir los efectos secundarios (brote de plagas secundarias) de los insecticidas químicos (Velázquez 1984). *Hirsutella citriformis* Speare es el único hongo reportado causando epizootias de manera natural (Reyes-Martínez *et al.* 2010), lo cual lo convierte en uno de los hongos más viables a ser utilizado en el control de *D. citri*. La problemática que se tiene actualmente para su uso en campo se centra principalmente en su difícil producción masiva. Considerando lo anterior el objetivo de este trabajo fue establecer estrategias para su producción a mayor escala, así como la evaluación de formulados de *H. citriformis* sobre adultos de *D. citri*.

Metodología

Cultivo de Hirsutella citriformis en placas Petri con las diferentes fuentes de proteína

Se colocaron discos de 0.5 cm de diámetro en el centro de cajas Petri con los diferentes medios de cultivo. Las placas se incubaron durante 4 semanas a 25 ± 2 °C. Se midió el crecimiento radial por semana. Al terminó del período de incubación, se añadieron 10 mL de agua a cada caja Petri para con asa micológica resuspender los conidios producidos. Los conidios se contaron usando para ello la cámara de Neubauer. Se realizaron 5 repeticiones (cajas Petri) por medio de cultivo.

Cultivo de Hirsutella citriformis en avena

Preparación del sustrato. En la producción de conidios del hongo entomopatógeno se utilizó avena en grano. La avena se lavó por tres veces con agua común para eliminar la mayor cantidad posible de partículas ajenas a estos. Se agregaron 50 g del sustrato a cada uno de los botes plásticos de 500 mL, se les añadió agua y se remojaron durante 24 horas, se dejaron escurrir y se esterilizaron mediante dos eventos de 30 minutos cada uno con 24 h de diferencia.

¹ Dra. Orquídea Pérez González es Investigador de la Fac. de Ciencias Biológicas de la UANL. orquideapg@hotmail.com

² M.C. Rosa Ángela Flores Villarreal estudiante de Doctorado en Ciencias de la Fac. de Ciencias Biológicas de la UANL. rosafloresvll@hotmail.com

³ Dr. Alonso Alberto Orozco Flores es Profesor e Investigador de la Fac. de Ciencias Biológicas de la UANL. laxcelo@gmail.com

⁴ M.C. Servando H. Cantú-Bernal estudiante de Doctorado en Ciencias de la Fac. de Ciencias Biológicas de la UANL. servando.cantubr@uanl.edu.mx

⁵ Dr. Ricardo Gomez-Flores es Investigador de la Fac. de Ciencias Biológicas de la UANL. ricardo.gomezfl@uanl.edu.mx

⁶ Dra. Patricia Tamez Guerra es Investigador de la Fac. de Ciencias Biológicas de la UANL. patamez@hotmail.com

Inóculo Primario. A cultivos de *H. citriformis* en Agar papa dextrosa adicionadas con extracto de levadura al 1% (PDAY), incubados por 6 a 7 semanas y con conidiación abundante, se les añadió 10 mL de agua destilada estéril y con un asa bacteriológica se realizó un raspado superficial para poder desprender los conidios. Para determinar su concentración se realizó conteo en la cámara de Neubauer y se ajustó la concentración a 1×10^6 conidios/mL. Se inocularon los botes (con 50 g de sustrato) agregando 8 mL de la suspensión de conidios ajustada (1×10^6 conidios/mL). Se incubaron a 25 ± 2 °C durante 21 días, tomándose muestras de 1 g a los 14 y 21 días para contabilizar los conidios en la cámara de Neubauer.

Inóculo secundario. Los cultivos realizados en botes plásticos fueron utilizados para preparar el inóculo de las bolsas de polipropileno. Los conidios se resuspendieron añadiendo agua destilada a los botes, se agitó vigorosamente y se cuantificaron los conidios. La suspensión se ajustó a 1×10^6 conidios/mL. Se realizó una prueba de esterilidad para el inóculo. Para el cultivo de conidios en bolsas de polipropileno, la avena se prepara igual, se colocaron 250 gramos en cada bolsa de polipropileno y se esteriliza de igual manera, cada bolsa se inocula con 40 mL de la suspensión de conidios (1×10^6 conidios/mL). Se incubaron a 25 ± 2 °C durante 14 días.

Bioensayos contra *Diaphorina citri*

Se evaluó la efectividad a nivel de laboratorio de un formulado a base de *H. citriformis* (1×10^7 conidios/mL) y gomas como adherente. El bioensayo consistió de 5 repeticiones con 15 adultos de *D. citri* por tratamiento, aplicados por aspersión (1 testigo absoluto y 4 tratamientos: TGA, TGH, HGA, HGH) los insectos inoculados se colocaron en cámaras experimentales. También fue evaluada la efectividad de estos mismos formulados a nivel de campo en una huerta de Montemorelos, Nuevo León utilizando los mismos tratamientos y aplicación de inoculación por asperjado; los insectos inoculados se colocaron en bolsas de malla, las cuales se colocaron en brotes tiernos de árboles de cítricos.

Resultados

la conidiación más alta ($F = 5,49$; $gl = 24, 50$; $p < 0,001$) se observó después de cultivar el hongo con harina de salvado de trigo al 5% (36.45×10^6), seguido por el 4% 35.8×10^6 , y 3% (28.4×10^6) con salvado de trigo como suplementos (Figura 1).

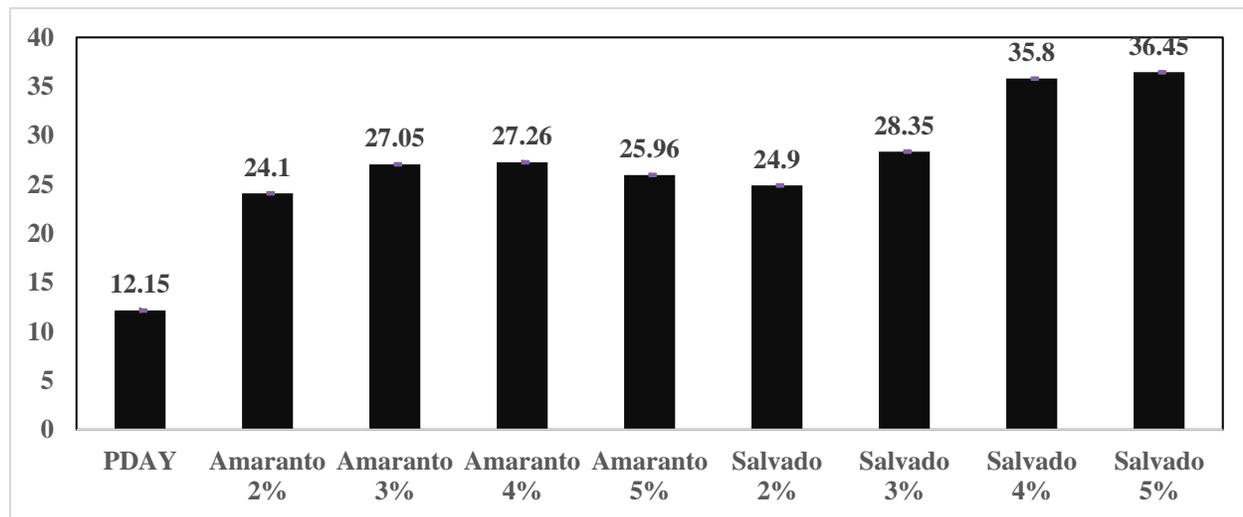


Figura 1. Producción de conidios de *Hirsutella citriformis* en suplementos proteicos (amaranto o salvado de trigo al 2%, 3%, 4% y 5%). Las barras indican el error estándar de la media (prueba de Tukey).

Producción de conidias en avena

La producción de conidios en avena adicionada con suplementos alcanzó 10^7 conidios/g (Figura 2). La mayor producción de conidios por INIFAP-Hir-2 se observó después del cultivo en avena con salvado de trigo incubada por 14 días, mientras que el más bajo se detectó en avena sin suplementos (5.22×10^7 conidios/g). Además, la mayor producción fue obtenido después del cultivo en avena suplementada con 4% de salvado de trigo (7.25×10^7 conidios/g).

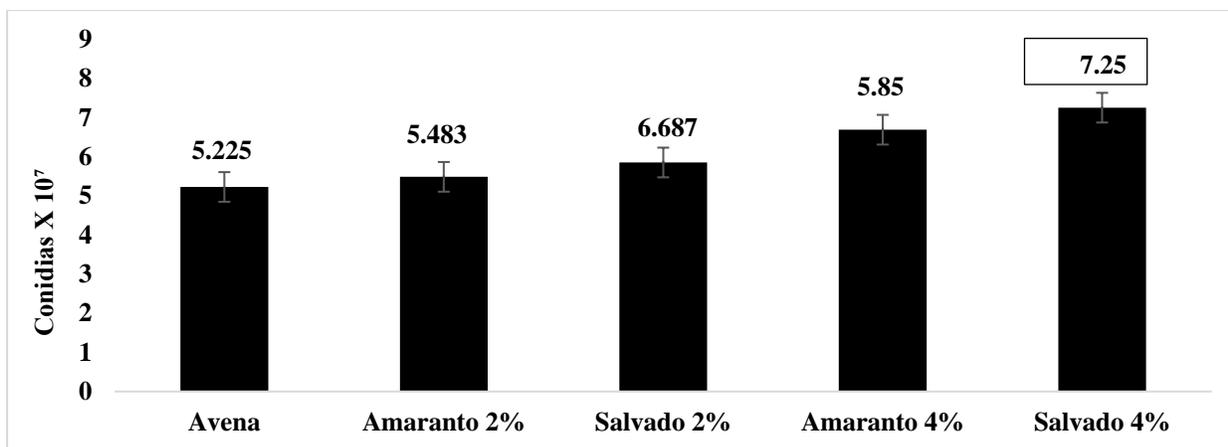


Figura 2. Producción de conidios de *Hirsutella citriformis* en granos de avena. La producción de conidios de hongos por gramo de avena con o sin diferentes fuentes de proteínas se evaluó a los 14 días. Las barras indican el error estándar de la media (prueba de Tukey).

En el bioensayo realizado, los tratamientos de conidios con goma Acacia (HGA) y goma de *Hirsutella* (HGH) mostraron patogenicidad contra adultos de *D. citri* en el rango de 37.8 a 80.0% para los tratamientos HGA y HGH respectivamente, el control goma *Hirsutella* (TGH) presentó 57.8 % de mortalidad. Los controles absolutos y goma de Acacia alcanzaron mortalidades inferiores al 9% (Figura 3).

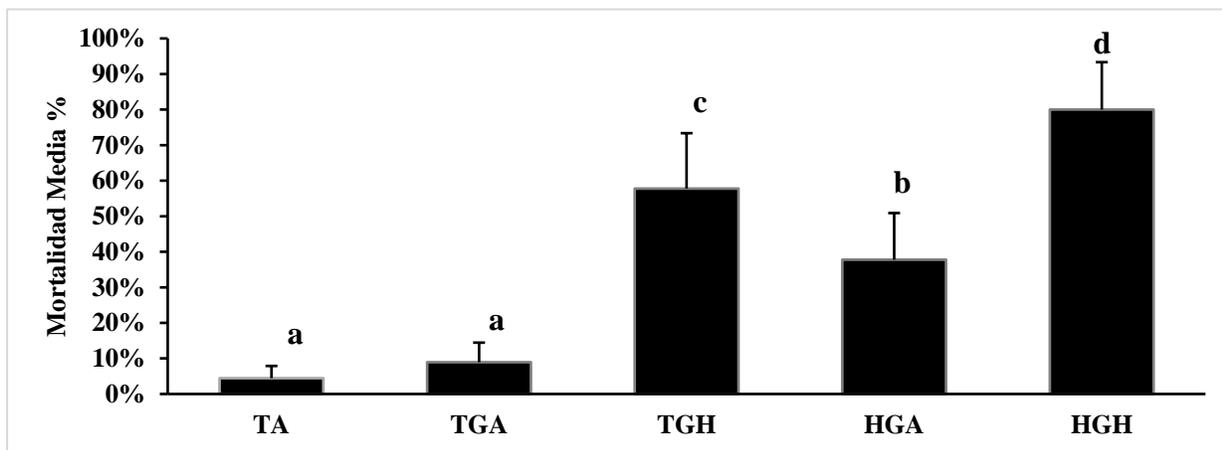


Figura 3. Promedio de mortalidad de adultos de *Diaphorina citri* en campo después de la aplicación de conidios formulados por *Hirsutella citriformis* mediante aspersión. Control absoluto = TA, control de goma de Acacia = TGA, control de goma de *Hirsutella* = TGH, formulación con goma de Acacia = HGA, formulación con goma de *Hirsutella* = HGH. Letras diferentes indica diferencia estadística significativa (prueba de Tukey).

Discusión

La mayor conidiación se obtuvo añadiendo y harina de salvado de trigo, al cultivar el hongo en PDA suplementado con 4% de harina de salvado de trigo se incrementó significativamente la producción de conidios (36.9×10^6 conidios/mL por placa de Petri, agregando 10 mL de agua para resuspender los conidios. Raymundo-Jiménez *et al.* (2019), reportan mayor conidiación con la diferencia de que ellos usaron la mitad del volumen de agua para resuspender los conidios (5 mL).

Al comparar los resultados obtenidos en este trabajo, con los reportado por Pérez-González *et al.* (2017) los cuales también usaron avena en grano, observamos que al suplementar el grano con harina de salvado de trigo y cultivando en bolsas de polipropileno, disminuimos el tiempo de cultivo e incrementamos la producción de conidios. El uso de bolsas de polipropileno puede proporcionar mejores condiciones para la aceleración conidiación de hongos. Tienen una gran superficie para una mayor radiación luminosa (Safavi *et al.*, 2007).

La mortalidad en adultos de *Diaphorina citri* lograda por la cepa OP-Hir-10 aplicada por aspersión con goma de *Hirsutella citriformis* fue mayor (80%) que la reportada por Pérez-González *et al.* (2016) al aplicar por asperjado cuatro cepas de *H. citriformis*, formulada con goma de *Acacia* (35,72% a 51,05%), estos resultados coinciden con los obtenidos en este trabajo al utilizar la goma de *Acacia* como adherente, también obtuvimos mayor mortalidad que lo reportado por Pérez-González *et al.* (2020) en su trabajo en el cual utilizó la aplicación por contacto sobre los adultos de *D. citri* en bioensayos de campo.

Conclusiones

La combinación de avena y salvado de trigo indujo la mayor producción de conidias *Hirsutella*. Todas las formulaciones probadas causaron la mortalidad de adultos de *Diaphorina citri* en condiciones de campo. Además, la goma de *Hirsutella* mostró un efecto sinérgico con *Hirsutella citriformis* para el biocontrol de adultos de *Diaphorina citri*, y el formulado con los conidios y goma producida por *Hirsutella* fue la más efectiva para controlar adultos de *D. citri*.

Referencias

- Bove, J.M. "Huanglongbing: a destructive, newly emerging, century-old disease of citrus," *J. Plant Pathology*, Vol. 88, 2006.
- Casique-Valdes, R., A.Y. Reyes-Martinez, S.R. Sanchez-Peña, M.J. Bidochka y J.I. Lopez-Arroyo. "Pathogenicity of *Hirsutella citriformis* (Ascomycota: Cordycipitaceae) to *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) and *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Trioizidae)", *Florida Entomology*, Vol. 94, 2011.
- Grafton-Cardwell, E.E., L.L. Stelinski y P.A. Stansly. "Biology and management of Asian 229 citrus psyllid, vector of the huanglongbing pathogens", *Annu. Review of Entomology*, Vol. 58, 2013.
- Pérez-González, O., C.F. Sandoval-Coronado y M.G. Maldonado-Blanco. "Evaluation of Mexican strains of *Hirsutella citriformis* against *Diaphorina citri* in a semifield bioassay," *Southwestern Entomology*, Vol. 41, 2016.
- Pérez-González, O., M.G. Maldonado-Blanco y A. Valdes-Gonzalez. "Conidial production on different solid substrates and pathogenicity of *Hirsutella citriformis* against *Diaphorina citri* adults". *Southwestern Entomology*, Vol. 42, 2017.
- Pérez-González, O., H.C. Arredondo-Bernal, R. Montesinos-Matías, M.A. Mellín-Rosas y M.G. Maldonado-Blanco, "Effect of native strains of *Hirsutella citriformis* on *Diaphorina citri* adults under field conditions," *Southwestern Entomology*, Vol. 45, 2020.
- Raymundo-Jiménez, R., E. García-Ibarra, J.I. López-Arroyo, N.Y.Z. Ramírez-Cabral y R. Rodríguez-Guerra, "Producción y germinación de conidios del hongo entomopatógeno *Hirsutella citriformis* (Ascomycota: Ophiocordycipitaceae)", *Sci. Fungorum*, Vol. 49, 2019.
- Reyes-Martínez, A.Y., R. Casique-Valdés, J.I. Lopez-Arroyo y S.R. Sánchez-Peña. "Aspectos biológicos y ecológicos del hongo *Hirsutella* patógeno de *Diaphorina citri* en Tamaulipas", *Memoria del Primer Simposio Nacional sobre Investigación para el manejo del Psílido Asiático de los cítricos y el Huanglongbing en México*. Monterrey, Nuevo León, México, 8-9 Dic, 2010.
- Safavi, S.A., F.A. Shah, A.K. Pakdel, G. Reza Rasoulilian, A R. Bandani y T.M. Butt. 2007. "Effect of nutrition on growth and virulence of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*", *FEMS Microbiology. Letters*, Vol. 270, 2007.
- Velázquez, V.R. "Fluctuación poblacional de las principales plagas del limonero" *II Simposio sobre la Agroindustria del Limón Mexicano*. Memorias Campo Agrícola Experimental Tecmán. Tecmán, Colima, México pp 201-218, 2018.

Estudio del Camote (*Ipomoea batatas*) Cultivado en Villa Ávila Camacho, Puebla y su Aplicación en Dulces Artesanales

M.E. Francisco Vergara Herrera¹, Dr. Salvador Omar Espino Manzano², M.E. María José González de los Montero Sierra³, M.A. Luz Edith González de los Montero Vargas⁴, Karen González Amador⁵

Resumen— En el presente proyecto se utilizó el camote en la elaboración de un dulce artesanal. Se realizó una investigación de campo donde se visitó la tienda de la Sra. Martha Olarte quien explicó el proceso de elaboración de algunos dulces, así como su origen. A partir de esta investigación se realizaron pruebas de elaboración del dulce artesanal de camote y finalmente se realizó una evaluación sensorial con la finalidad de comparar dos variedades del producto: una con nuez de macadamia y esencia de café, y otra con nuez pecana. Los resultados mostraron que el primero tuvo una mayor aceptación respecto al sabor, textura y aroma, agregando que se decidió hacer uso de sal con el objetivo de potenciar el sabor del camote que en un inicio fue insípido. Estos datos fueron corroborados con un análisis cualitativo llegando a la conclusión que el dulce artesanal elaborado con camote es un producto viable.

Palabras clave— Camote, Dulce artesanal, Raíz tuberosa, Villa Ávila Camacho.

Introducción

Actualmente a pesar de que Michoacán sea el principal estado productor de camote, Puebla no se queda atrás, siendo un lugar donde tiene un uso tradicional, especialmente en la elaboración de dulces, ayudando al consumo local de la región, ya que, debido a las características del terreno, clima y la altura de municipios como el de Villa Ávila Camacho favorecen la producción de esta raíz.

En el presente trabajo se elaboró un dulce artesanal a base de camote el cual es originario de Mesoamérica, siendo introducida a Europa después de los viajes de Cristóbal Colón en 1492. De Europa los exploradores en el siglo XVI expandieron este cultivo en África, India y el Sudoeste de Asia, a través de lo que describe la hipótesis “Kumara” como línea de transmisión del camote cruzando el Pacífico de isla en isla. El cultivo del camote en Centroamérica y Sudamérica se realiza desde hace más de 5000 años, la evidencia arqueológica determina la existencia de este tubérculo de entre 4000 a 8000 años. (Folquer, 1978)

El camote pertenece a la familia Convolvulaceae, es una planta perene que se desarrolla bajo el suelo y posee estructuras vegetativas de alto valor nutritivo que pueden ser de diferente color según sea la variedad. Se trata de una raíz tuberosa comestible, que se caracteriza por el color morado de su piel rugosa y el color amarillo naranja de la pulpa. (Saavedra, 2015)

Metodología

Recolección del camote

El tubérculo fue recolectado en el municipio de Villa Ávila Camacho, Puebla, un lugar con abundante producción sin tener complicaciones. La investigación de campo se llevó a cabo con ayuda de la C. Martha Olarte quien desde hace 10 años se dedica a la venta de dulces típicos y proporcionó un asesoramiento en el proceso dado a la elaboración del típico camote de santa clara, borrachitos y otros productos. Los camotes poblanos (Fig. 1) son unos dulces que se comercializan en el estado de Puebla, los más conocidos son de la marca Santa Clara, cuya característica principal es su empaque de cartón, mismo que contiene entre 10 a 12 piezas de camotes de diferentes sabores frutales como piña, guayaba, coco, fresa o limón. El proceso comienza con la extracción de la pulpa del

¹ M.E. Francisco Vergara Herrera es Profesor de Tiempo Completo en la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez y líder del CA Patrimonio, Desarrollo y Turismo Alternativo. francisco.vergara@utxicotepec.edu.mx.

² Dr. Salvador Omar Espino Manzano Herrera es Profesor de Tiempo Completo en la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez y miembro titular del CA Patrimonio, Desarrollo y Turismo Alternativo. salvador.espino@utxicotepec.edu.mx.

³ M.E. María José González de los Montero Sierra es Profesora de Tiempo Completo en la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez y miembro titular del CA Patrimonio, Desarrollo y Turismo Alternativo. mariajose.gonzalez@utxicotepec.edu.mx.

⁴ M.A. Luz Edith González de los Montero Vargas es Profesora de Tiempo Completo en la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez y miembro titular del CA Patrimonio, Desarrollo y Turismo Alternativo. luz.edith@utxicotepec.edu.mx.

⁵ Karen González Amador es alumna del PE de TSU en Gastronomía que está realizando su proyecto de estadía 210052@utxicotepec.edu.mx

camote, que se cocina con almibar hasta que se espese, también se le puede añadir un poco de piña para que su sabor sea más dulce. Una vez que la masa se enfría, se moldea con las manos, se deja orear y asolear durante al menos un día. Luego se baña con almibar, la cual crea una especie de costra de color blanco. Para darles sabor a los camotes, se le puede agregar jugo de fruta, ya sea de piña, fresa, coco, limón o guayaba. Posteriormente se le pone colorante y se envuelven en papel encerado para colocarlos en la tradicional caja de cartón.



Figura 1. Proceso de elaboración del camote poblano

Por otro lado, los borrachitos son dulces que destacan por su ligero sabor a alcohol y por aparecer en una cajita de cartón. Están hechos de harina o fécula de maíz, azúcar con un relleno cremoso de diferentes sabores como limón, coco, piña y fresa. Su nombre surge porque están bañados en licor. Su proceso de elaboración es muy simple, se debe hervir agua con fécula de maíz y agregar la fruta, para posteriormente agregar el alcohol y el azúcar. Al igual que los camotes, este dulce nació en el estado de Puebla, en el convento de Santa Rosa, siendo creados por las monjas como forma de agradecimiento a las personas que ayudaban con limosnas a los conventos, después comenzaron a comercializarse.

Proceso de elaboración del dulce artesanal a base de camote

El dulce fue elaborado como se muestra en la Figura 2. Se comenzó lavando el camote para después cortarlo y cubrirlo con papel aluminio. Posteriormente se cosieron al vapor por 1 h 20 min. Seguido se retiraron del fuego, se quitó el papel y se pelaron los camotes para hacerlos puré. Se continuó colocando el puré en una olla, se añadió la leche condensada, evaporada y se incorporó la mezcla hasta obtener una mezcla homogénea. Seguidamente se tostaron la nuez de macadamia troceada y el coco rallado. A la pasta se añadió sal, nuez de macadamia, coco rallado y esencia de café, se mezcló y se dejó reducir a fuego medio. Finalmente, se retiró la pasta del fuego y se dejó enfriar, para continuar formando bolitas del tamaño de un bocadito, pasándolas por nuez de macadamia troceada.



Figura 2. Proceso de elaboración del dulce artesanal a base de camote

Evaluación s

La valoración fue aplicada a alumnos y docentes del área de gastronomía y otras carreras de la Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, con el fin de evaluar las propiedades sensoriales aplicadas a las muestras A (dulce de camote con nuez de macadamia y esencia de café) y B (dulce de camote con nuez pecana). Los parámetros tomados en cuenta a evaluar fueron los siguientes: apariencia general, consistencia, sabor, aroma, dulzor y aceptación general del producto. El método empleado en dicha evaluación fue una escala hedónica de nueve puntos donde: 1 es me disgusta mucho, 3 me disgusta, 5 ni me gusta ni me disgusta, 7 me gusta y 9 me gusta mucho. El formato utilizado se muestra en la Figura 3.

Evaluación sensorial de Dulce Artesanal.

Nombre del evaluador: _____

Instrucciones: Lea las características a evaluar y conforme deguste el producto, encierre el número que corresponda. La escala a utilizar es de 9 puntos donde: 1 es me disgusta mucho, 3 me disgusta, 5 ni me gusta ni me disgusta, 7 me gusta, 9 me gusta mucho.

***Evaluar el grado de satisfacción de cada producto. NO COMPARARLOS ENTRE ELLOS.**

Parámetros a evaluar:

1.- Apariencia general: Producto A
Producto B

Se evalúa: ¿Como se ve el producto? Suavidad y textura del producto.

2.- Consistencia: Producto A
Producto B

Se evalúa: ¿Se aprecia el sabor característico del producto? Consistencia en boca

3.- Sabor: Producto A
Producto B

Se evalúa: ¿Se aprecia el sabor característico del producto? Se aprecian notas dulces y tostadas.

4.- Aroma: Producto A
Producto B

Se evalúa: Se identifican notas aromáticas del producto (notas especiadas, dulzor).

5.- Dulzor: Producto A
Producto B

Se evalúa: Se mantiene por un tiempo prolongado la intensidad del sabor inicial.

6.- Aceptación general: Producto A
Producto B

Se evalúan de manera general todos los parámetros en conjunto.

7.- De las muestras A y B ¿Cuál prefiere? Encierre su respuesta. **A** **B**

De acuerdo a la muestra elegida, responde las siguientes preguntas

8.- ¿Por qué te gustó el producto?

9.- ¿A qué te recuerda este producto?

10.- ¿Qué mejorarías del producto?

Fig. 3 Formato de evaluación sensorial

Investigación descriptiva

En la Figura 4 se muestra un dulce artesanal elaborado a base de camote amarillo. En esta ocasión se decidió utilizar el camote amarillo ya que es una de las variedades más dulces y que por sus propiedades se presta perfectamente para este tipo de preparación. El proceso de elaboración permitió obtener las características sensoriales deseadas, a partir de una reducción en leche que logró conservar las características del camote. su textura en boca fue suave y fina, sin presentar grumos; así mismo se obtuvieron sabores armoniosos, con un nivel de dulzor apacible. Los elementos adicionales para el dulce fueron: nuez de macadamia tostada, coco rallado tostado, sal y esencia de café, siendo estos dos últimos los que lograron potenciar los sabores, aroma del dulce y que fuera aún más agradable al paladar.

Prueba de satisfacción



Fig.4 Dulce artesanal a base de camote amarillo

En la Figura 5 se muestran los resultados de la prueba de satisfacción. Se encontró que en el parámetro de apariencia no existen diferencias entre las muestras. En el parámetro de consistencia del mismo modo no se presentó alguna diferencia. Respecto al parámetro de sabor se muestra que el dulce artesanal con nuez de macadamia y esencia de café tuvo mayor aceptación debido a que la esencia fue un elemento aromático que aportó sabores propios del café que junto a los demás ingredientes logró tener un balance haciéndolo agradable al paladar, del mismo modo, los sabores (dulce, almendrado y salado) y textura (crocante y mantecosa) de la nuez fueron un factor influyente en este criterio. En el parámetro de aroma se muestra que el dulce con nuez de macadamia y esencia de café tuvo mayor aceptación debido a que la esencia aportó aromas propios del café: tostado, caramelo, almendrados, que hicieron más apacible el producto al olfato. En el parámetro de dulzor, se muestra que el dulce con nuez de macadamia y esencia de café tuvo mayor aceptación debido a que la nuez presenta un sabor y dulzor semejante al coco tostado, siendo este último un ingrediente presente en el dulce que junto a la nuez elevaron ligeramente el dulzor del producto. En el parámetro de aceptación general se muestra que el dulce con nuez de macadamia y esencia de café tuvo mayor aceptación debido a que cumplió con la mayoría de las características sensoriales deseadas.

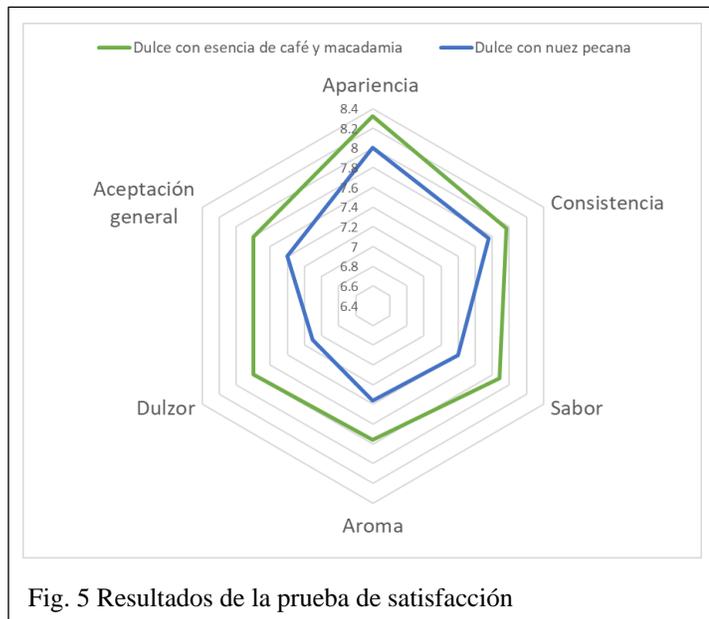


Fig. 5 Resultados de la prueba de satisfacción

Prueba de preferencia

En la Figura 6 se muestran los resultados de la prueba de preferencia donde se encontró que la muestra A tuvo una mayor preferencia al ser evaluada con un 56% de satisfacción, mientras que la muestra B fue valorada con un 44%. Por lo que se infiere que el dulce artesanal elaborado a base de camote, nuez de macadamia y esencia de café fue el de mayor agrado para los encuestados.

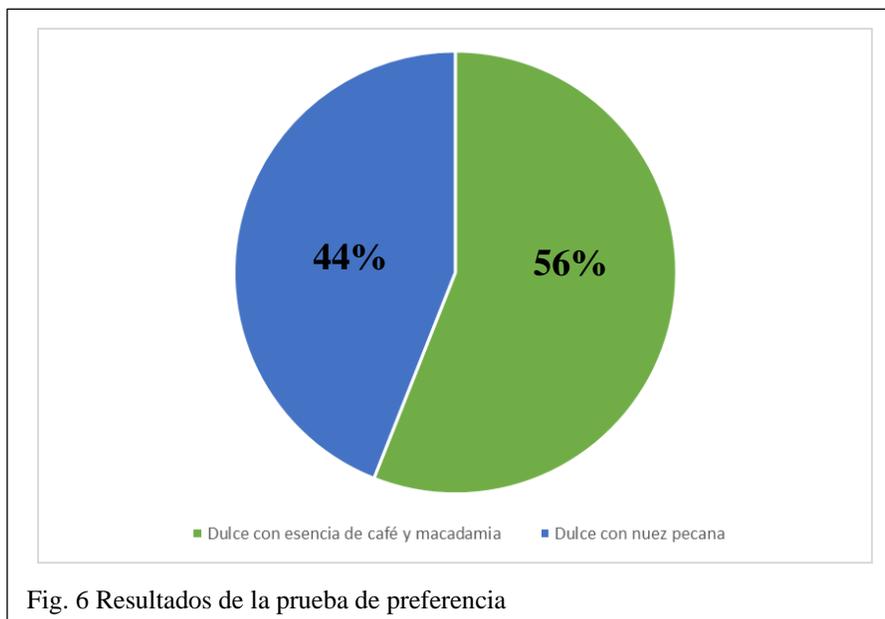
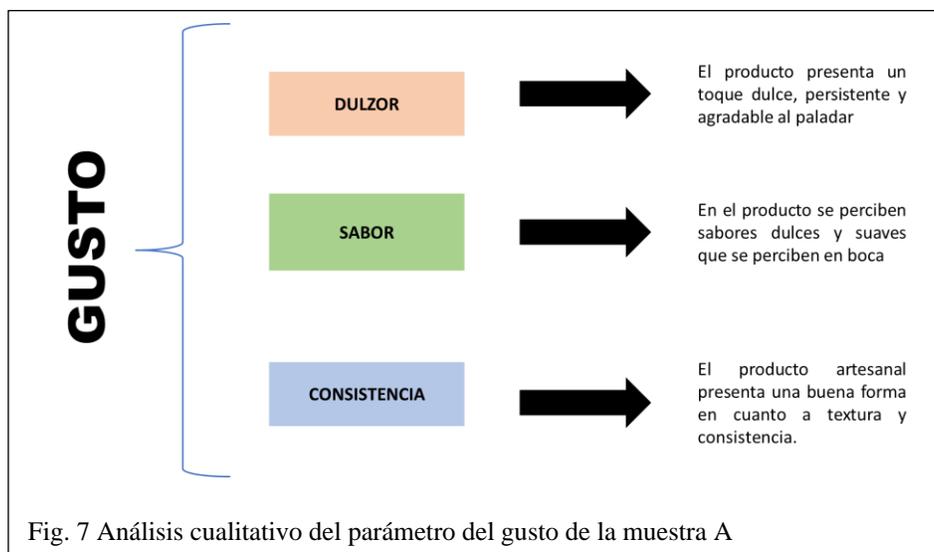


Fig. 6 Resultados de la prueba de preferencia

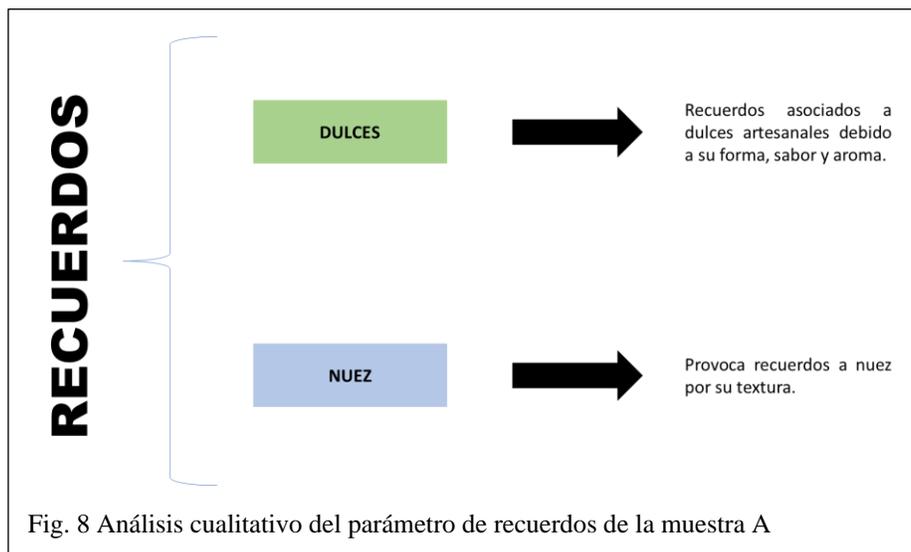
Análisis cualitativo

De acuerdo a los 50 encuestados a los que se le aplicó la prueba sensorial se llegó a un análisis de las preguntas 8, 9 y 10 las cuales fueron abiertas en las que expresaban el por qué les gusto la muestra elegida, que recuerdos causaba el producto al consumirlo y que mejoras le harían. Con las cuales se establecieron los siguientes parámetros: gusto, recuerdos y mejoras.

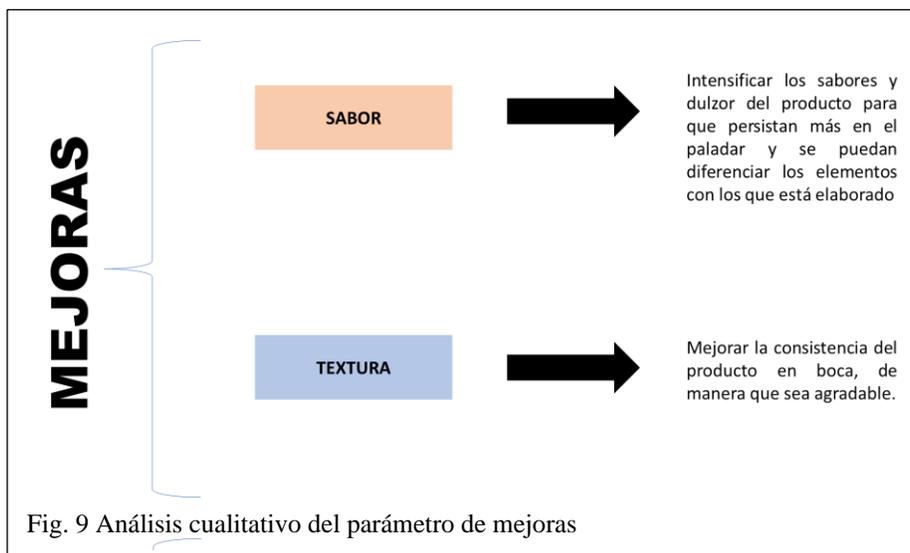
En la Figura 7 se muestra el diagrama que resulta del análisis cualitativo para la muestra A. Se encontró que de acuerdo al gusto los consumidores coincidieron en parámetros como dulzor, sabor y consistencia. En el sabor concuerdan en que persiste en boca y es suave al gusto. En la consistencia coinciden que a pesar de ser un producto artesanal cuenta con una buena forma y una textura agradable.



En la Figura 8 se muestra el diagrama que resultó del análisis cualitativo para la muestra A. Se encontró que de acuerdo a los recuerdos los consumidores coincidieron en parámetros como dulces y nuez. Los encuestados concuerdan que en el parámetro de dulces debido a la forma, sabor y aroma del producto les recuerda a los dulces artesanales típicos como las cocadas, dulces de leche, mazapán, entre otros. Respecto a la nuez les provoca esos recuerdos ya que lo asocian directamente a la textura de la misma, la cual estuvo presente en el dulce en pequeños trozos que al consumirlo era crocante y agradable al gusto.



En la Figura 9 se presenta el diagrama que resulta del análisis cualitativo para la muestra A. Se encontró que los consumidores coinciden que las mejoras que se le podrían hacer al producto son en el sabor y la textura. En el parámetro de sabor comentan que se deberían intensificar los sabores y dulzor del producto, para que se puedan diferenciar los elementos con los que está elaborado, así como lograr una mayor persistencia en boca. En la textura recomiendan mejorar la estructura pastosa que presenta el dulce en boca, esto es una mejora que, si es posible llevar a cabo, sin embargo, al ser una característica propia del camote no se puede eliminar por completo, siendo en parte también lo que caracteriza al dulce, ya que se elabora a través de un proceso artesanal presentando cualidades rudimentarias.



Conclusiones

Se concluye que se puede elaborar un dulce artesanal a base de camote ya que es una raíz tuberosa versátil utilizada tanto en preparaciones dulces y saladas. Se observó que al realizar el dulce artesanal es necesario añadir elementos que ayuden a potenciar los sabores, ya que de no hacerlo el dulce presenta un sabor insípido en el cual no se puede distinguir los ingredientes utilizados.

Por lo que se decidió hacer uso de sal, que ayudó a potenciar el sabor del camote, así como un elemento aromático, en este caso fue esencia de café, con la cual se logró que se notaran todos los componentes del dulce, siendo agradable al olfato, ya que de acuerdo al análisis sensorial realizado esas características fueron el motivo por el cual al público le gustó el producto realizado.

Referencias

Folquer, F. (1978). La Batata (Camote). Alianza Editorial.

Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha S.C (2018) Propiedades nutrimentales del camote (*Ipomoea batatas* L.) y sus beneficios en la salud humana.

Saavedra, J. Camote: materia prima. Instituto de investigaciones agropecuarias.

Tapie Cumbal, B. J. (2013). Introducción del camote (*Ipomoea batata* Lam.) en nuevas y diferentes presentaciones (Bachelor's thesis).

Paredes, A. L. D. (2005). Análisis de la industria de los dulces típicos de la ciudad de Puebla.