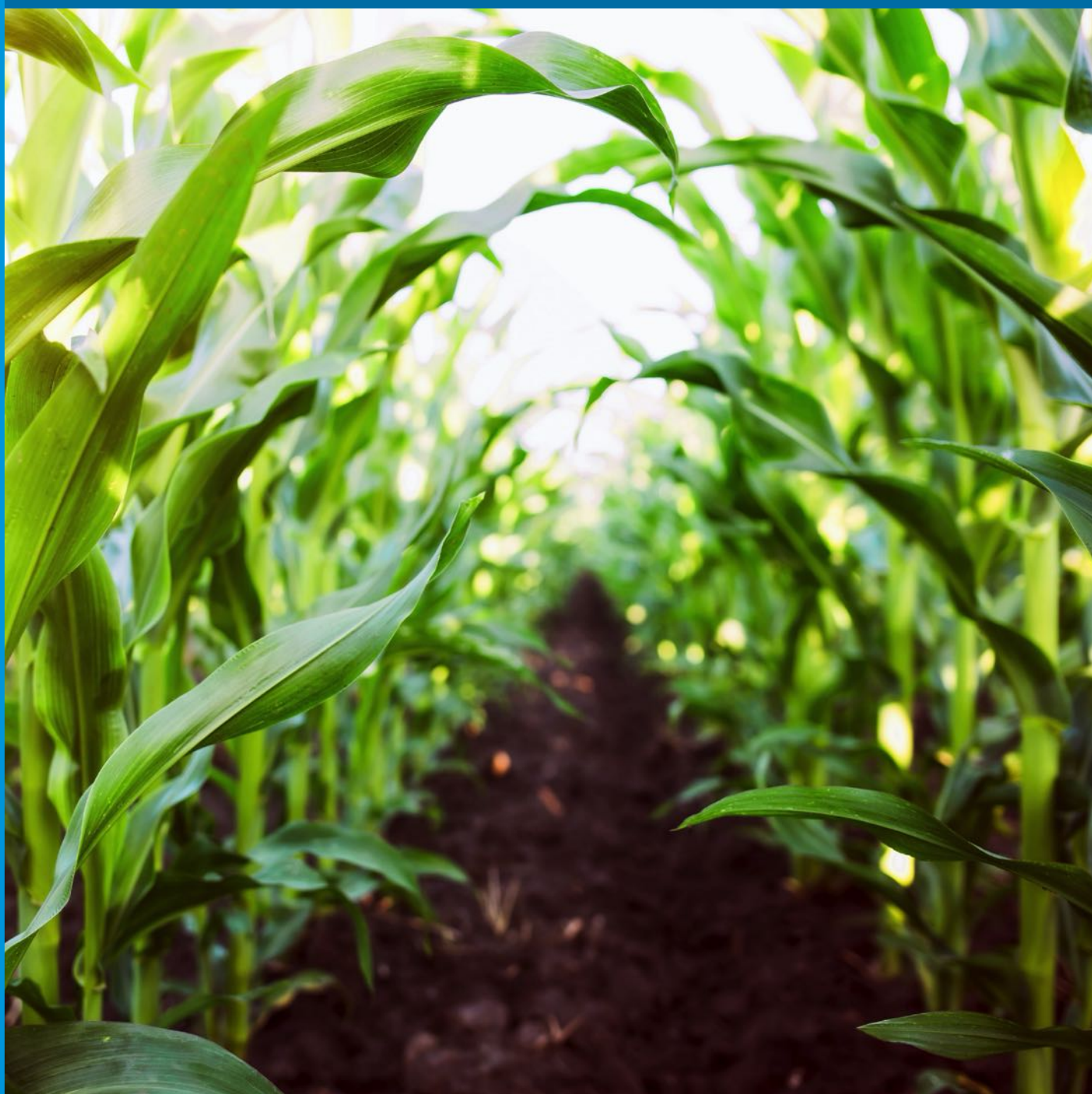




CIENCIA E INNOVACIÓN AGROALIMENTARIA DE LA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

VOLUMEN 2, NÚMERO 2, ENERO JULIO 2021



CIENCIA E INNOVACIÓN AGROALIMENTARIA DE LA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO,
Volumen 2, Número 2, enero julio 2021.
Reserva del Derecho al Uso Exclusivo No. 04-2019-070812475100-203, ISSN: en tramite.



C O N T E N I D O

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS	
EFFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS EN EL RENDIMIENTO DE GRANO EN MAÍZ Quiroz-Mercado, J.; Antuna-Grijalva, O.; Pérez-López D.J.; Coyac-Rodríguez, J.L.; Espinoza-Banda, A.; González Huerta, A.	1-15
EFFECTO IN VITRO DE EXTRACTO DE <i>Solanum nigrum mexicanus</i> EN TRES HONGOS PATÓGENOS DEL CULTIVO DE FRESA Sáenz-Sáenz, T.J.; Hernández-Ruiz, N.	16-26
IDENTIFICACIÓN DE DESCRIPTORES EN MEZCALES ARTESANALES COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA ESTRATEGIAS DE MARKETING González-Ponce, T.D.N.J.; Tapia-Rodríguez, M.Z.; Rodríguez-Hernández, G.	27-37
BEBIDAS FERMENTADAS DE LECHE DE VACA O CABRA: COMPARACIÓN FÍSICOQUÍMICA, SENSORIAL Y DE VIABILIDAD PROBIÓTICA Aguilar-Centeno, M.C.; Ozuna-López, C.; Rodríguez-Hernández, G.	38-57
COMUNICACIÓN CORTA	
APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE TRAZABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTULA DE FRAMBUESA Gámez-Ornelas, N.G.; Negrete López M.F.	58-53

Consejo Editorial

Dr. Braulio Edgar Herrera Cabrera
**Colegio de Postgraduados
Campus Puebla, México**

Dr. José Luis Trejo Espino
CeProBi-IPN, Mexico

Ph.D. Julio S. Bernal
TEXAS A&M, USA

Ph.D. Sandra Flores García
Université Laval, Canadá

Mtra. Anna Faucher
ONG Let's Food, Francia

Ph.D. Julie V. Stanton
Penn State Brandywine



**CIENCIA E INNOVACIÓN AGROALIMENTARIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO**



Campus Irapuato-Salamanca

División de Ciencias
de la Vida
Departamento de
Agronomía

Comité Editorial

Director

Dr. Jesús Hernández Ruíz

Editor en Jefe

Dra. Ana Isabel Mireles Arriaga

Editores Asociados

Dr. Jorge Eric Ruiz Nieto
Dra. Paula C. Isiordia Lachica

Asistentes

Dr. Armando Rucoba García
Dr. Alberto Saldaña Robles
Dr. Ricardo Alberto Rodríguez Carbajal

Contacto de soporte

✉ reiagro@ugto.mx

☎ 01(462) 624 1889 ext 5225, 5221



Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores, y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Universidad de Guanajuato, Consejo Editorial y Comité Editorial de la revista. Es responsabilidad del autor el uso de las ilustraciones, el material gráfico y el contenido creado para esta publicación.

CIENCIA E INNOVACIÓN AGROALIMENTARIA DE LA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO, Año 2, No. 02, enero-julio 2021, es una publicación semestral editada por la Universidad de Guanajuato, Lascuráin de Retana 5, Col. Centro, Guanajuato, Gto, C.P. 36000, Tel (473)730006, a través del Cuerpo académico I+D para el sector agroalimentario de la División de Ciencias de la Vida de la Universidad de Guanajuato del Campus Irapuato-Salamanca www.reiagro.ugto.mx, reiagro@ugto.mx. Editores responsables: Jesús Hernández Ruíz y Ana Isabel Mireles Arriaga. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2019-070812475100-203, ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Dirección de Comunicación y Enlace Universidad de Guanajuato, Ing. Vicente Chávez Aguilera, Lascuráin de Retana 5, Col. Centro, Guanajuato,

**EFFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS EN EL RENDIMIENTO DE GRANO EN
MAÍZ^a****EFFECT OF PLANT DENSITY ON GRAIN YIELD IN MAIZE**

Quiroz-Mercado, J.^{1*}; Antuna-Grijalva, O.¹; Pérez-López, D.J.²; Coyac-Rodríguez, J.L.¹; Espinoza-Banda, A.¹; González-Huerta, A.².

¹*Departamento de Fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sánchez S/N. Colonia Valle Verde. Torreón, Coahuila. C.P. 27054. (fito.ul@uaaan.edu.mx). Teléfono: (844) 411 0200. Ext. 7675.*

**Autor para correspondencia: jorge.quirozm@uaaan.edu.mx.*

²*Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México. Campus El Cerrillo. Carretera Toluca-Ixtlahuaca km. 14.5, Toluca, Estado de México. C.P. 50295. (ofrancom@uaemex.mx). Teléfonos: (722) 2965531, 1806098. Ext. 101, 102.*

Fecha de envío: 28, febrero, 2021

Fecha de publicación: 30, Julio, 2021

Resumen:

El presente trabajo se estableció en el ciclo primavera-verano de 2013 en dos localidades; El Cerrillo Piedras Blancas, municipio de Toluca y en el campo experimental de Tiacaque, municipio de Jocotitlán. El objetivo fue evaluar la respuesta del rendimiento y sus componentes numéricos en diez cultivares de maíz bajo tres densidades de planta en los Valles Altos del Estado de México. En cada localidad el experimento se estableció en un diseño experimental de bloques completos, al azar con tres repeticiones en arreglo de parcelas divididas donde la parcela grande fueron las variedades y las parcelas chicas las densidades de planta. La parcela experimental constó de tres hileras de 6 m de longitud, separadas a 0.8 m, para un área efectiva de 24 m². Las 9 variables registradas se realizaron de acuerdo a los procedimientos y las unidades de medición que están descritos por CIMMYT (1995) y González et al. (2008). Los resultados mostraron significancia estadística ($p \leq 0.01$) entre cultivares en las 9 características evaluadas. Para el factor densidad de plantas, la longitud de mazorca, peso de grano por panta, número de granos por planta y rendimiento de grano se detectaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), la densidad de 104,167 p ha⁻¹ fue la que mostró mayores rendimiento en los cultivares. El cultivar ICAMEX 2010 obtuvo el mayor rendimiento de grano con 10.23 t ha⁻¹.

Palabras clave: Localidad, cultivares, Valles Altos.

^a Proyecto: Diversidad fenotípica, estabilidad del rendimiento e identificación de maíces sobresalientes para el Valle de Toluca-Atzacmulco, México. UAEMéx, Clave: 3311/2012.

Abstract:

The present work was established in the spring-summer cycle of 2013 in two locations; El Cerrillo Piedras Blancas, municipality of Toluca and in the experimental field of Tiacaque, municipality of Jocotitlán. The objective was to evaluate the yield response and its numerical components in ten maize cultivars under three plant densities in the High Valleys of the State of Mexico. In each locality the experiment was established in an experimental design of complete random blocks with three repetitions in arrangement of divided plots where the large plot were the varieties and the small plots the plant densities. The experimental plot consisted of three rows of 6 m in length, separated at 0.80 m, for an effective area of 24 m². The 9 variables recorded were performed according to the procedures and measurement units that are described by CIMMYT (1995) and González et al. (2008). The results showed statistical significance ($p \leq 0.01$) between cultivars in the 9 characteristics evaluated. For the plant density factor the ear length, grain weight per plant, grain weight per plant and grain yield highly significant differences were detected ($p \leq 0.01$), the density of 104.167 p ha⁻¹ was the one that showed the highest yield in cultivars. The cultivar ICAMEX 2010 obtained the highest grain yield with 10.23 t ha⁻¹.

Keywords: Locality, cultivars, High Valleys.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es uno de los tres cereales más importantes en el mundo (Russell, 1991). La demanda de este cereal está aumentando a un ritmo más rápido al mismo tiempo que la población mundial se incrementa más allá de 7 mil millones de personas (Tilman et al., 2011). Por lo anterior, el aumento del rendimiento potencial es un objetivo importante para el futuro mediano (Jaggard *et al.*, 2010). En maíz el incremento del rendimiento de grano se ha atribuido al mejoramiento genético y al avance de las prácticas de producción (Duvick, 2005a, 2005b; Lee y Tollenaar, 2007). La densidad de plantas representa el factor de manejo agronómico en el maíz que ha cambiado considerablemente durante las últimas seis décadas, por lo que el aumento del rendimiento se ha atribuido, en parte, a la mayor capacidad de los nuevos híbridos de tolerar la mayor densidad de población (Fasoula y Tollenaar, 2005 y Tollenaar y Lee, 2011), pero las ganancias de rendimiento asociados con mayores densidades puede depender de la predisposición genética de los híbridos de maíz para tolerar una mayor competencia y responder con un rendimiento adicional (Tokatlidis y Koutroubas, 2004; Tokatlidis et al., 2005; Sarlangue et al., 2007; Haegele et al., 2014). La respuesta de los cultivares mejorados a mayores densidades de planta se ha documentado ampliamente (Andrade et al., 1999; Maddonni et al., 2001; Tokatlidis et al., 2011).

Algunos híbridos producen más cuando la densidad de plantas se incrementa, mientras que otros muestran pérdidas en el rendimiento de grano (Duvick y Cassman, 1999; Grassini et al., 2011; Hashemi et al., 2005). El rendimiento de grano en maíz está determinado principalmente por el número final de granos por unidad de superficie que alcanza en la madurez fisiológica y se define mayormente en un período de 30 días durante la floración (Andrade et al., 1999). Por ello, el rendimiento está asociado al número de granos por m² y bajo prácticas de manejo como la densidad de plantas (Antonieta et al., 2014; Van Roekel y Coulter, 2012; Maddonni et al., 2006). Lashkari et al. (2011) reportaron que granos por hilera, granos por planta y diámetro de mazorca disminuyeron a medida que aumentó la densidad de plantas. A esto se suma su escasa capacidad para compensar un bajo número de granos con mayor peso individual de los mismos (Andrade, et al., 1996). Esto puede dar lugar a que la respuesta del rendimiento en los sitios donde el estrés (por ejemplo la sequía) sea difícil de predecir la densidad óptima (Duvick, 2005a; Tokatlidis et al., 2011). Por lo tanto, los niveles de producciones potenciales o alcanzables pueden diferir entre las localidades, como resultado de las diferencias ambientales (Van Ittersum y Rabbinge, 1997).

En los Valles Altos del Estado de México el maíz es un cultivo que se establece principalmente en condiciones de temporal durante el ciclo primavera-verano. Sin embargo, la falta de generación de tecnología en el manejo de este cultivo para su establecimiento es deficiente en gran parte de esta región. Por ello, identificar nuevas alternativas en el manejo de maíz, especialmente en el uso de densidades de planta es de suma importancia para incrementar los rendimientos de grano bajo ambientes de los Valles Altos del Estado de México. La hipótesis es que el rendimiento de grano se ve afectado por la densidad de plantas, y el número de granos es el componente de rendimiento más sensible al efecto de la densidad de plantas. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la respuesta del rendimiento y sus componentes en diez cultivares de maíz bajo tres densidades de planta en dos localidades del Estado de México.



MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El trabajo de investigación se estableció en dos localidades del Estado de México. La localidad 1 (L1) fue El Cerrillo Piedras Blancas, municipio de Toluca y la localidad 2 (L2) en campo experimental de Tiacaque municipio de Jocotitlán, durante el ciclo agrícola de Primavera-Verano de 2013, en el Cuadro 1 se describe la ubicación, altitud, precipitación y condiciones climáticas del área de estudio.

Cuadro 1. Características de altitud, coordenadas, clima, temperatura y precipitación del área de estudio.

Table 1. Altitude, coordinates, climate, temperature and precipitation characteristics of the study area.

Localidades	Altitud (msnm)	Coordenadas	Clima	T°C media	Precipitación (mm)
El Cerrillo	2620	19° 415' Lat. Norte 99° 679' Long. Oeste	Templado semiseco	13.5	747
Tiacaque	2735	19° 4226' Lat. Norte 99° 4712' Long. Oeste	Templado sub húmedo	13.2	1008

Fuente: Programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional 2012 (MasAgro).

Material genético

Se evaluó la respuesta de diez cultivares de maíz propios para la zona de Valles Altos del Estado de México (Cuadro 2).

Densidad de siembra

Se consideraron tres densidades de planta D1= 104 167 plantas ha⁻¹, D2= 78 125 plantas ha⁻¹ y D3= 62 500 plantas ha⁻¹.

Diseño y tamaño de la parcela experimental

En cada localidad el experimento se estableció en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones en arreglo de parcelas divididas donde la parcela grande fueron las variedades y las parcelas chicas las densidades de planta. La parcela experimental constó de tres hileras de 6 m de longitud, separadas a 0.80 m, para un área efectiva de 24 m².

Cuadro 2. Cultivares de maíces evaluados en este estudio.

Table 2. Corn cultivars evaluated in this study.

Número	Cultivares	Origen o Pedigree
1	Híbridos H-40 (testigo)	(CML246 x CML 242) x M39
2	AS-723	HÍBRIDO DE CRUZA TRIPLE.
3	ASGROW MJ9082	HÍBRIDO EXPERIMENTAL
4	P804 W	HÍBRIDO EXPERIMENTAL
5	P204 W	HÍBRIDO EXPERIMENTAL
6	HID-15	(CML239 x CML242) x (L10 x L52)
7	HIT-9	(CML244 x CML 349) x IML8
8	ICAMEX 2010	(CML457 x CML459) x IML6
9	Amarillo Lomas	CRIOLLO DE TABORDA
10	Tlacotepec	CRIOLLO TLACOTEPEC

Informes proyecto de investigación del Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuícola y Forestal (ICAMEX).

Descripción del trabajo experimental

Las fechas de siembra se realizaron el 16 y 30 de abril de 2013 en las localidades El Cerrillo y Tiacaque, respectivamente. En ambas localidades se utilizó el tratamiento de fertilización 140N - 90P - 60K. El fósforo y potasio se aplicaron en su totalidad al momento de la siembra, mientras que la aplicación del nitrógeno se realizó en forma fraccionada, aplicando el 50% al momento de la siembra y el otro 50% en la segunda escarda. Las fuentes de los fertilizantes fueron: Urea (46%), superfosfato de calcio triple (46%) y cloruro de potasio (60%), respectivamente. El control de malezas se hizo en forma química aplicado Gesaprin C90 + Hierbamina, siguiendo las indicaciones recomendadas por el fabricante. Para la localidad El Cerrillo se regó el suelo diez días antes de la siembra (en punta de riego), posteriormente se aplicó un riego de auxilio el 13 de abril en la localidad El Cerrillo y 4 de mayo en la la localidad Tiacaque. La cosecha se realizó el 4 de enero de 2014 en El Cerrillo y el 22 de diciembre de 2013 en Tiacaque.

Variables de estudio

Para el registro de las variables se etiquetó seis plantas con competencia completa del surco central de la parcela útil, para medir altura de planta (AP), longitud de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM), número de hileras de mazorca (NHM), peso de grano por planta (PGP), número de granos por planta (NGP), y rendimiento de grano por hectárea (RG). Las características registradas por parcela fueron: días a floración masculina (DFM), días a floración femenina (DFF) se determinó cuando el 50% de las plantas tenían estigmas de 2-3 cm de largo. Los procedimientos y las unidades de medición empleadas en el registro de datos están descritos por CIMMYT (1995) y González et al. (2008).

Análisis estadístico

Para cada variable registrada se realizaron los análisis de varianza individual y combinado considerando una serie de experimentos en espacio en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones en arreglo de parcelas divididas mediante el programa estadístico SAS versión 9.0. Cuando los valores de F de los análisis de varianza resultaron significativos, se procedió a realizar la comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 0.05 de significancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de varianza

En el Cuadro 3 se muestra el análisis de varianza combinado para las 9 variables agronómicas. Se detectaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre cultivares en las 9 características evaluadas. Para localidades solo las variables DFM, DFF, AP, LM, NGP y NGP mostraron diferencias significativas al 0.01 de probabilidad de error. Para el factor densidad de plantas la LM, PGP, NGP y RG se detectaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$). El efecto de la densidad de plantas sobre el rendimiento de grano ha sido confirmado por Fasoula y Tollenaar, 2005; Van Roekel y Coulter, 2012; y Antonietta et al., 2014). En las interacciones LxD solo DFF y AP mostraron diferencias significativas al menos al 0.05 ($p \leq 0.05$). En la interacción LxC hubo diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) en todas las variables de estudio. Las interacciones DxC y LxDxC no mostraron diferencias significativas en las 9 variables de estudio.

Cuadro 3. Cuadrados de la media y sus significancia estadística para días a floración masculina (DFM), días a floración femenina (DFF), altura de planta (AP), longitud de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM), número de hileras de mazorca (NHM), peso de granos por planta (PGP), número de granos por planta (NGP) y rendimiento de grano (RG) en el ciclo primavera 2013.

Table 3. Mean squares and their statistical significance for days to male flowering (DFM), days to female flowering (DFF), plant height (AP), ear length (LM), ear diameter (DM), number of ear rows (NHM), grain weight per plant (PGP), number of grains per plant (NGP) and grain yield (RG) in the spring 2013 cycle.

F.V.	G	DFM	DFF	AP	LM	DM	NHM	PGP	NGP	RG
L	1	16936.20**	16397.36**	0.35**	28.56**	0.04ns	1.10ns	4798.80**	138722.27**	12.47ns
R(L)	4	134.31**	164.19**	0.28**	2.55**	0.02ns	0.22ns	451.16*	3119.62ns	13.01*
D	2	22.77ns	37.49ns	0.08ns	4.21**	0.05ns	1.69ns	1336.73**	4202.64ns	139.38**
L x D	2	40.85ns	59.49*	0.10**	0.05ns	0.07*	0.28ns	448.65ns	4733.67ns	2.88ns
D x R(L)	8	22.03ns	17.71ns	0.03*	0.39ns	0.02ns	0.61ns	96.20ns	1043.23ns	5.90ns
C	9	415.24**	437.51**	0.63**	9.22**	0.65**	15.99**	2983.28**	20410.88**	25.02**
D x C	18	18.09ns	16.72ns	0.02ns	0.61ns	0.01ns	0.76ns	248.95ns	1821.91ns	4.83ns
L x C	9	133.53**	115.40**	0.12**	2.34**	0.05**	1.01*	648.63**	6892.90**	4.92ns
LxDxC	18	18.79ns	15.26ns	0.01ns	0.58ns	0.02ns	0.58ns	191.72ns	2394.49ns	3.82ns
Error	108	15.10	14.26	0.01	0.55	0.02	0.50	4798.80	1732.21	3.94
C.V.%		3.9	3.7	5.3	5.3	3.0	5.0	9.7	10.5	22.9

ns= no significativo. *; ** = significativo al 0.05 y 0.01, respectivamente. L= Localidad; R= Repetición; D= Densidad de plantas; C= Cultivares.



Comparación de medias entre cultivares

La comparación entre cultivares se muestra en el Cuadro 4. El cultivar HIT-9 fue el más precoz para alcanzar floración masculina (88 días) y floración femenina (90 días) sus promedios fueron estadísticamente diferentes al cultivar ICAMEX 2010 que fue el más tardío con 105 y 107 días, respectivamente, seguido de los cultivares AS-MJ9082 y H-40 (104 y 106; 102 y 104 días, respectivamente). El promedio del intervalo de sincronía entre DFM y DFF para los híbridos fue de 2 días, mientras que para los criollos fue de 4 días. Estos resultados van acorde con Duvick, (2005a), donde en una comparación de los híbridos a través del período de 1930 a 1970, el intervalo de sincronía entre DFM y DFF disminuyó en los híbridos más avanzados. Estos resultados coinciden con estudios recientes por Brekke et al. (2011b) quienes concluyeron que un intervalo corto entre DFM y DFF es un factor favorable en la tolerancia a mayores densidades de planta. Los cultivares que alcanzaron mayor AP fueron los criollos Tlacotepec (2.54 y 1.62 m, respectivamente) y Amarillo Lomas (2.54 y 1.60 m, respetivamente). El cultivar con menor AP fue AS-723 (1.94 y 0.99 m, respectivamente).

Entre cultivares se muestra que para LM, Amarillo Lomas, presentó el valor promedio mayor (14.73) seguido de ICAMEX 2010, HID -15 y AS-MJ9082 mientras que para DM, Tlacotepec y H-40 presentaron los mayores valores con 4.74 y 4.72 cm respectivamente, y difirieron estadísticamente de los demás cultivares (Cuadro 4).

En cuanto a NHM, H-40 tuvo el mayor valor (16), y P804 W y Tlacotepec tuvieron los valores menores (12 y 13, respectivamente). El Criollo de Tlacotepec (147.7 g), H-40 (140.7 g), HID-15 (139.72 g) y Amarillo Lomas (138.36 g) fueron los que presentaron PGP. El NGP fue mayor para los cultivares H-40 (431) y HID-15 (438), quienes difirieron con P804 W (343), ICAMEX 2010 (378) y Tlacotepec (339). El RG, el valor promedio mayor lo alcanzó ICAMEX 2010 con 10.23 t ha⁻¹, quien difirió estadísticamente y significativamente de P804 W con 7.97 t ha⁻¹ y Tlacotepec 5.97 t ha⁻¹ quienes alcanzaron los menores rendimientos (Cuadro 3).



La respuesta de los híbridos evaluados en este estudio con relación al rendimiento de grano, va acorde con la tendencia de los cultivares modernos (H-40, AS-723, AS-MJ9082, P804 W, P204 W, HID-15, HIT-9 e ICAMEX 2010) que presentan mayor rendimiento de grano que los cultivares antiguos como son A. Lomas y Tlacotepec (Russell, 1986; Vafias et al., 2006).

Cuadro 4. Comparación de medias de los 10 cultivares de maíz para días a floración masculina (DFM), días a floración femenina (DFF), altura de planta (AP), longitud de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM), número de hileras de mazorca (NHM), peso de granos por planta (PGP), número de granos por planta (NGP) y rendimiento de grano (RG) en el ciclo primavera 2013.

Table 4. Comparison of means of the 10 maize cultivars for days to male flowering (DFM), days to female flowering (DFF), plant height (PA), ear length (LM), ear diameter (DM), number of ear rows (NHM), grain weight per plant (PGP), number of grains per plant (NGP) and grain yield (GR) in the spring 2013 cycle.

Cultivares	DFM	DFF	AP (m)	LM ----- (cm) -----	DM	NHM	PGP (g)	NGP	RG (t ha ⁻¹)
H-40	102 ab	104 abc	2.10 d	13.79 bc	4.72 a	16 a	140.76 a	431 a	9.09ab
AS-723	96 d	98 e	1.94 e	12.67 d	4.48 bc	14 b	116.86 cd	401 ab	8.35ab
AS-MJ9082	104 a	106 ab	2.24bc	14.48 ab	4.16 e	14b c	109.20 d	393 ab	9.33ab
P804 W	98b cd	100 e	2.13 bcd	13.38 cd	4.29 de	12 d	119.25 cd	343 c	7.97bc
P204 W	99 bcd	101 cde	2.12 cd	13.57 c	4.43 cd	14 c	126.43 bc	397 ab	9.73ab
HID-15	101 abc	103 bcd	2.25 b	14.50 ab	4.63 ab	15 b	139.72 ab	438 a	9.09ab
HIT-9	88 e	90 f	2.17 bcd	13.08 cd	4.41 cd	15 b	119.95 cd	420 ab	8.53ab
ICAMEX 2010	105 a	107 a	2.24 bc	14.59 ab	4.29 de	14 bc	118.22 cd	378 bc	10.23a
A. lomas	98b cd	103 abcd	2.54 a	14.73 a	4.41 cd	14 bc	138.36 ab	410 ab	8.17ab
Tlacotepec	98 cd	101 cde	2.54 a	13.41 cd	4.74a	13 d	147.26 a	339 c	5.97c
DMSH(0.05)	4	4	0.13	0.80	0.15	1	13.42	45	2.14

Las medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$).



Comparación de medias entre densidad de plantas

En las tres densidades de planta no hubo diferencias estadísticas para DFM, DFF y AP. La densidad de 62 500 p ha⁻¹ mostró el valor promedio mayor para LM y PGP y difiriendo estadísticamente de las densidades de 78 125 p ha⁻¹ y 104 167 p ha⁻¹. El NGP, DM y NHM no fueron afectados significativamente por la densidad de plantas (Cuadro 5), estos resultados difieren con un estudio realizado por Sangoi et al. (2002) y Lashkari et al. (2011).

Cuadro 5. Comparación de media de las tres densidades de planta para días a floración masculina (DFM), días a floración femenina (DFF), altura de planta (AP), longitud de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM), número de hileras de mazorca (NHM), peso de granos por planta (PGP), número de granos por planta (NGP) y rendimiento de grano (RG) en el ciclo primavera 2013.

Table 5. Mean comparison of the three plant densities for days to male flowering (DFM), days to female flowering (DFF), plant height (AP), ear length (LM), ear diameter (DM), number of ear rows (NHM), grain weight per plant (PGP), number of grains per plant (NGP) and grain yield (RG) in the spring 2013 cycle.

Densidades	DFM	DFF	AP (m)	LM ----- (cm)	DM -----	NHM	PGP (g)	NGP	RG (t ha ⁻¹)
104 161 p ha ⁻¹	100 a	102 a	2.2 a	13.5 b	4.4 a	1.4 a	122.8 b	385 a	10.3 a
78 125 p ha ⁻¹	98 a	101 a	2.2 a	13.8 ab	4.4 a	1.4 a	127.6 ab	401 a	8.0 b
62 500 p ha ⁻¹	98 a	101 a	2.1 a	14.0 a	4.4 a	1.4 a	132.3 a	398 a	7.4 b
DMSH (0.05)	2	2	0.09	0.33	0.07	0.0	5.12	17	1.27

Las medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$).



La PGP a medida que incrementa la densidad de plantas también ha sido reportado por Hashemi et al. (2005). Lo anterior puede explicarse a que mayor competencia intraespecífica en densidades de planta induce una tensión gradual en la planta durante la temporada de crecimiento que puede alterar el crecimiento de la planta (Borras et al., 2003). Sin embargo, el RG fue mayor en la densidad de 104 167 p ha⁻¹ con 10.37 t ha⁻¹ en comparación 78 125 p ha⁻¹ y 62 500 p ha⁻¹ con 8.09 y 7.47 t ha⁻¹, respectivamente.

La causa de mayor PGP en densidades bajas, pero mayor rendimiento de grano en densidades altas se debe a que el mejoramiento en cultivares de maíz modernos ha propiciado una dependencia para tolerar densidades de planta más altas que incrementan el rendimiento de grano por unidad de superficie, pero con una menor producción de grano por planta, como lo han reportado varios trabajos (Andrade et al., 2002; Fasoula y Tollenar, 2005; Sarlangue et al., 2007).

Comparación de medias entre localidades

La localidad El Cerrillo mostró mayor número de DFM (109) y sus diferencias con relación a la localidad de Tiacaque fueron estadísticamente diferentes. En Tiacaque se registró mayor altura de planta (2.27 m), LM (14.22 cm), peso de granos por planta (132.76 g) y NGP (423), sus promedios fueron estadísticamente diferentes a la localidad El Cerrillo (Cuadro 5). Lo anterior se explica a que tales incrementos en esas variables fueron debido a que los niveles de producciones potenciales o reales fueron más altos en Tiacaque (Van Ittersum y Rabbinge, 1997) comparado con El Cerrillo como resultado de las diferencias climáticas del ambiente físico.

Las variables DM, NHM y el rendimiento por hectárea fueron iguales estadísticamente en ambas localidades. La ausencia de diferencias significativas entre ambientes para las variables altura de planta ha sido reportada por Mansfield y Mumm (2013), mientras que el RG si a diferido entre ambientes (Antonietta et al., 2014).



Cuadro 6. Comparación de medias entre localidades para días a floración masculina (DFM), días a floración femenina (DFF), altura de planta (AP), longitud de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM), número de hileras de mazorca (NHM), peso de granos por planta (PGP), número de granos por planta (NGP) y rendimiento de grano (RG) en el ciclo primavera 2013.

Table 6. Comparison of means among locations for days to male flowering (DFM), days to female flowering (DFF), plant height (AP), ear length (LM), ear diameter (DM), number of ear rows (NHM), grain weight per plant (PGP), number of grains per plant (NGP) and grain yield (RG) in the spring 2013 cycle.

Localidad	DFM	DFF	AP (m)	LM ----- (cm)	DM -----	NHM	PGP (g)	NGP	RG (t ha ⁻¹)
El Cerrillo	109 a	111 a	2.18 b	13.42 b	4.44 a	14 a	122.43 b	367 b	8.91 a
Tiacaque	89 b	92 b	2.27 a	14.22 a	4.47 a	14 a	132.76 a	423 a	8.38 a
DMSH	2	1	0.09	0.22	0.05	0	3.37	11	0.84 (0.05)

Medias con la misma letra dentro de cada columna no difieren significativamente entre si (Tukey = 0.05).

CONCLUSIÓN

De acuerdo a nuestras hipótesis planteadas en este trabajo, se concluye que el rendimiento de grano fue afectado por la densidad de plantas, donde la densidad de 104,167 p ha⁻¹ fue la que mostró mayores rendimiento en los cultivares. El número de granos fue el componente del rendimiento más sensible a la densidad de plantas. Entre cultivares hubo diferencias en el número de granos, y donde el cultivar ICAMEX 2010 alcanzó los mayores rendimiento (10.23 t ha⁻¹). En cuanto a las localidades no hubo diferencias en los rendimientos alcanzados por los cultivares. Los resultados de este estudio permite considerar esta información para ser utilizada como base para centrarse en el germoplasma apropiado con potencial para mejorar la tolerancia a la densidad de plantas, rasgos pertinentes, y los niveles de densidad de plantas significativas en futuros estudios para caracterizar mejor tolerancia a la densidad de plantas.

LITERATURA CITADA

- Andrade, F. H., A. G. Cirilo, S. Uhart and M. E. Otegui. (1996). Ecofisiología del cultivo de maíz. Dekalpress, Buenos Aires, Argentina. 192 p.
- Andrade, F. H., Echarte, L., Rizzalli, R., Della Maggiora, A., Casanovas, M. (2002). Kernel number prediction in maize under nitrogen or water stress. *Crop Science*, 42: 1173–1179.
- Andrade, F. H., Vega, C.R.C., Uhart, S., Cirilo, A., Cantarero, M., Valentinuz, O. (1999). Kernel number determination in maize. *Crop Science*, 39: 453–459.
- Antonietta M., Fanello D. D., Acciaresi H. A., Guamet J. J. (2014). Senescence and yield responses to plant density in stay green and earlier-senescing maize hybrids from Argentina. *Field Crops Research*, 155:111–119.
- Borras, L., G. A. Maddonni, and M. E. Otegui. (2003). Leaf senescence in maize hybrids: Plant population, row spacing and kernel set effects. *Field Crops Research*, 82:13–26.
- Brekke, B., J. Edwards, and A. Knapp. (2011). Selection and adaptation to high plant density in the Iowa stiff stalk synthetic maize (*Zea mays* L.) population: II. Plant morphology. *Crop Science* 51: 2344–2351.
- Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo, CIMMYT. (1995). Manejo de los Ensayos e Informe de los Datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT. 5ª reimpresión. México, D. F. 21 p.
- Duvick, D. N. (2005a). The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays* L.). *Advance Agronomy*, 86:83–145.
- Duvick, D.N. (2005b). Genetic progress in yield of United States maize (*Zea mays* L.). *Maydica* 50:193–202.
- Duvick, D. N., and K.G. Cassman. (1999). Post-green revolution trends in yield potential of temperate maize in the northcentral United States. *Crop Science*. 39:1622–1630.
- Fasoula, V. A. and M. Tollenaar. (2005). The impact of plant population density on crop yield and response to selection in maize. *Maydica*, 50: 39–48.
- González, H.A.; Vázquez, G.L.M.; Sahagún, C.J. y Rodríguez, P.J.E. (2008). Diversidad fenotípica de variedades e híbridos de maíz en el Valle Toluca-Atacomulco, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 31(1):67-76.

- Grassini, P., Thorburn, J., Burr, C., Cassman, K.G. (2011). High-yield irrigated maize in the Western U. S. corn belt: I. On-farm yield, yield potential, and impact of agronomic practices. *Field Crop Research*, 120: 142–150.
- Haegerle J. W., Becker R. J., Henninger A. S., and Below F. E. (2014). Row Arrangement, Phosphorus Fertility, and Hybrid Contributions to Managing Increased Plant Density of Maize. *Agronomy Journal*, 106:1838–1846.
- Hashemi A. M., S. J. Herbert and D.H. Putnam. (2005). Yield response of corn to crowding stress. *Agronomy Journal*, 97: 839-846.
- Jaggard K.W., Qi A., Ober E.S. (2010). Possible changes to arable crop yields by 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 365: 2835-2851.
- Lashkari, M., H. Madani, M.R.A.F. Golzardi, and K. Zargari. (2011). Effect of plant density on yield and yield components of different corn (*Zea mays* L.) hybrids. *American-Eurasian Journal of Agronomic and Environmental Science*. 10: 450–457.
- Lee, E.A., and M. Tollenaar. (2007). Physiological basis of successful breeding strategies for maize grain yield. *Crop Science*, 47: 202–215.
- Maddonni, G.A., M.E. Otegui and A.G. Cirilo. (2001). Plant population density, row spacing and hybrid effects on maize canopy architecture and light attenuation. *Field Crop Research*, 71: 183-193.
- Maddonni, G. A., Otegui, M. E., Cirilo, A. G. (2006). Row width and maize grain yield. *Agronomy. Journal*, 98: 1532–1543.
- Mansfield B.D. and Mumm R. H. (2013). Survey of plant density Tolerance in U.S. maize germplasm. *Crop Science*. 54: 157-173.
- Russell, W.A. (1986). Contribution of breeding to maize improvement in the United States 1920s-1980s, Iowa State. *Journal Research*, 61: 5-34.
- Russell, W. A. (1991). Genetic improvement of maize yields. *Advance Agronomy*. 46. pp. 245-298.
- Sangoi, L., Gracietti, M.A., Rampazzo, C., Bianchetti, P. (2002). Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant population. *Field Crops Research*, 79: 39–51.
- Sarlangue, T., Andrade, F. H., Calvino, P. A., Purcell, L. C. (2007). Why do maize hybrids respond differently to variations in plant density? *Agronomy Journal*, 99: 984–991.

EFFECTO IN VITRO DE EXTRACTO DE *Solanum nigrum mexicanus* EN TRES HONGOS PATÓGENOS DEL CULTIVO DE FRESA^a**IN VITRO EFFECT OF *Solanum nigrum* EXTRACT ON THREE PATHOGENIC FUNGI OF STRAWBERRY CROP**Sáenz-Sáenz, T.J^{1*} ; Hernandez-Ruiz, N²¹*División de Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato. Ex Hacienda El Copal, Km 9 Carretera Irapuato-Silao, C.P. 36500, Irapuato, Gto., México.*** E-mail: saenz2gava@gmail.com (autor responsable)*²*Universidad del Istmo. Ciudad Universitaria S/N, Barrio Santa Cruz, 4a. Sección Sto.Domingo Tehuantepec, Oax., México C.P. 7076.C*

Fecha de envío: 03, enero, 2021

Fecha de publicación: 30, julio, 2021

Resumen:

El cultivo de fresa tiene una gran importancia económica en el estado de Guanajuato, México, siendo el tercer productor de fresa a nivel nacional. No obstante, en la última década se ha visto afectado, por diversas enfermedades entre las que destacan los hongos patógenos, una alternativa para combatir dichas enfermedades es el uso de extractos vegetales. El objetivo de este estudio fue evaluar la actividad antifúngica in vitro de *Solanum nigrum* sobre el complejo de hongos que causan secadera en el cultivo de fresa. Se emplearon cepas patógenas de *Fusarium oxysporum*, *Alternaria* sp y *Rhizoctonia* sp., previamente purificados mediante cultivos monospóricos y por punta de hifa, y caracterizados morfológicamente. Para determinar la inhibición del crecimiento, se utilizó la metodología de medio envenenado, donde se evaluaron tres concentraciones de los extractos (3, 4 y 5 mL relación p/v para *Fusarium oxysporum* y *Alternaria* sp; 2, 3 y 4 mL para *Rhizoctonia* sp). Los volúmenes de extracto que mostraron una inhibición del 100% fueron de 4mL y 5mL para *Fusarium oxysporum* y *Alternaria* sp y de 3 y 4 mL para *Rhizoctonia* sp. En conclusión en esta evaluación preliminar el extracto de *Solanum nigrum* presentó potencial antifúngico para los hongos de *F. oxysporum*, *Alternaria* sp y *Rhizoctonia* sp.

Palabras clave: hierba mora, solanaceae, secadera en fresa, actividad antifúngica..**Abstract:**

The strawberry crop is of great economic importance in the state of Guanajuato, Mexico, being the third largest strawberry producer in the country. However, in the last decade it has been affected by several diseases, among which pathogenic fungi stand out. An alternative to combat these diseases is the use of plant extracts. The objective of this study was to evaluate the in vitro antifungal activity of *Solanum nigrum* on the complex of fungi that cause dryness in strawberry crops. Pathogenic strains of *Fusarium oxysporum*, *Alternaria* sp and *Rhizoctonia* sp. were used,

^a Como parte del trabajo de titulación del autor principal y colaboración entre los cuerpos académicos UNISTMO-CA-15 Desarrollo rural sustentable y CA-UGTO-2014 I+D para el sector agroalimentario.

previously purified by monosporic and hyphal tip cultures, and morphologically characterized. To determine growth inhibition, the poisoned medium methodology was used, where three concentrations of the extracts were evaluated (3, 4 and 5 mL w/v ratio for *Fusarium oxysporum* and *Alternaria* sp; 2, 3 and 4 mL for *Rhizoctonia* sp). The volumes of extract that showed 100% inhibition were 4mL and 5mL for *Fusarium oxysporum* and *Alternaria* sp and 3 and 4 mL for *Rhizoctonia* sp. In conclusion, in this preliminary evaluation, the *Solanum nigrum* extract showed antifungal potential for *F. oxysporum*, *Alternaria* sp and *Rhizoctonia* sp fungi.

Keywords: beneficial insects, biodiversity, agroecosystems, agroecology.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la fresa tiene una gran importancia desde el punto de vista socioeconómico. Guanajuato es el tercer productor de fresa a nivel nacional, sin embargo, el cultivo de fresa presenta diversas enfermedades causadas por infección con hongos como la mancha foliar (*Alternaria alternata*), antracnosis (*Colletotrichum fragariae* y *Colletotrichum acutatum*), pudrición de las raíces negras (varias especies de *Fusarium*, *Verticillium* y *Rhizoctonia*) (Hancock et al., 2008).

En la region del Bajío el ataque de ciertos hongos, como *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Verticillium* sp., y *Phytophthora* sp., propician la enfermedad conocida como “secadera”, así como otras enfermedades coronarias y de raíz asociadas a estos microorganismos, se consideran un grave problema para la producción agrícola de la fresa, ya que les generan pérdidas económicas a los productores (De los Santos et al. 2003; Mariscal-Amaro et al., 2017).

Desde la década de 1990, la enfermedad de la secadera es la más frecuente, pues se presenta desde etapas tempranas del cultivo (trasplante) y causa pérdidas mayores a 50%, equivalente a 7.5 ton ha⁻¹ (Castro y Dávalos 1990); esta situación persiste, ya que Mariscal-Amaro et al. (2017) reportan que la frecuencia de esta especie en el cultivo de fresa en Guanajuato fue de 54% en el ciclo PV/2014 y de 60% en el ciclo PV/2015, y Juárez-García et al. (2021) reportan una frecuencia del 88% en cultivo de fresas muestreados en Guanajuato .

Para controlar esta enfermedad, se utilizan fungicidas con base química como la cloropicrina (Pic) y el 1,3-dicloropropeno (1,3-D) (López-Medina et al. 2007; Zhang et al. 2019), los cuales, de acuerdo con el Registro Sanitario de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y LMR de México, cuentan con la categoría toxicológica I y IV, respectivamente (COFEPRIS 2020). El empleo de estas sustancias implica el

desarrollo de resistencia de los patógenos, así como problemas ambientales aunado el impacto de los residuos sobre los organismos beneficios del suelo, que se traducen en un riesgo para la sanidad del suelo agrícola y para la salud de los consumidores (Tortora et al., 2012; Juarez-Garcia et al., 2020).

Lo anterior hace evidente la búsqueda de nuevos productos, amigables con el ambiente. Por lo que se buscaron fuentes vegetales disponibles para su evaluación inicial ante hongos patógenos del cultivo de fresa, *Solanum nigrum* presenta alcaloides, taninos, cumarinas, saponinas y flavonoides, estos últimos han demostrado tener propiedades antibacterianas, antivirales y antifúngicas. Por lo cual el objetivo del presente trabajo fue evaluar la actividad antifúngica in vitro de *Solanum nigrum* sobre los hongos *F. oxysporum*, *Alternaria* sp y *Rhizoctonia* sp.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección del material vegetal

La primera etapa consistió en recolectar plantas de *Solanum nigrum* en la comunidad de El Copal, Irapuato, Gto. Se trasladaron al laboratorio de cultivo de tejidos de la Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca, en donde se seleccionó la parte vegetativa de interés, rechazando hojas enfermas o con daños mecánicos o por insectos. En seguida se pesó la cantidad necesaria de hojas (250 g), se desinfectó con hipoclorito de sodio al 5% durante 5 min, y se enjuagó tres veces con agua destilada.

Preparación del extracto

Con ayuda de una licuadora de mano se procedió a moler los 250 gr de *Solanum nigrum* previamente desinfectado, esto con 250 mL de etanol. Posteriormente con papel filtro se separaron los residuos vegetales del extracto, el cual se almacenó en tubos falco y se puso a centrifugar a 5,000 rpm durante 15 min. Al terminar se vació el extracto en frascos ámbar y se refrigeró a 12-14°C.

Preparación del medio de cultivo (PDA)

Se preparó el medio de cultivo PDA marca Bionxol, de acuerdo con las recomendaciones señaladas por el fabricante (39 gr L⁻¹), Una vez que se esterilizó el PDA se esperó a que la temperatura bajara, se agregó el ácido tartárico a una concentración de 0.2% y se mezcló. Se colocaron las cajas por tratamiento y por hongo, se agregó el extracto vegetal (para *F. oxysporum* y *Alternaria* sp se

agregaron 3, 4 y 5 mL y para *Rhizoctonia* 2, 3 y 4 mL, por cada hongo se realizaron dos repeticiones y un testigo), enseguida se agregaron 20 mL de PDA en cada caja petri, se movió un poco para que se mezclara bien con el extracto y se esperó a que solidifique y enfríe. Las cepas patógenas, identificadas previamente, se sembraron con el método de cultivo envenenado, donde se colocó una fracción radial de 5.0 mm de diámetro.

Análisis estadístico

Se realizó un diseño totalmente al azar (DCA), con 12 tratamientos, (tres hongos diferentes, a tres concentraciones de extracto, con sus respectivos testigos). Se realizó un análisis de varianza y una prueba de Tukey (SAS, 2002). Evaluación de la inhibición micelial Cada tratamiento se colocó en una incubadora a 27°C. La evaluación de la inhibición del extracto de *Solanum nigrum* sobre las cepas de hongos infecciosos, se realizó midiendo cada 24 h por 21 días el diámetro del desarrollo de la colonia de cada uno de los tratamientos y testigos con un vernier digital marca Weston plus de una escala de 0 a 200 mm, generando una base de datos, de la cual se calculó el porcentaje de inhibición con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de inhibición} = \frac{\text{diámetro micelial del testigo} - \text{diámetro micelial del tratamiento}}{\text{diámetro micelial del testigo}} \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento radial de *Fusarium oxysporum* se mantuvo constante en los 21 días de evaluación en el testigo (de 5 a 50 mm) y en el tratamiento con la concentración de extracto *Solanum nigrum* a 3 mL (de 5 a 45 mm). Sin embargo, en el tratamiento con la concentración de 4 y 5 mL no mostro crecimiento a partir del tercer día, por lo cual se infiere que *Solanum nigrum* en condiciones in vitro presenta actividad antifúngica sobre *F. oxysporum* (Figura 1).



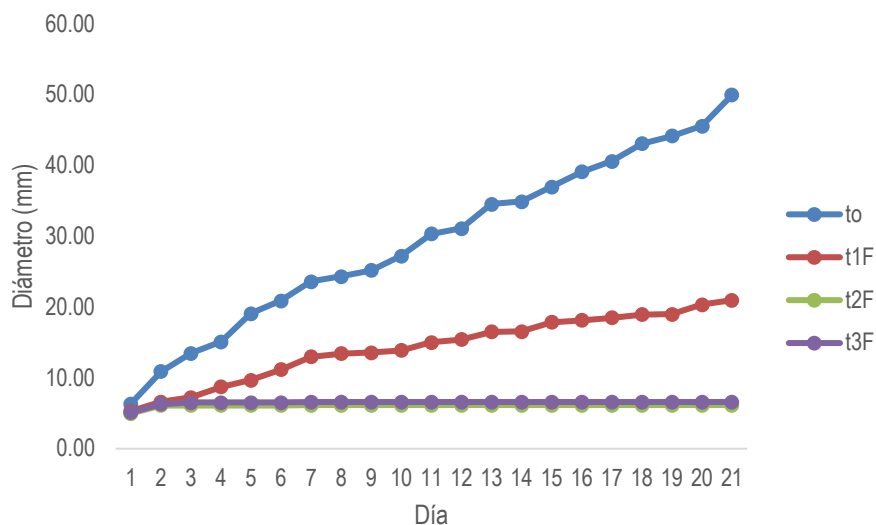


Figura 1. Curva de crecimiento radial (mm) de *Fusarium oxysporum* en PDA con extracto de *Solanum nigrum*. (to=testigo; t1F= 3 mL de extracto; t2F= 4 mL de extracto; t3F= 5 mL de extracto).

Figura1. Radial growth curve (mm) of *Fusarium oxysporum* on PDA with *Solanum nigrum* extract (to=test; t1F= 3 mL of extract; t2F= 4 mL of extract; t3F= 5 mL of extract)

En *Alternaria* sp, el crecimiento radial del testigo se mantuvo constante en los 21 días pasando de 5 a 70 mm. Y en los tratamientos con la concentración de 3, 4 y 5 mL no mostro crecimiento a partir del tercer día, por lo cual se infiere que *Solanum nigrum* en condiciones in vitro presenta actividad antifúngica sobre *Alternaria* sp (Figura 2).

El crecimiento radial de *Rhizoctonia* sp se mantuvo constante en los 21 días de evaluación en el testigo (de 5 a 45 mm) y en el tratamiento con la concentración de extracto *Solanum nigrum* a 2 mL (de 5 a 28 mm). Sin embargo, en el tratamiento con la concentración de 3 y 4 mL no mostro crecimiento a partir del tercer día, por lo cual se infiere que *Solanum nigrum* en condiciones in vitro presenta actividad antifúngica sobre *Rhizoctonia* sp (Figura 3).

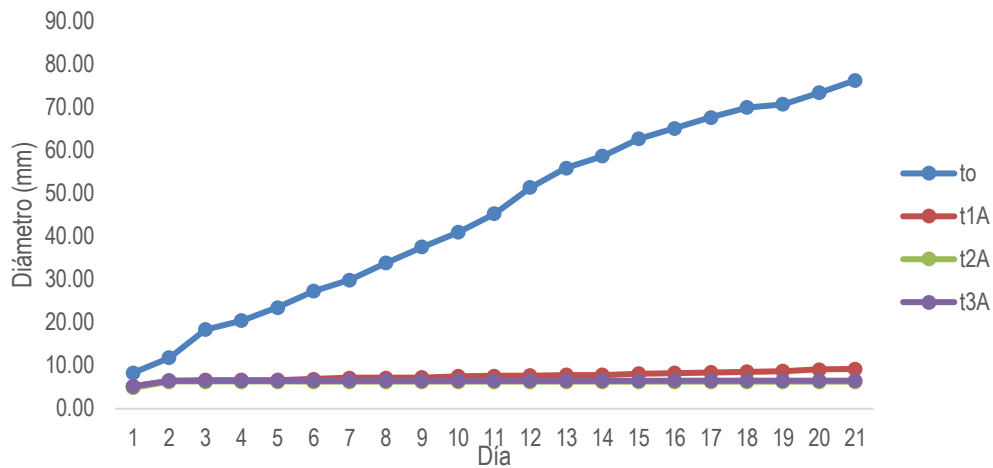


Figura 2. Curva de crecimiento radial (mm) de *Alternaria sp.*, en PDA con extracto de *Solanum nigrum*. (to= testigo; t1A= 3 mL de extracto; t2A= 4 mL de extracto; t3A= 5 mL de extracto).

Figure 2. Radial growth curve (mm) of *Alternaria sp.* on PDA with *Solanum nigrum* extract (to= control; t1A= 3 mL of extract; t2A= 4 mL of extract; t3A= 5 mL of extract).

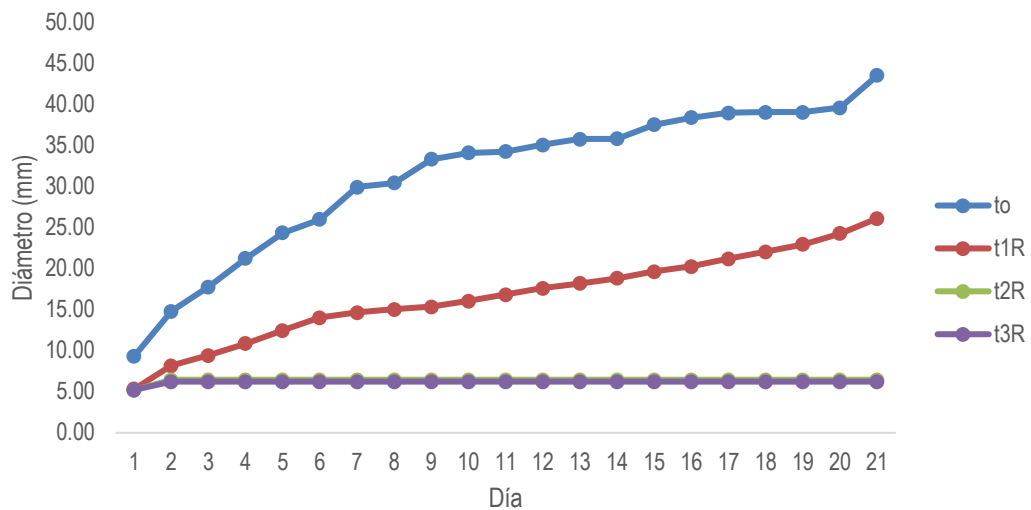


Figura 3. Curva de crecimiento radial (mm) de *Rhizoctonia sp.*, en PDA con extracto de *Solanum nigrum*. (to= testigo; t1R= 2 mL de extracto; t2R= 3 mL de extracto; t3R= 4 mL de extracto).

Figure 3. Radial growth curve (mm) of *Rhizoctonia sp.* on PDA with *Solanum nigrum* extract (to= control; t1R= 2 mL of extract; t2R= 3 mL of extract; t3R= 4 mL of extract).

Los extractos de *Solanum nigrum* con una concentración de 3 mL, presentó una inhibición para *F. oxysporum* del 46% al tercer día, teniendo una máxima inhibición del 58% al día 21. En la concentración de 4 mL su inhibición al día 21 fue de 88% y en la concentración de 5 mL presentó una inhibición de 87% al día 21. En *Alternaria* sp, el extracto de *S. nigrum* con la concentración de 3 mL, el extracto de presentó una inhibición del 88% al día 21. En la concentración de 4 mL, la inhibición al día 21 fue del 91% y en la concentración de 5 mL fue del 92%. Finalmente, para el hongo de *Rhizoctonia* sp, el extracto a una concentración de 2 mL presentó una inhibición del 40% al tercer día, y al día 21 un porcentaje de inhibición de 48%. En la concentración de 3 mL presentó un 64% de inhibición al tercer día, y al día 21 presentó una inhibición del 85%, en la concentración de 4 mL presentó un 86% de inhibición micelial al día 21 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de inhibición micelial de *Fusarium oxysporum*, *Alternaria* sp y *Rhizoctonia* sp, con el extracto de *Solanum nigrum*.

Table 1. Percent mycelial inhibition of *Fusarium oxysporum*, *Alternaria* sp and *Rhizoctonia* sp, with *Solanum nigrum* extract.

<i>Tratamiento*</i>	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15	Día 18	Día 21
T1F	46	46	46	50	52	56	58
T2F	54	71	75	80	83	86	88
T3F	52	69	74	79	82	85	87
T1A	64	75	81	85	87	88	88
T2A	66	77	83	88	90	91	91
T3A	65	76	83	87	90	91	92
T1R	40	40	40	41	43	46	48
T2R	64	75	81	82	83	83	85
T3R	65	76	81	82	83	84	86

*T1F= concentración de 3 mL de extracto en *F. oxysporum*; T2F= concentración de 4 mL de extracto en *F. oxysporum*; T3F= concentración de 5 mL de extracto en *F. oxysporum*; T1A= concentración de 3 mL de extracto en *Alternaria* sp; T2A= concentración de 4 mL de extracto en *Alternaria* sp; T3A= concentración de 5 mL de extracto en *Alternaria* sp; T1R= concentración de 2 mL de extracto en *Rhizoctonia* sp; T2R= concentración de 3 mL de extracto en *Rhizoctonia* sp; T3R= concentración de 4 mL de extracto en *Rhizoctonia* sp.

Para el género de los hongos *Fusarium*, *Alternaria* y *Rhizoctonia* existen reportes de diversos extractos vegetales que inhiben su crecimiento, por ejemplo Babu-Joseph & Kumar (2008) empleo extractos de Neem (*Azardiachta indica*), ajenojo (*Artemessia annua*), albahaca (*Ocimum sanctum*); Villa-Martínez et al. (2015) emplearon extractos acuosos de neem (*Azardiachta indica*) y sauce (*Salix babylonica*); Necha y Barrera (2009) evaluaron epazote (*Teloxys ambrosioides*), hierbabuena (*Mentha spicata*), ruda (*Ruta chalepensis*), tomillo (*Thymus vulgaris*), canela (*Cinnamomum verum*), clavo (*Syzygium aromaticum*), ajo (*Allium sativum*), limón (*Citrus aurantifolia*) y eucalipto (*Eucalyptus*); Chávez y Jara, (2014) evaluaron los extractos de ajo (*Allium sativum*), y ortiga (*Urtica dioica*). Sin embargo, no existen reportes del uso de extractos etalonicos de *Solanum nigrum* para el control de *Fusarium*, *Alternaria* y *Rhizoctonia* aislados de cultivo de fresa.

Por el contrario existen reportes que Hierba mora (*S. nigrum*) se ha evaluado la actividad antifungica en 424 artículos científicos de los cuales se enfocan principalmente en los patógenos *Botrytis cinérea* (95 reportes), *Alternaria solani* (168 reportes), y *Phytophthora infestans* (156 reportes). Reportándose un total de 337 evaluaciones in vitro y 87 directamente en cultivos, por ejemplo, como lo reporta Fiallos-Montalvo (2011), que evaluó una aplicación de extracto alcohólico y acuoso de bayas de hierba mora (*S. nigrum*) en dosis de 20cc/L para determinar el porcentaje de control de *Botrytis cinerea* en caja Petri, mientras que para el diseño estadístico en campo evaluó la variable: porcentaje de control de *Botrytis cinerea* en los botones florales de rosas de la variedad Freedom.

Para *Fusarium oxysporum*, se presentaron diferencias significativas entre el testigo (ToF) y el tratamiento T1F. Entre los tratamientos T2F y T3F no presentó diferencias significativas. En cambio, para el hongo *Alternaria* sp., solo presentó diferencias significativas entre el testigo (ToA) y los tres tratamientos (T1A, T2A y T3A), y estos fueron estadísticamente iguales entre sí. Para *Rhizoctonia* sp, se presentaron diferencias significativas entre el testigo (ToR) y el tratamiento T1R. Entre los tratamientos T2R y T3R no presentó diferencias significativas. Sin embargo, entre los tratamientos T2F y T3F de *F. oxysporum*; T1A, T2A y T3A de *Alternaria* sp y los tratamientos T2R y T3R de *Rhizoctonia* sp, no hubo diferencias significativas. En cambio, si hubo diferencias significativas entre los testigos (ToF; ToA; ToR) y el tratamiento T1R de *Rhizoctonia* sp (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cuadro de medias para cada uno de los tratamientos evaluados sobre el extracto de *S. nigrum*.

Table 2. Table of means for each of the treatments evaluated on *S. nigrum* extract.

Tratamiento*	Día							
	1	3	6	9	12	15	18	21
T0F	6.36 ^C	13.48 ^B	20.91 ^B	25.19 ^C	31.11 ^C	37.00 ^B	43.13 ^B	49.98 ^B
T1F	5.31 ^D	7.26 ^D	11.21 ^D	13.60 ^D	15.45 ^D	17.89 ^C	18.95 ^D	20.99 ^E
T2F	4.98 ^{DE}	6.14 ^D	6.14 ^E	6.17 ^E	6.17 ^E	6.17 ^D	6.17 ^E	6.17 ^F
T3F	5.10 ^{DE}	6.52 ^D	6.52 ^E	6.60 ^E	6.60 ^E	6.60 ^D	6.60 ^E	6.60 ^F
T0A	8.36 ^B	18.46 ^A	27.35 ^A	37.58 ^A	51.40 ^A	62.70 ^A	70.04 ^A	76.33 ^A
T1A	5.24 ^{DE}	6.65 ^D	6.29 ^E	7.30 ^E	7.70 ^E	8.17 ^D	8.58 ^E	9.24 ^F
T2A	4.87 ^E	6.30 ^D	6.30 ^E	6.30 ^E	6.30 ^E	6.30 ^D	6.30 ^E	6.30 ^F
T3A	5.21 ^{DE}	6.49 ^D	6.50 ^E	6.50 ^E	6.50 ^E	6.50 ^D	6.52 ^E	6.52 ^F
T0R	9.33 ^A	17.78 ^A	25.99 ^A	33.33 ^A	35.10 ^B	37.53 ^B	39.06 ^C	43.53 ^C
T1R	5.33 ^D	9.45 ^C	14.04 ^C	15.34 ^D	17.60 ^D	19.65 ^C	22.08 ^D	26.12 ^D
T2R	5.20 ^{DE}	6.47 ^D	6.47 ^E	6.47 ^E	6.47 ^E	6.47 ^D	6.47 ^E	6.47 ^F
T3R	5.23 ^{DE}	6.24 ^D	6.24 ^E	6.24 ^E	6.24 ^E	6.24 ^D	6.24 ^E	6.24 ^F

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (a un alfa de 0.05).

* T0F= *F. oxysporum* sin extracto; T1F= concentración de 3 mL de extracto en *F. oxysporum*; T2F= concentración de 4 mL de extracto en *F. oxysporum*; T3F= concentración de 5 mL de extracto en *F. oxysporum*; T0A= *Alternaria* sp sin extracto; T1A= concentración de 3 mL de extracto en *Alternaria* sp; T2A= concentración de 4 mL de extracto en *Alternaria* sp; T3A= concentración de 5 mL de extracto en *Alternaria* sp; T0R= *Rhizoctonia* sp sin extracto; T1R= concentración de 2 mL de extracto en *Rhizoctonia* sp; T2R= concentración de 3 mL de extracto en *Rhizoctonia* sp; T3R= concentración de 4 mL de extracto en *Rhizoctonia* sp.



CONCLUSIÓN

El extracto etanólico de *Solanum nigrum* presento un 88% de inhibición micelial contra *Fusarium oxysporum* con el tratamiento de 4 mL de extracto (concentración del 9%), un 92% de inhibición micelial contra *Alternaria sp* con el tratamiento de 4 mL de extracto (concentración del 9%), un 86% de porcentaje de inhibición micelial contra *Rhizoctonia sp* con el tratamiento de 4 mL.

LITERATURA CITADA

[COFEPRIS] Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. [internet]. 2020. Consulta de Registros Sanitarios de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y LMR. [cited 2020 May 01]. Disponible en: <http://siipris03.cofepris.gob.mx/Resoluciones/Consultas/ConWebRegPlaguicida.asp>

Babu-Joseph, M. A. D., & Kumar, V. (2008). Bioefficacy of plant extracts to control *Fusarium solani* f. sp. *melongenae* incitant of brinjal wilt. *Global Journal of Biotechnology & Biochemistry*, 3(2), 56-59.

Bascompte, J., & Solé, R. (2005). Margalef y el espacio o porqué los ecosistemas no bailan sobre la punta de una aguja. *Ecosistemas*, 14(1): 3-6.

Castro, F. J., & Dávalos, P. (1990). Etiología de la secadera o pudrición de la raíz y corona de la fresa en Irapuato, Gto. *Rev. Mex. Fitopatol*, 8, 80-86.

Chávez, A. R., & Jara, A. S. A. (2014). Control de los hongos del suelo *Rhizoctonia sp.*, *Fusarium sp.* y *Sclerotium sp.* con extractos vegetales. *Investigación Agraria*, 14(1), 17-23.

De los Santos, B., Barrau, C., & Romero, F. (2003). Strawberry fungal diseases. *Journal Of Food Agriculture & Environment*, 1(3-4), 129-132.

Fiallos Montalvo, H. E. (2011). *Inhibición de Botrytis cinerea en rosas a base de extractos alcohólicos y acuoso de hierba mora (Solanum Nigrum)* (Bachelor's thesis).

García, R. A. J., Gómez, D. S., Santoyo, L. F. R., Nieto, J. E. R., González, J. P., & Ruiz, J. H. (2021). Áreas geográficas susceptibles a *Fusarium oxysporum* en el cultivo de fresa en Guanajuato, México. *Bioagro*, 33(1), 51-58.

- Hancock, J. F., Sjulín, T. M., & Lobos, G. A. (2008). Strawberries. In *Temperate fruit crop breeding* (pp. 393-437). Springer, Dordrecht.
- Juárez-García, R. A., Sanzón-Gómez, D., Ramírez-Santoyo, L. F., Ruiz-Nieto, J. E., & Hernández-Ruíz, J. (2020). Inhibición del crecimiento in vitro de *Fusarium oxysporum* Schltdl., con extracto de *Argemone ochroleuca* Sweet (Papaveraceae). *Acta Agrícola y Pecuaria*, 6(1).
- Mariscal-Amaro, L. A., Rivera-Yerena, A., Dávalos-González, P. A., & Ávila-Martínez, D. (2017). Situación actual de hongos asociados a la secadera de la fresa (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) en Guanajuato, México. *Agrociencia*, 51(6), 673-681.
- Medina, J. L., Aranda, J. M. L., Mínguez, J. J. M., Enamorado, L. M., Navarro, C. S., Romero, F. J. D., & Gil, F. F. (2007). Strawberry production from transplants fumigated with methyl bromide alternatives. *Spanish Journal of Agricultural Research*, (3), 407-416.
- Necha, L. L. B., & Barrera, L. J. G. (2008). Actividad antifúngica de aceites esenciales y sus compuestos sobre el crecimiento de *Fusarium* sp. aislado de papaya (*Carica papaya*). *Revista científica UDO agrícola*, 8(1), 33-41.
- Tortora, M. L., Díaz-Ricci, J. C., & Pedraza, R. O. (2012). Protection of strawberry plants (*Fragaria ananassa* Duch.) against anthracnose disease induced by *Azospirillum brasilense*. *Plant and soil*, 356(1), 279-290.
- Villa-Martínez, A., Pérez-Leal, R., Morales-Morales, H. A., Basurto-Sotelo, M., Soto-Parra, J. M., & Martínez-Escudero, E. (2015). Situación actual en el control de *Fusarium* spp. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales. *Acta Agronómica*, 64(2), 194-205.



- Tilman, D., C. Balzer, J. Hill, and B.L. Befort. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of American*. 108; 50 20260-20264.
- Tokatlidis, I.S., Has, V., Melidis, V., Has, I., Mylonas, I., Evgenidis, G., Copandean, A., Ninou, E., Fasoula, V.A. (2011). Maize hybrids less dependent on high plant densities improve resource-use efficiency in rainfed and irrigated conditions. *Field Crops Research*, 120: 345–351.
- Tokatlidis, I.S., Koutroubas, S.D. (2004). A review study of the maize hybrids' dependence on high plant populations and its implications on crop yield stability. *Field Crops Research*, 88: 103–114.
- Tokatlidis, I.S., Koutsika-Sotiriou, M., Tamoutsidis, E. (2005). Benefits from using maize density-independent hybrids. *Maydica* 50, 9–17.
- Tollenaar, M., and E.A. Lee. (2011). Strategies for enhancing grain yield in maize. *Plant Breeding Reviews*, 34:37–82.
- Vafias, B., C. G. Ispalandis, C. Goulas and P. N. Deligeorgidis. (2006). An approach on yielding performance in maize under varying plant densities. *Asian Journal Plant Science*, 5:690-694.
- Van Ittersum M.K., and Rabbinge R. (1997). Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations. *Field Crops Research*, 52:197-208.
- Van Roekel, R. J. y Coulter J. A. (2012). Agronomic Responses of Corn Hybrids to Row Width and Plant Density. *Agronomy Journal*. 104:612–620.
- Widdicombe, W. D., and K. D. Thelen. (2002). Row width and plant density effects on corn grain production in the northern Corn Belt. *Agronomy Journal*, 94:1020–1023.



IDENTIFICACIÓN DE DESCRIPTORES EN MEZCALES ARTESANALES COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA ESTRATEGIAS DE MARKETING^a**IDENTIFICATION OF CRAFT MEZCAL DESCRIPTORS AS A TOOL FOR DEVELOPING MARKETING STRATEGIES**

González-Ponce, T.D.N.J.¹; Tapia-Rodríguez, M.Z.²; Rodríguez-Hernández, G³.

¹*Departamento de Agronomía, División Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca. Ex Hacienda El Copal, Km 9 Carretera Irapuato-Silao, C.P. 36500, Irapuato, Gto., México. tnjg.ponce@gmail.com*

²*Licenciatura en MVZ, Centro Universitario UAEM Amecameca. Km 2.5 Carretera Amealmea- Ayapango. C.P 56900, Mex, México. uaem.zamira.tapia@gmail.com*

³*Departamento de Alimentos, División Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca. Ex Hacienda El Copal, Km 9 Carretera Irapuato-Silao, C.P. 36500, Irapuato, Gto., México. gabriela.rodriguez@ugto.mx*

Fecha de envío: 26, junio, 2021

Fecha de publicación: 30, julio, 2021

Resumen:

El objetivo de este estudio es identificar los principales descriptores sensoriales de tres mezcales jóvenes en Guanajuato. Una vez identificados dichos atributos se pueden elaborar las estrategias de marketing necesarias para aumentar el consumo on trade y off trade en la región. El análisis se llevó a cabo en un área iluminada y ventilada. Realizado con un total de 17 mujeres y 13 hombres, con edades de 18 a 30 años, que expresaron ser consumidores frecuentes o sociales de bebidas alcohólicas. La evaluación sensorial se dio mediante el método Flash Profile. Se entregó una hoja con una lista de los principales atributos determinados en la sesión a, y las muestras de mezcal artesanal (elaborados con *Agave agustifolia* spp, en el mismo año de cosecha en la región, con la identificación de mezcal joven) codificadas de manera alfanumérica como “Z75”, “H10” y “B45”. Los consumidores evaluaron cada una de las muestras por separado mediante una escala de “menor intensidad” a “mayor intensidad”. Los datos fueron analizados mediante modelo de ANOVA ($p \leq 0.05$). Se identificó el mapa de preferencias (PREFMAP) mediante el APC. Todas las determinaciones fueron realizadas en el software XLSTAT 2021. Obteniendo como resultado que las tres características con mayor poder de discriminación son a) el color, b) el olor a humo y c) el olor a quemado. Mientras que las que resultan menos representativas son: el olor dulce, sabor a químico y sabor a dulce. Estos resultados pueden contribuir a realizar una estrategia de mercado adecuada, dando así la capacidad a los productores de mezcal artesanal del estado de Guanajuato una mayor eficiencia al momento de comerciar.

Palabras clave: agave, producción, sensorial, evaluación

^a Parte del trabajo de titulación del primer autor

Abstract:

The objective of this study is to identify the most important sensorial descriptors of three craft mezcals in Guanajuato. Once identified those attributes, the necessary marketing strategies can be done to raise the consume on-trade and off-trade in the region. The analysis had place in a ventilated brighten place. Realized with a total of 17 women and 13 man, with ages between 18 years up to 30 years, all of them expressed being a social or frequent consumers of alcohol beverages. The sensory evaluation was done with the flash profile method. A list with the main determinate attributes was given in the a) session, same as the craft mezcal samples (elaborated with agave *agave agave* spp), on same year of harvest in the region and identified as a young mezcal, codified with an alphanumeric way as "Z75", "H10" and "B45". Consumers had evaluated each sample separately using a "less to highest intensity scale". Data was analyzed trough ANOVA model ($p \leq 0.05$). A preferences map were identified (PREFMAP) trough APC. All the determinations were realized with XLSTAT 2021 software. The results obtained are: The three characteristics with the highest discrimination power are a) color, b) smoke smell and c) the smell of burned. Meanwhile the less representative are: sweet smell, chemical taste and sweet taste. This results might improve to elaborate a suitable market strategy. Giving so the capability to craft mezcal producers of Guanajuato a better efficiency on trading.

Keywords: agave, production, sensory, evaluation.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-070-SCFI-1994), el mezcal es una bebida alcohólica obtenida mediante destilación y rectificación de mostos preparados directa y originalmente con los azúcares extraídos de las cabezas maduras de los agaves previamente hidrolizadas o cocidas y sometidas a fermentación alcohólica con levaduras, estas pueden ser cultivadas o no, siendo susceptible de ser enriquecido, para el caso del Mezcal tipo II, con hasta en 20 % de otros carbohidratos en la preparación de dichos mostos, y siempre cuando no se eliminen los componentes que le dan las características a este producto, negando la permisión a mezclar en frío.

Según registros del (SIAP, 2020) la producción de agave en México en el año de 1982 era de 8806 ha, para el año 2020 tenemos una superficie sembrada de 149,182.00 ha, éste cambio de cifras en tan solo 39 años.



Cuadro 1. Producción nacional de agave 2017- 2020 (SIAP, 2020).

Table 1. National agave production 2017-2020 (SIAP, 2020).

Fecha	Cultivo	Superficie (ha)			Producción	Rendimiento (udm/ha)
		Sembrada	Cosechada	Siniestrada		
2017	Agave	105,690	22,055	185	1,682,148	76.270
2018	Agave	110,417	22,054	0	1,590,721	72.12
2019	Agave	120,958	24,391	53	1,789,224	73.35
2020	Agave	149,182	44,964	0	1,894,110	42.12

En el ámbito estatal, Guanajuato, según datos del (SIAP, 2020), comienza con registros de plantación de agave mezcalero en el año 2003, con 61 ha, hasta llegar al 2020 con una plantación de 15,955.20 ha. Haciendo notar el aumento de la demanda de dicho cultivo por su finalidad, a su vez resulta esencial comenzar a realizar investigaciones sobre las características organolépticas y sensoriales del mezcal producido de manera artesanal. Lo cual puede otorgar una ventaja competitiva al dar la posibilidad de modificar el producto o ajustar las estrategias de mercado para lograr una preferencia del consumidor.

Cuadro 2. Producción estatal de agave en Guanajuato 2017-2020 (SIAP, 2020).

Table 2. State production of agave in Guanajuato 2017-2020 (SIAP, 2020).

Fecha	Cultivo	Superficie (ha)			Producción	Rendimiento (udm/ha)
		Sembrada	Cosechada	Siniestrada		
2017	Agave	13,439	5,021	30	294,559	58.66
2018	Agave	12,214	4,561	0	224,931	49.31
2019	Agave	13,729	3,191	0	236,140	74.00
2020	Agave	15,955.20	57	0	5,052.70	88.64



El estado cuenta con denominación de origen para la producción de mezcal, que va desde producción industrial hasta las destilerías que elaboran de manera artesanal. Como parte del atractivo turístico, existe el circuito del mezcal, abarcando seis puntos distribuidos en su mayoría en San Felipe. En el año 2020 tuvo lugar el “Octavo festival del agave” el cual da difusión y presenta distintas bebidas como el mezcal, tequila, pulque y diversos destilados.

En el marketing resulta de lo más esencial, si se quiere llevar a cabo una estrategia de manera exitosa, el entender, conocer y reconocer los deseos y necesidades del cliente, teniendo presente la oferta- demanda.

El deseo es la manera en que una necesidad humana se ve reflejada, una vez modelada por la personalidad y cultura del individuo, si se cuenta además con un poder de compra, el deseo se convierte en una demanda.

Toda compra se ve influenciada por factores psicológicos, sociales, culturales y personales (Kotler & Armstrong, 2012). La cultura engloba las percepciones, valores y comportamientos o tendencias que rigen a un grupo de personas.

En el caso del mezcal tiene una especial carga cultural al ser percibido como una bebida tradicional y ancestral mexicana, ha tenido un aumento de popularidad y demanda nacional e internacional (Mandujano et al., 2018).

El marketing sensorial adquiere importancia en este punto, ya que va enfocado a formar un vínculo entre marca-producto y el estilo de vida del consumidor, para que este se sienta identificado, creando sentimientos en relación a la experiencia que el producto le provee con un mayor impacto que la parte racional, esto al momento de tomar la decisión de compra. Las sensaciones y emociones que generan un impacto al momento de percibir, evaluar y llevar a cabo la compra potencial, son llamados marcadores somáticos. La experiencia lleva al sentimiento, desencadenando una reacción del sistema nervioso automático (Jiménez et al., 2019).

Todo producto alimenticio sea, artesanal o industrial, es percibido por el consumidor quien es quien dictaminará si es aceptado o rechazado por el mercado meta. La evaluación sensorial que incluya las principales características asociados a un alimento constituye una actividad necesaria para el éxito del producto. (Agudelo, 2018). López & Espinosa (2016) señalan: “existen una gran variedad de métodos y técnicas para abordar un objeto de estudio mediante el análisis sensorial; no obstante, persiste un elemento común en todas ellas, que es el empleo de seres

humanos como jueces. Las pruebas sensoriales se pueden clasificar en dos tipos, las analíticas y las afectivas, cabe la posibilidad de usar jueces expertos, entrenados, semientrenados o juez consumidor (Pérez et al., 2016). El Institute of Food Technologists (1974) define la evaluación sensorial como: “Un tipo de disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones de las características de los alimentos y materiales justo como son percibidas por los sentidos humanos del gusto, tacto, vista, oído y olfato.

Dentro de las diversas técnicas de la evaluación sensorial se encuentra la técnica Flash Profile (FP por sus siglas en inglés), tiene origen en la conjunción de dos métodos, la técnica perfil de libre elección aunada a la técnica de ordenación, en la cual cada evaluador elabora su propio vocabulario para describir las muestras que se comparan simultáneamente, generando los descriptores con base a las diferencias percibidas de un grupo de productos, de forma rápida, en comparación a los métodos tradicionales (Huamán et al., 2016).

El FP se desvía de los métodos de perfilado más convencionales, al requerir un menor tiempo para que los sujetos alcancen un consenso de vocabulario y entrenamiento en el uso de escalas de intensidad, basado en gran parte en el posterior análisis de los datos para lograr un análisis descriptivo en evaluación sensorial (Martínez et al, 2019). Zuluaga (2017) explica “La evaluación sensorial se sitúa en la actualidad como uno de los pilares esenciales para el desarrollo de productos y en el control de calidad de alimentos, sustancias, productos, por ser una ciencia multidisciplinaria en la que se utilizan los sentidos, permitiendo el establecimiento de criterios y el control de calidad en los diferentes eslabones de la industria alimentaria”.

La identificación de las características en el mezcal mediante métodos rápidos de análisis sensorial, puede contribuir a predecir la aceptabilidad y factores discriminantes al momento del consumo, tomando en cuenta las preferencias y las tendencias del mercado meta. Analizar los rasgos distintivos de cada producto da pauta para obtener parámetros para establecer segmentos de mercado y estrategias de marketing especializadas para cada producto (Sancho et al., 1999).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado con un total de 17 mujeres y 13 hombres, con edades de 18 a 30 años, que expresaron ser consumidores frecuentes o sociales de bebidas alcohólicas. El análisis se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad de Guanajuato, División Ciencias de la Vida, en un área iluminada y ventilada. Constó de dos sesiones, a) capacitación introductoria a los panelistas, en el cual se les explicaron las características del producto, y se obtuvo la definición de atributos y b) información sobre consumo y análisis sensorial mediante el método FP, en el cuál se entregó una hoja con una lista de los principales atributos determinados en la sesión. Las muestras de mezcal artesanal (elaborados con *Agave agustifolia* spp, en el mismo año de cosecha en la región, con la identificación de mezcal joven) codificadas de manera alfanumérica como “Z75”, “H10” y “B45”. Los consumidores evaluaron cada una de las muestras por separado mediante una escala de “menor intensidad” a “mayor intensidad”.

Los datos fueron analizados mediante modelo de ANOVA ($p \leq 0.05$) propuesto por (Husson y Pages, 2003) considerando únicamente el tipo de jurado, el tipo de producto y la interacción entre ambos, aunado a ello, se identificó el mapa de preferencias (PREFMAP) mediante el APC. Todas las determinaciones fueron realizadas en el software XLSTAT 2021 (versión de prueba).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 15 descriptores utilizados en el análisis sensorial, cuatro descriptores mostraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$): color (Transparencia), olor a humo, olor a quemado y Sabor amargo (Cuadro 3). Como se observa en la figura 1, el descriptor Color (transparencia) mostró diferencia significativa ($p \leq 0.012$) obteniendo un valor negativo, indicando que los jueces identificaron menor transparencia en esta muestra.

Cuadro 3. Principales descriptores identificados en tres mezcales jóvenes.

Table 3. Main descriptors identified in three young mezcals.

Descriptores	Valor ^a	P
Color (Transparencia)	2.916	0.002**
Olor a humo	2.227	0.013*
Olor a quemado	1.828	0.034*
Sabor amargo	1.658	0.049*
Sabor ácido	1.268	0.102
Olor a Alcohol	1.196	0.116
Sabor a maguey	1.166	0.122
Sensación residual de Alcohol	0.812	0.208
Olor a agave verde	0.717	0.237
Sabor agrio	0.692	0.245
Picor en cavidad nasal	0.349	0.364
Olor a Maguey cocido	0.104	0.458
Olor dulce	-0.361	0.641
Sabor a químico	-0.626	0.734
Sabor dulce	-0.746	0.772

^a valoración promedio asignada por juez (Fuente: elaboración propia 2021).

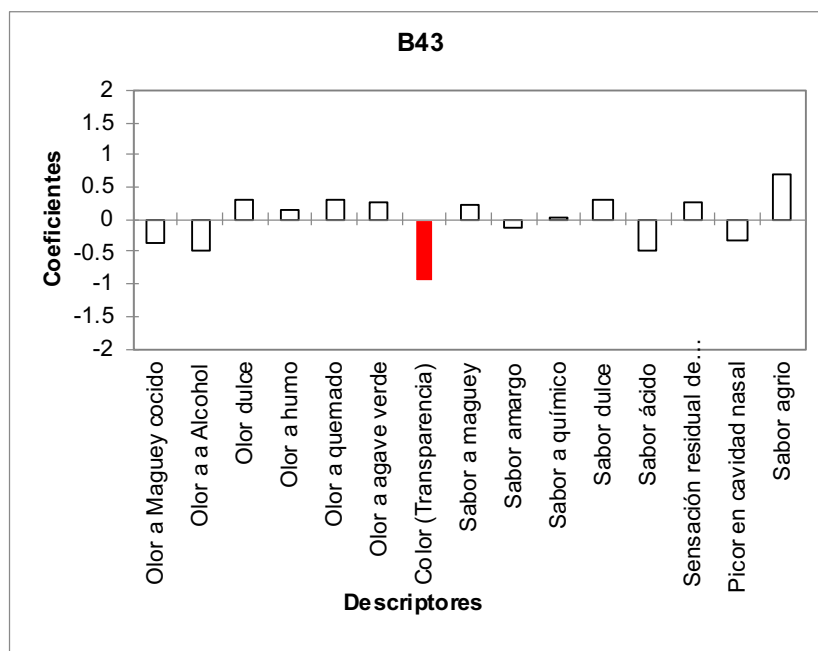


Figura 1. Coeficientes sensoriales obtenidos de la muestra B43.

Figure 1. Sensory coefficients obtained of sample B43.

La muestra H10 (Figura 2) mostró diferencias significativas en los descriptores, sabor amargo ($p \leq 0.024$) sabor ácido ($p \leq 0.034$) y olor alcohol ($p \leq 0.040$) con valores positivos y sabor a maguey $p \leq 0.048$, olor a quemado ($p \leq 0.012$), sabor a humo ($p \leq 0.007$) con valores negativos, los que puede indicar que esta muestra presenta un mayor número de características apreciadas por los consumidores, Acorde a Barrera-Rodríguez et al., (2019) la valoración se define en términos de una mayor disposición a pagar del consumidor por un determinado producto con ciertos atributos sensoriales, de calidad, de identidad y culturales, lo que posibilita un mayor precio del producto en el mercado

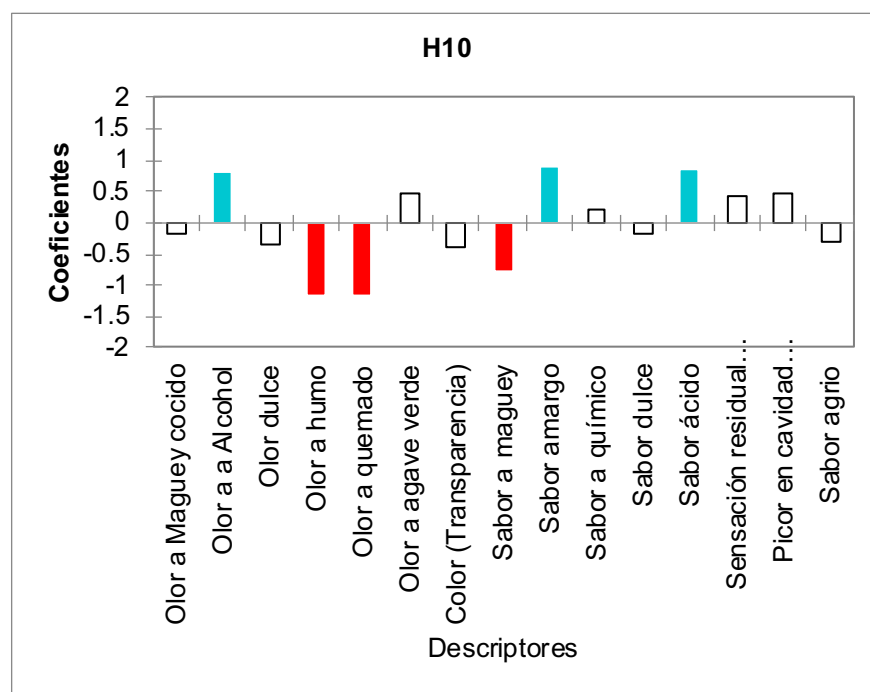


Figura 2. Valores obtenidos por característica organoléptica de H10.

Figure 2. Values obtained by organoleptic characteristic of sample H10.

El distintivo principal de la muestra Z75 (figura 3) es el color transparente ($p \leq 0.024$), olor a humo ($p \leq 0.017$), con valores positivo y olor a agave cocido sabor amargo, con valores negativos

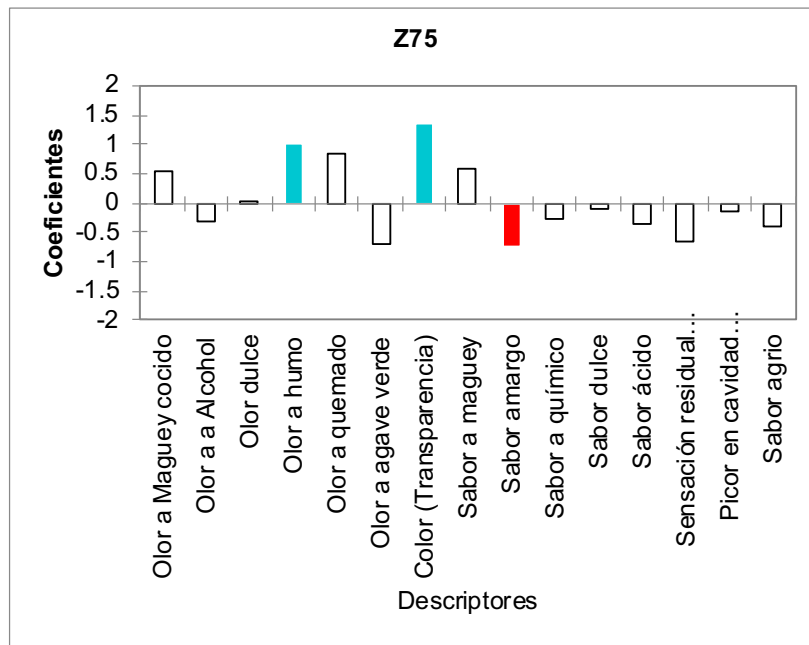


Figura 3. Valores obtenidos de la muestra Z75.

Figure 3. Values obtained of sample Z75.

Los resultados globales muestran que los atributos con valores positivos son las características que el consumidor espera y acepta del producto, mientras que los de valor negativo fueron poco percibidos o no esperados. Las características distintivas cambian en cada mezcal observado a pesar de ser del tipo joven, lo puede atribuirse al proceso artesanal llevado a cabo por cada maestro mezcalero aportando riqueza individual a cada producto.

El método FP puede ser una herramienta útil, ya que no requiere entrenamiento específico y el desarrollo de vocabulario para los descriptores, es económico y ahorra tiempo y esfuerzo, además permite la generación de términos que contribuyen a hacer a cada marca reconocible por los consumidores (Varela y Ares, 2014).

El ACP mostro un total de varianza explicada por los componentes F1-F4 dando un total de 69.41% (dato no mostrado), el PREFMAP identifico tres grupos en función de los descriptores recabados. En la Tabla 3 se muestran los tres más relevantes. Cada grupo se relacionó en conforme a las características en orden de relevancia, el G1 identifica el color (transparencia) como la característica más importante, el G2 el sabor a químico y el G3 el sabor acido.

En la Tabla 4, se muestran las características organolépticas de los mezcales evaluados en orden descendente del poder discriminativo; la característica de transparencia es la variable que presenta la mayor diferencia significativa entre los mezcales jóvenes analizados.

Cuadro 4. Descriptores clasificados por orden ascendente de preferencia.

Table 4. Descriptors classified by an ascending order of preference.

Rank	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
1	Color (Transparencia)	Sabor a químico	Sabor ácido
2	Sabor dulce	Sabor ácido	Sensación residual de alcohol
3	Olor dulce	Sabor amargo	Sabor amargo

Fuente: elaboración propia 2021.

CONCLUSIÓN

La evaluación realizada en este estudio permite identificar los principales atributos discriminativos de cada mezcal en un determinado grupo, de modo rápido y menos costoso, si bien no sustituye a las pruebas con paneles entrenados, puede ser una herramienta útil para propuestas de marketing haciendo énfasis en las características destacables de cada producto.

LITERATURA CITADA

Agudelo, I. (2018). Diseño de un laboratorio de análisis sensorial para la liberación de jarabes terminados y bebidas no alcohólicas, en el área de calidad de una empresa multinacional de consumo masivo.

Barrera-Rodríguez Al., Cuevas-Reyes V & Espejel-García A. (2019). Factores de valoración en consumidores de mezcal en Oaxaca. Scielo Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional. ISSN 2395-9169

Huamán LI. A., Hurtado de Mendoza M. K., Bravo A. N & Samuel A. (2016). Caracterización sensorial de salsa a base de hongos (*Pleurotus ostreatus*)

mediante la técnica Perfil Fash. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Husson, F., & Pages, J. (2003). Comparison of sensory profiles done by trained and untrained juries: methodology and results. Journal of Sensory Studies .

Istitute o f Food Science and Technology. (1974). Sensory Evaluation. Journal of food technology.

Jiménez M. G, Bellido P.E. & López C. A.. (2019). Marketing sensorial: el concepto, sus técnicas y su aplicación en el punto de venta. Vivat Academia. Revista de Comunicación.

Kotler, P., & Armstrong, G. (2012). Marketing. Pearson educación.

López, C., & Espinoza, A. (2016). Evaluación sensorial de mezcales oaxaqueños obtenidos bajo diferentes sistemas de destilación.

Mandujano B.A., Pons H. JL., Paredes M. R & García M. P. (2018). Diversidad genética de maguey (*Agave spp.*) en las sierras y llanuras. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.

Martínez, F., Ruiz, H., Lachica, I., Rocha, L., García, R., & Arriaga, M. (2019). Método Flash Profile como herramienta para el análisis sensorial y el diseño de productos. México.

NOM-070-SCFI-1994. (1994). Norma Oficial Mexicana *Bebidas alcohólicas-mezcal-especificaciones* DOF. México.

Pérez H.E., Chávez P.MC., González H. JC. (2016). Revisión del agave y el mezcal. Revista Colombiana de Biotecnología, ISSN 0123-3475 . pp 148-164.

Sancho Josep, IV., Eduard, P. V., Enric, B. P., José, J., & Martín, d. C. (1999). Introducción al análisis sensorial de materiales. Barcelona, España: Universitat de Barcelona.

SIAP (2020). Servicio de información agroalimentaria y pesquera. México.

Varela, G., & Ares, P. (2014). Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling. Florida,EEUU: CRS Press.

Zuluaga, N. (2017). El análisis sensorial de los alimentos como herramienta para la caracterización y control de calidad de derivados lácteos. Medellín.



**BEBIDAS FERMENTADAS DE LECHE DE VACA O CABRA:
COMPARACIÓN FISCOQUÍMICA, SENSORIAL Y DE VIABILIDAD
PROBIÓTICA^a****FERMENTED BEVERAGES OF COW'S OR GOAT'S MILK:
PHYSICOCHEMICAL, SENSORY AND PROBIOTIC VIABILITY COMPARISON**

Aguilar-Centeno, M.C.; Ozuna-López, C.; Rodríguez-Hernández, G.*

*Departamento de Alimentos. División de Ciencias de la vida. Campus Irapuato-Salamanca. Universidad de Guanajuato. Ex-Hacienda El Copal km 9 Carretera Irapuato-Silao. C.P. 36500. Irapuato, Guanajuato, México.
gabriela.rodriguez@ugto.mx**

Fecha de envío: 23, junio, 2020.

Fecha de envío: 30, julio, 2021

Resumen:

Las bebidas fermentadas son productos que usan leche de diferentes especies, la cual, por acción de microorganismos específicos, es sometida a un proceso fermentativo que confiere características sensoriales, nutricionales y fisicoquímicas específicas. Así mismo, se prolonga el tiempo de conservación principalmente debido a la disminución del pH. El objetivo del presente estudio fue realizar una comparación fisicoquímica, sensorial y de la viabilidad del probiótico *Lactobacillus acidophilus* (LA-5^R) y los microorganismos termodúricos presentes en las bebidas a base de leche de vaca o de cabra, monitoreadas durante su vida en anaquel (21 días). El presente estudio se desarrolló de agosto a diciembre de 2018, en el cual se realizaron cuatro tratamientos elaborando tres lotes de cada uno de ellos, todos incubados a 37°C hasta pH de 4.5, de los cuales, dos de los tratamientos se fermentaron con el probiótico LA-5^R, solo uno de ellos con leche de cabra y el otro con leche de vaca, y los otros dos tratamientos no fueron adicionados con probióticos, funcionando como controles de fermentación. A todos los tratamientos se les evaluaron parámetros fisicoquímicos, sensoriales y de cuantificación microbiológica (viabilidad del probiótico y los microorganismos termodúricos). Se detectaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos elaborados para todas las variables evaluadas (fisicoquímicas, sensoriales y de viabilidad), así también, cabe resaltar que en la acidez titulable y la cuantificación microbiológica se observaron cambios por efecto del monitoreo de la vida en anaquel de las bebidas. Los parámetros fisicoquímicos evaluados en todas las bebidas se encontraron dentro de los rangos establecidos en las normas oficiales mexicanas correspondientes. Adicionalmente de acuerdo con los resultados de la evaluación sensorial, se observó una alta aceptación por los consumidores, los cuales prefirieron las bebidas control en ambos tanto las de leche de cabra o de vaca.

Palabras clave: *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R, alimentos funcionales, probióticos, termodúricos, prueba de aceptación.

^a Proyecto de estancia de investigación (no tesis). Nivel licenciatura

Abstract:

Fermented beverages are products that are obtained using milk from different species as raw material, which, by the action of specific microorganisms, is subjected to a fermentation process that confers specific sensory, nutritional and physicochemical characteristics. Likewise, the conservation time is prolonged mainly due to the decrease in pH. The objective of this study was to carry out a physicochemical, sensory and viability comparison of the probiotic *Lactobacillus acidophilus* (LA-5R) and the thermotolerant microorganisms present in beverages based on cow's or goat's milk, monitored during their shelf life (21 days). The present study was developed from August to December 2018, in which, four treatments were carried out, making three batches of each of them, all incubated at 37 ° C up to a pH of 4.5, of which two of the treatments were fermented with the probiotic LA-5^R, only one of them with goat's milk. and the other with cow's milk, and the other two treatments were not added with probiotics, functioning in turn as fermentation controls. Physicochemical, sensory and microbiological quantification parameters (viability of the probiotic and thermotolerant microorganisms) were evaluated for all the treatments. Significant differences ($p < 0.05$) were detected between the treatments elaborated for all the evaluated variables (physicochemical, sensory and viability), as well as, it should be noted that in the titratable acidity and the microbiological quantification changes were observed due to the monitoring of the shelf life of beverages. The physicochemical parameters evaluated in all the beverages were within the ranges established in the corresponding official Mexican standards. Additionally, according to the results of the sensory evaluation, a high acceptance by consumers was observed, who preferred the control drinks in both cases, both those based on goat's milk and those based on cow's milk.

Keywords: *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R, functional foods, probiotics, thermotolerants, acceptance test.

INTRODUCCIÓN

La leche y los productos lácteos son fuente de vitaminas, minerales, lípidos y proteínas de alto valor biológico (Jauhiainen y Korpela, 2007). Las bebidas fermentadas son productos que se obtienen utilizando como materia prima leche de diferentes especies (vaca, cabra, oveja, búfala, entre otras), en su elaboración, la leche, por acción de microorganismos específicos, es sometida a un proceso fermentativo que confiere características sensoriales específicas, así como la prolongación del tiempo de conservación debido a la disminución del pH principalmente (Rodríguez, 2010).

El conocimiento de cultivos lácticos se originó en el siglo XVIII, cuando agricultores de África, Asia y Europa observaron el comportamiento de la leche cruda en los meses cálidos, la leche coagulaba y bajo estas condiciones presentaba un sabor diferente. Las bacterias ácido lácticas (BAL), son ampliamente usadas y desempeñan un papel importante en los procesos de fermentación, no solamente por su habilidad por acidificar y preservar alimentos, sino también por sus aportes sensoriales, como la textura, sabor, olor y desarrollo de aromas. Las BAL producen ácido láctico como el principal metabolito o único producto de fermentación, son microorganismos nutricionalmente exigentes los cuales son capaces de producir diversos metabolitos durante el proceso de fermentación (Axelsson, 1993).

Según la Organización Mundial de la Salud, los probióticos se definen como microorganismos vivos, los cuales en adecuadas concentraciones confieren aportes benéficos a la salud del hospedero (Rodríguez-Hernández et al., 2020), destacando el tratamiento de trastornos gastrointestinales, reducción de la intolerancia a la lactosa, entre otros. Los principales probióticos son las bacterias de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, que son comensales del tracto gastrointestinal del humano y han sido utilizadas en diversas fermentaciones alimentarias (Sanz, 2003).

Sin embargo, los microorganismos termodúricos, son los que resisten a procesos de pasteurización de la leche y usan sus componentes como nutrientes, principalmente los azúcares, las proteínas y grasas, causando cambios en las propiedades sensoriales y reduciendo la vida útil de los productos lácteos (Riveiro et al., 2018).

Por otra parte, es muy importante la calidad de la leche, es decir que cumpla con las especificaciones establecidas según las normativas legales vigentes. Esto es conforme a algunos aspectos bien definidos como lo son parámetros fisicoquímicos, sensoriales y nutricionales. La leche debe estar limpia, libre de calostros, de materias extrañas a su naturaleza, y presentar olor, color, sabor y aspecto característico (Requena, 1999). La leche de vaca es la mayormente consumida en todo el mundo, específicamente la producción nacional de leche de vaca en el año 2019, ascendió a los 12 mil 276 millones de litros, cifra que ha ido en aumento desde 1990, y que comparada con el año anterior 2018 fue

superada en 2.2% y dentro de la cual, el Estado de Guanajuato, ocupó el quinto lugar presentando un incremento de 1.2 %, (SIAP-SADER, 2020). No obstante, de la leche comercializada a nivel mundial, la de cabra representa el 2%. Además de sus posibilidades económicas, posee cualidades nutracéuticas y antialérgicas que la hacen apropiada para niños, adultos y madres que amamantan. Comparada con la leche materna, la leche de cabra contiene prácticamente la misma cantidad de ácido fólico y poco menos de vitaminas del complejo B (Maree 1978). Adicionalmente, esta leche presenta menos problemas de intolerancia, ya que contiene menos lactosa que otras (de 1% a 13% menos que la de vaca y hasta 41% menos que la humana). Así también, su aprovechamiento y digestibilidad, es mayor respecto a la de vaca, ya que forma en el estómago un coágulo más pequeño y blando, lo que favorece la acción de las proteasas digestivas (Richardson, 2004).

El objetivo del presente estudio se realizaron bebidas fermentadas a base de leche de vaca y de cabra, fermentadas con *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R, monitoreándose durante su vida en anaquel por 21 días, en términos fisicoquímicos, sensoriales y de viabilidad del probiótico, así como la presencia de macroorganismos termodúricos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La parte experimental del presente estudio se desarrolló de agosto a diciembre de 2018, en los laboratorios de Análisis de Alimentos y el laboratorio de evaluación sensorial, ambos del Departamento de Alimentos de la División de Ciencias de la Vida de la Universidad Guanajuato.

Análisis fisicoquímico de la leche bronca. Se determinó el perfil fisicoquímico de la leche bronca de vaca y de cabra, empleadas como materia prima para la elaboración de las bebidas, usando un equipo Lactoscan SA50, con el cual, se determinaron por triplicado los siguientes parámetros: grasa, sólidos no grasos (SNG), densidad, lactosa, sólidos, proteína, sólidos totales, agua adicionada, punto de congelación y conductividad. Aunado a esto se evaluaron cada una de las muestras de las bebidas también por triplicado para los siguientes parámetros: humedad, por pérdida de volumen (NOM-116-SSA1-1994); pH por método potenciométrico (AOAC 981.12 1998) y por titulación se determinaron proteína,

con el método Sorensen- Walker, lactosa, con el Método Lane y Eyon y acidez con NaOH 0.1 N, en grados Dornic (NOM-155-SCF1-2012).

Tratamientos de las bebidas fermentadas. Se prepararon cuatro tratamientos elaborando tres lotes de cada uno de ellos, todos incubados a 37°C hasta un pH de 4.5, evaluado por método potenciométrico (AOAC 981.12 1998). Dos de los tratamientos se fermentarán con 1% del cultivo *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R (Chr. Hansen), solo que uno de ellos con leche de cabra y el otro con leche de vaca, los otros dos tratamientos no fueron adicionados con probióticos y su fermentación se dió por efecto de los microorganismos termodúricos presentes, considerándose como controles de fermentación, respectivamente para cada tipo de leche.

Monitoreo de vida en anaquel. Se evaluaron las bebidas almacenadas a 4°C, tomándose muestra a los 0, 7, 14 y 21 días para cuantificar: a) la acidez titulable según el método de la NOM-155-SCF1- 2012, y b) la concentración de *Lactobacillus acidophilus*, y microorganismos termodúricos, según la metodología descrita por Vinderola y Rehinheimer (1999). Todas las evaluaciones se realizarán por triplicado.

Evaluación sensorial de las bebidas. Se realizó una prueba de aceptación con un panel de 80 consumidores, según la metodología descrita por Hekmat y McMahon (1992). Anterior a la realización de la evaluación sensorial, se realizó una preselección de los panelistas, descartando personas intolerantes a la lactosa y con aditamentos metálicos dentales (ya que éstos últimos pueden alterar la percepción sensorial). A cada consumidor seleccionado, se le presentaron las cuatro muestras de las bebidas fermentadas a una temperatura de 4°C, correspondientes a cada tratamiento elaborado, cada una identificada con un código aleatorio de cuatro dígitos. A cada panelista, se les pidió que calificaran su agrado hacia los atributos de sabor, textura y acidez, usando una escala hedónica no escalonada de 0 a 9 puntos (siendo el punto 9 me gusta muchísimo, punto 8 me gusta mucho, 7 me gusta moderadamente, 6 me gusta poco, 5 no me gusta ni me disgusta, 4 me disgusta poco, 3 me disgusta moderadamente, 2 me disgusta mucho y punto 1 me disgusta muchísimo). La evaluación se llevó a cabo en grupos de 7 en 7 y cada panelista en una cabina individual.

Análisis estadístico. Todos los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico SAS (2006). Primeramente, para las variables fisicoquímicas y sensoriales, se llevó a cabo un análisis de varianza con el PROC GLM (procedimiento lineal general) y para la comparación de medias entre las bebidas, y se utilizó la prueba de TUKEY. Se usaron como variables clasificatorias los tratamientos y sus repeticiones, y como variables de respuesta cada uno de los parámetros fisicoquímicos y sensoriales evaluados. Considerando el siguiente modelo:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

y_{ij} = variable de respuesta en la j -ésima repetición de la i -ésima muestra.

μ = media general.

τ_i = efecto fijo de la i -ésimo tratamiento.

ε_{ij} = error aleatorio distribuido en forma normal con media cero y varianza, donde $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$.

En segunda instancia, se realizó la evaluación de la vida en anaquel de las bebidas, con las variables de acidez y la viabilidad de los microorganismos en los tratamientos, para lo cual, se usó el procedimiento MIXED, considerando un diseño en bloques (tres lotes) al azar con mediciones repetidas a través del tiempo. Se usaron como variables clasificatorias los tratamientos, y como variables de respuesta los conteos de viabilidad y acidez titulable. Considerando el siguiente modelo:

$$y_{ijkl} = \mu + \tau_i + D_j + (\tau D)_{ij} + \beta_k + \Theta(ij) + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

y_{ijkl} = variable de respuesta medida a través del tiempo.

μ = media general.

τ_i = efecto fijo del i -ésimo tratamiento.

D_j = efecto del j -ésimo día (0, 7, 14, 21).

$(\tau D)_{ij}$ = efecto fijo de la interacción entre el i -ésimo tratamiento y el j -ésimo día.

β_k = efecto aleatorio del k -ésimo bloque.

$\Theta(ij)$ = efecto aleatorio de la j -ésima unidad experimental, anidado en el i -ésimo tratamiento.

ε_{ijkl} = error aleatorio distribuido en forma normal con media cero y varianza, donde $\varepsilon_{ijkl} \sim N(0, \sigma^2)$.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis fisicoquímico de la leche bronca. Se evaluaron las características fisicoquímicas en los diferentes tipos de leche (Cuadro 1), dicho análisis es muy importante ya que determina en gran parte la calidad de la leche y además el valor como materia prima para elaborar productos alimenticios. Todos los parámetros presentaron diferencia significativa entre los distintos tipos de leche ($p < 0.05$), excepto en agua adicionada, ya que obtuvo un valor de 0 para ambos tipos de leche, lo cual, es lo ideal para toda leche. Respecto a las propiedades físicas, a 20°C la densidad de la leche es aproximadamente de 1030 kg/m³, pero esta depende de su composición (Walstra et al., 2001); en las leches analizadas, la de vaca presentó una densidad óptima, mientras que en la de cabra se registró una densidad menor (1027.5 kg/m³).

Se consideraron diversos parámetros importantes como la grasa ya que es la principal fuente de energía, además de que aporta compuestos esenciales como ácidos grasos y vitaminas a la misma; otro componente de importancia es la lactosa ya que es el azúcar característico de la leche, entre otros, los cuales se encuentran dentro de los parámetros establecidos según la NOM-155-SCF1-2012. Los componentes de la leche, en especial la lactosa, contribuyen al descenso del punto de congelación. El punto de congelación de la leche es relativamente constante y se encuentra, entre -0.51 y -0.58°C, por lo cual ambos tipos de leche cumplieron con este parámetro. La densidad también es muy importante ya que se emplea para convertir el volumen en masa y viceversa. Por otro lado, la conductividad eléctrica de la leche está dada por la presencia de iones como cloro, fosfato, calcio y sodio, y su valor promedio se encuentra entre 4.0 y 6.0 mS/cm para una leche de buena calidad (Roca, 2017), por lo cual también ambos tipos de leche cumplieron con este parámetro.



Cuadro 1. Análisis fisicoquímico de leche bronca de vaca y cabra.

Table 1. Physicochemical analysis of raw cows and goat's milk.

Parámetro	Leche de vaca	Leche de cabra
Grasa %	3.66 ± 0.01 ^b	5.57 ± 0.02 ^a
SNG %	9.13 ± 0.01 ^a	8.52 ± 0.02 ^b
Densidad kg/m ³	1031.39 ± 0.04 ^a	1027.5 ± 0.09 ^b
Lactosa %	5.01 ± 0 ^a	4.68 ± 0.01 ^b
Sólidos %	0.74 ± 1.35E-16 ^a	0.68 ± 0 ^b
Proteína %	3.33 ± 0 ^a	3.09 ± 0 ^b
Sólidos totales %	12.79 ± 0.01 ^b	14.09 ± 0.01 ^a
Agua adicionada %	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a
Pto. Congelación °C	-0.58 ± 0 ^b	-0.55 ± 0 ^a
Conductividad mS/cm	4.64 ± 0.01 ^b	5.49 ± 0.02 ^a

Valores promedio ± desviación estándar. ^{a, b} Literales diferentes por columna indican diferencia significativa (p<0.05). SNG: Sólidos no grasos.

Tratamientos de las bebidas fermentadas. Para la muestra inicial de leche de vaca tuvo un valor de pH 7, para el tratamiento con LA-5 de leche de vaca, tardó 16 horas en obtener un pH de 4.5, mientras que para su control tardó 27 horas. Por otra parte, el pH de la muestra inicial de la bebida de leche de cabra tuvo un valor de 6.8, para el tratamiento con LA-5 de leche de cabra, tardó 11 horas en llegar a un pH de 4.5, mientras que para su control tardó 25 horas, cabe aclarar que la acidificación en ambos controles se debió a la presencia de microorganismos termodúricos identificados en este estudio (Figura 5). De igual manera se determinó la humedad (Figura 1), para las distintas bebidas fermentadas. La determinación de este parámetro en los alimentos es de suma importancia, ya que un elevado contenido de ésta influye en la velocidad de multiplicación de los microorganismos, provocando su descomposición y por lo tanto la pérdida de la calidad de un determinado alimento, es por ello, que se decidió determinar la humedad en las diferentes bebidas fermentadas de leche de vaca y cabra. En dichas bebidas existieron diferencias por efecto de tratamientos, tanto por el tipo de leche como por el tipo de fermentación (p<0.05). Los valores más altos para la bebida fermentada de leche de vaca a la cual se le adiciono el cultivo LA-5 (89.38 ± 0.31%) y los valores más bajos en el control de la bebida fermentada de leche de cabra (86.03 ± 0.6 %). Dichos valores se encuentran dentro de los parámetros establecidos, ya que debe contener un 87% aproximadamente (Badui, 2006).

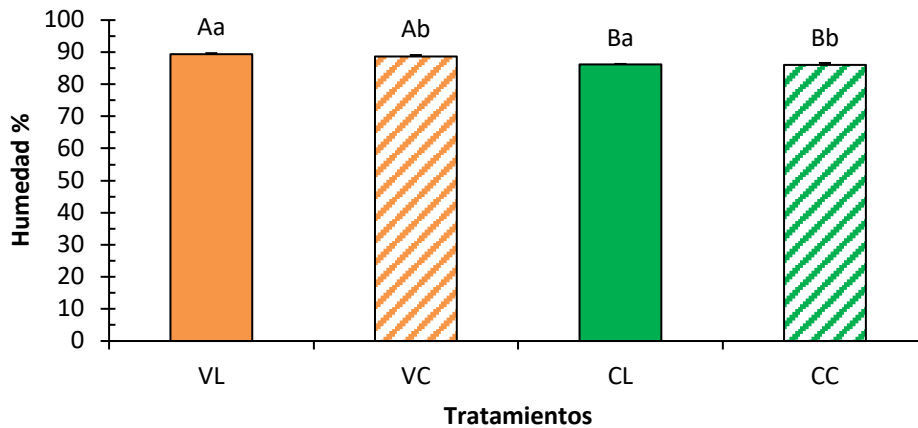


Figura 1. Valores de Humedad % en diferentes bebidas fermentadas de leche de vaca y cabra. (VL)bebida de leche de vaca con *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R (LA-5), (VC) Control de bebida de leche de vaca, (CL) bebida de leche de cabra con LA-5, (CC) Control de bebida de leche de cabra. ^{A,B} Literales diferentes en mayúsculas en cada barra indican diferencia significativa por efecto del tipo de leche. ^{a,b} Literales diferentes en minúscula indican diferencia significativa por efecto de la fermentación con el cultivo LA-5 (p<0.05).

Figure 1. Humidity values of fermented beverages of cow and goat milk. (VL) cow's milk beverage with *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R (LA-5), (VC) cow's milk beverage control, (CL) goat's milk beverage with LA-5, (CC) goat's milk beverage control. ^{A,B} Lifferent capitalized literals in each bar indicate significant difference for effect of milk type. ^{a,b} Different lowercase literals indicate significant difference for effect of fermentation with LA-5 culture (p<0.05).

La lactosa se determina aprovechando su propiedad de ser un azúcar reductor directo, que reduce al cobre de sus sales alcalinas, mediante su valoración volumétrica. Existen diversos métodos de cuantificación de carbohidratos basados en la capacidad reductora de los azúcares que tienen libre el grupo carbonilo. Estos carbohidratos son capaces de reducir elementos como el cobre (Cu⁺²), este es reducido desde Cu⁺² a Cu⁺¹. En el método de Lane y Eynon (1923) se hace reaccionar sulfato cúprico con azúcar reductor en medio alcalino, formándose oxidocuproso, el cual forma un precipitado rojo ladrillo. Este método utiliza azul de metileno como indicador, el cual es decolorado una vez que todo el cobre ha sido reducido, lo que indica el fin de la titulación (NOM-155-SCFI-2012).

Como se muestra en la Figura 2 se obtuvieron los valores más altos de lactosa para la bebida fermentada de leche de vaca con LA-5 (53.91 ± 1.84), seguida del control de este mismo tipo de leche (52.35 ± 1.95), continuando con el control de la bebida fermentada de leche de cabra (51.62 ± 1.46) y finalizando con la bebida de leche de cabra con LA-5 (50.29 ± 0.68). Se encontró diferencia significativa entre los distintos tipos de leche ($p < 0.05$).

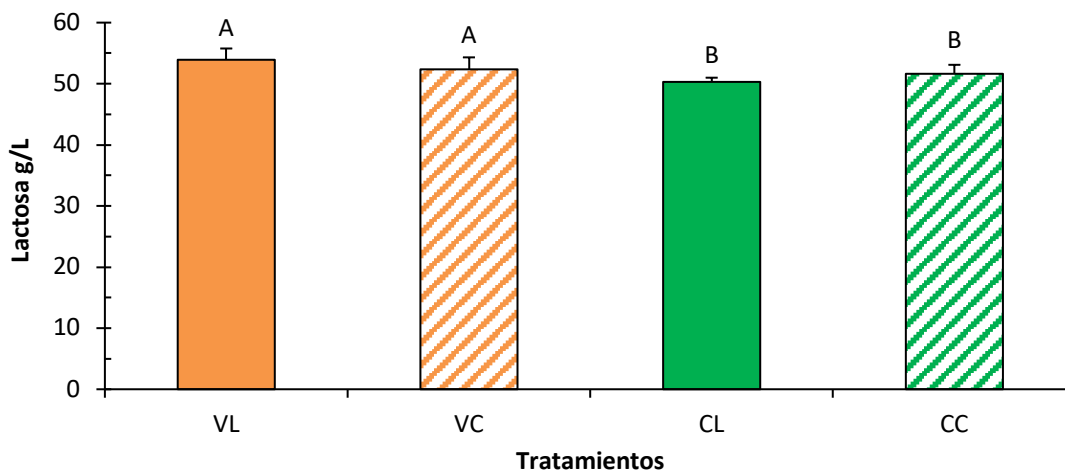


Figura 2. Valores de Lactosa g/L en diferentes bebidas fermentadas de leche de vaca y cabra. (VL) bebida de leche de vaca con *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R (LA-5), (VC) Control de bebida de leche de vaca, (CL) bebida de leche de cabra con LA-5, (CC) Control de bebida de leche de cabra. A,B Literales diferentes en mayúsculas en cada barra indican diferencia significativa por efecto del tipo de leche ($p < 0.05$).

Figure 2. Lactose values of fermented beverages of cow and goat milk. (VL) cow's milk drink with *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R (LA-5), (VC) cow's milk drink control, (CL) goat's milk drink with LA-5, (CC) goat's milk drink control. A,B Literals different in capital letters in each bar indicate significant difference due to effect of milk type ($p < 0.05$).

Por otra parte, se determinó el contenido de proteínas de las diferentes bebidas por el método de Sorensen-Walker (Figura 3), esta técnica lo determina mediante una valoración ácido base, ya que tras la adición de formol a la muestra, el formaldehído se une a los grupos amino de los aminoácidos de las proteínas dejando los grupos carboxilos libres. Este hecho produce cambios en la acidez

titulable de la leche siendo valorada con hidróxido de sodio. La cantidad de hidróxido de sodio utilizado en la neutralización es utilizado para calcular la cantidad de proteínas presente en la muestra. Según la NOM-181-SCFI-2010, se encuentra dentro de los parámetros establecidos ya que debe contener como mínimo 2.9%. Se encontraron los valores más altos en el control de la bebida fermentada de leche de vaca ($4.97 \pm 0.2\%$) y los valores más bajos en la bebida con LA-5 de este mismo tipo de leche ($4.18 \pm 0.31\%$). Existió diferencia significativa entre los tratamientos con LA-5 y los controles ($p < 0.05$).

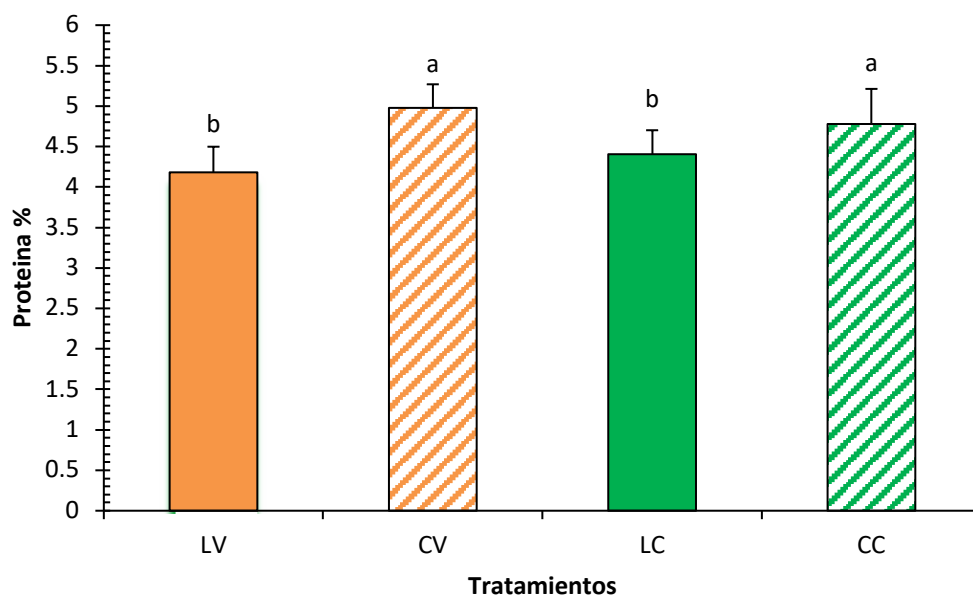


Figura 3. Valores de Proteína g/L en diferentes bebidas fermentadas de leche de vaca y cabra. (VL) bebida de leche de vaca *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R (LA-5), (VC) Control de bebida de leche de vaca, (CL) bebida de leche de cabra con LA-5, (CC) Control de bebida de leche de cabra. A,B Literales diferentes indican diferencia significativa por efecto de tratamiento ($p < 0.05$).

Figure 3. Protein values of fermented beverages of cow and goat milk. VL) cow's milk drink *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R (LA-5), (VC) cow's milk drink control, (CL) goat's milk drink with LA-5, (CC) goat's milk drink control. Different A,B Literals indicate significant difference by treatment effect ($p < 0.05$).

Monitoreo de vida en anaquel. Se evaluaron las todas bebidas almacenadas a los 0, 7, 14 y 21 días para cuantificar: a) la acidez titulable, y b) la concentración de *Lactobacillus acidophilus*, y microorganismos termodúricos. Para la determinación de la acidez titulable para todos los tratamientos, en los días 1, 7, 14 y 21 (Cuadro 2). La acidez titulable representa a los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres y se mide neutralizando las bebidas con una base fuerte, se calcula a partir de la cantidad de base necesaria para alcanzar el pH del punto final de la prueba usando NaOH como indicador. Para reportar la acidez, se considera el ácido orgánico más abundante del producto, el cual varía dependiendo de la especie que se trate, en este caso el que más predomina es el ácido láctico, por lo que el resultado se expresa en términos de la cantidad de este (Hardenburg, 1986).

Cuadro 2. Valores de acidez titulable (g/L) en bebidas fermentadas de leche de vaca y cabra.

Table 2. Titratable acidity values (g/L) in fermented beverages of cow and goat milk.

Tratamientos				
	LA-5	Control	LA-5	Control
Día	Bebidas de leche de Vaca		Bebidas de leche de Cabra	
1 ^z	7.86 ± 1.54 ^{Ba}	6.63 ± 1.36 ^{Bb}	7.81 ± 0.34 ^{Aa}	6.48 ± 0.48 ^{Ab}
7 ^y	9.49 ± 1.09 ^{Ba}	7.26 ± 0.86 ^{Bb}	11.31 ± 0.40 ^{Aa}	8.92 ± 0.97 ^{Ab}
14 ^x	11.19 ± 0.66 ^{Ba}	7.96 ± 0.70 ^{Bb}	12.91 ± 0.38 ^{Aa}	9.57 ± 0.73 ^{Ab}
21 ^x	11.50 ± 0.59 ^{Ba}	8.07 ± 0.78 ^{Bb}	12.79 ± 0.62 ^{Aa}	9.58 ± 0.80 ^{Ab}

Valores promedio ± desviación estándar. *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R (LA-5). A,B Literales diferentes en mayúsculas indican diferencia significativa por efecto del tipo de leche. X,Y,Z Literales diferentes, indican diferencia significativa por efecto del día de monitoreo. a,b Literales diferentes en minúscula por renglón, indican diferencia significativa por efecto de la interacción de día de monitoreo-tipo de leche (p<0.05).

De acuerdo con la NOM-181-SCFI-2010 la bebida cumple con la acidez mínima requerida, la cual debe de ser de 0.5% o 5g/L como mínimo. Como se muestra en el Cuadro 2, los valores de acidez aumentan conforme transcurren los días, la acidez desarrollada es consecuencia de la acción de bacterias fermentadoras de la lactosa, que producen un aumento de la concentración de ácido láctico. Así también, se encontró diferencia significativa para los distintos tipos de leche, y existió diferencia significativa entre las bebidas con LA-5 y las bebidas que se utilizaron como control. De igual manera se encontró diferencia significativa en las distintas bebidas en el día 1 y 7. Sin embargo, para el día 14 y 21 no se mostraron diferencias (Livia, 2005).

Por otra parte, debido a que la seguridad y el control de calidad son muy importantes en los productos lácteos fermentados, es necesaria la investigación en su perfil microbiológico, así como monitorear la vida en anaquel. La viabilidad es la capacidad de un microorganismo para multiplicarse en un medio sólido formando una colonia. El monitoreo microbiológico de vida en anaquel de las bebidas, se muestra en las Figuras 4 y 5, durante el recuento se observaron dos tipos de colonias diferentes para las bebidas fermentadas de leche de vaca por lo cual se aplicó la técnica de tinción de Gram y se observó al microscopio para identificar las bacterias. Se encontraron bacterias Gram positivas (bacilos y cocos), estos últimos son microorganismos termodúricos que sobrevivieron al proceso de pasteurización (Mossel, 2008).

Para la viabilidad, existió diferencia significativa entre los tratamientos elaborados ($p < 0.05$), encontrándose los valores más altos de carga microbiana para las bebidas fermentadas adicionadas con el probiótico LA-5, como era de esperarse, cabe destacar que la concentración del probiótico no mostró cambios según el tipo de leche, no observándose preferencia por ninguna de las dos, pero si creciendo bien en ambos tipos de leche. Con respecto al efecto del día de monitoreo, se observaron diferencias notorias principalmente dadas por el efecto de la adición del probiótico, y no por el tipo de leche.



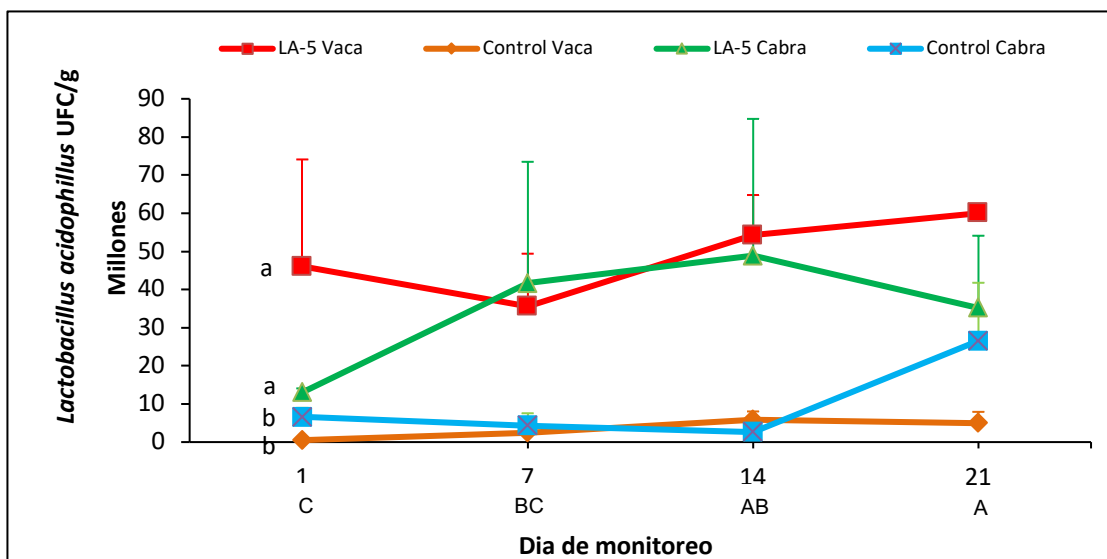


Figura 4. Monitoreo de vida en anaquel en bebidas fermentadas de leche de vaca y cabra. *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R (LA-5). Valores promedio \pm desviación estándar. A,B Literales diferentes en mayúsculas en cada barra indican diferencia significativa por efecto del día de monitoreo. a,b Literales diferentes en minúscula indican diferencia significativa por efecto de tratamiento ($p < 0.05$).

Figure 4. Shelf life of fermented beverages of cow and goat milk. *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R (LA-5). Mean values \pm standard deviation. A,B Different capitalized literals in each bar indicate significant difference by monitoring day effect. a,b Different lowercase literals indicate significant difference by treatment effect ($p < 0.05$).

Conforme la NOM-181-SCFI-2010, las bebidas fermentadas, como el yoguth deberán tener como mínimo 10^6 UFC/g de la suma de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subespecie *bulgaricus viables* en caso de contener cultivos adicionales. Los microorganismos deben permanecer viables, activos y abundantes hasta la fecha de caducidad del producto. Como se muestra en la Figura 4 para el conteo de lactobacilos para los tratamientos con LA-5, tanto de leche de vaca como de cabra, se cumple con las especificaciones de dicha norma, así mismo para los controles ya que ah este no se le adiciono algún cultivo.

Por otra parte, respecto al conteo de microorganismos termodúricos, solo fueron identificados en las bebidas elaboradas a base de leche de vaca, en la Figura 5, se muestra que hay una menor concentración y se empieza a mostrar crecimiento hasta el día 7. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, de igual manera en los días 7 y 21, sin embargo, para el día 0 y 14 no la hubo. Los microorganismos termodúricos pueden sobrevivir a temperaturas considerablemente más altas que sus temperaturas óptimas de crecimiento, en rangos de temperatura que van de 60 a 80°C, como en la pasteurización (Downs, 2001).

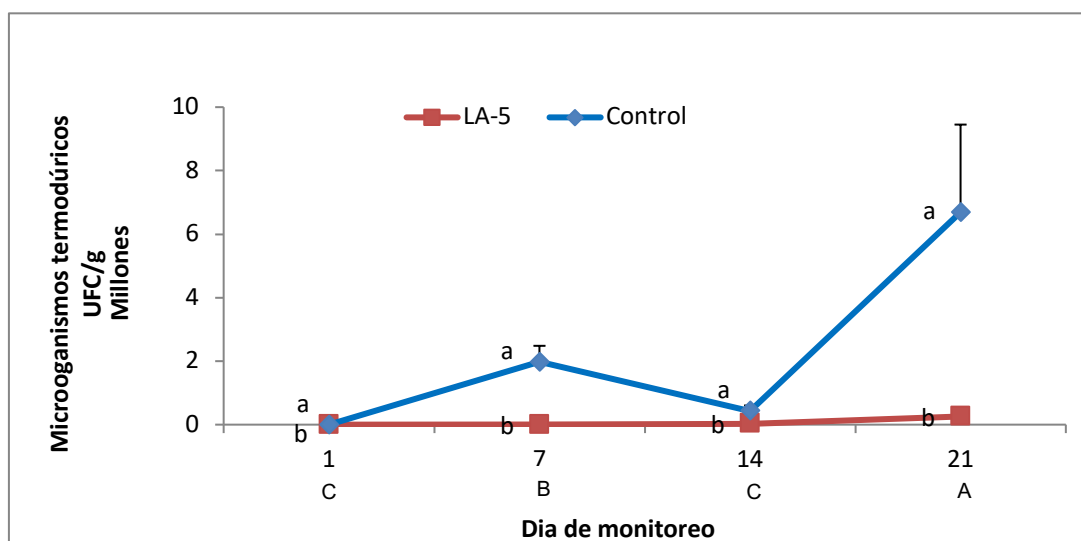


Figura 5. Monitoreo de microorganismos termodúricos durante la vida en anaquel en bebidas fermentadas de leche de vaca. *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R (LA-5). Valores promedio \pm desviación estándar. A,B Literales diferentes en mayúsculas en cada barra indican diferencia significativa por efecto del día de monitoreo. a,b Literales diferentes en minúscula indican diferencia significativa por efecto de tratamiento ($p < 0.05$).

Figure 5. Shelf life monitoring of thermotolerant microorganism in fermented beverages of cow and goat milk. *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R (LA-5). Mean values \pm standard deviation. A,B Different capitalized literals in each bar indicate significant difference by monitoring day effect. a,b Different lowercase literals indicate significant difference by treatment effect ($p < 0.05$).

Evaluación sensorial de las bebidas. La evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. Es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, o sea: sus cinco sentidos. Para este análisis (Figura 6), se utilizaron escalas hedónicas, en las cuales se le pide al consumidor que valore el grado de satisfacción general que le produce un producto utilizando una escala que le proporciona el analista. En este caso para la valoración de tres atributos, como la textura que es una propiedad sensorial muy importante de los alimentos ya que es detectada por los sentidos del tacto (la consistencia es agradable), la vista (percibirá la deformación) y el oído (si es granulosa, fibrosa, etc.). Así mismo, se evaluó el sabor, este atributo es muy complejo ya que engloba tres propiedades: el olor (se dice de que alimento se trata), el aroma (si es agradable a tu nariz) y el gusto (se puede juzgar si es dulce, salado, amargo, etc.). El sabor es lo que diferencia un alimento de otro (Anzaldúa, 2005).

Como se muestra en la Figura 6, todas las bebidas fueron evaluadas con altos niveles de aceptación. Sin embargo, las bebidas con los valores mayores, fueron los controles para ambos tipos de leche, en este sentido no existió diferencia significativa por agrado en tipo de leche usada ($p > 0.05$). Siendo para los consumidores de mayor agrado las bebidas libres de *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R. Lo cual, demuestra que los alimentos elaborados a base de leche de cabra, pueden igualarse en calidad sensorial a los hechos a base de leche de vaca. Dicha argumentación coincide con Chacón-Villalobos et al., (2013), quienes, tras comparar dulces de leche elaborados con diferentes proporciones de leche de vaca y cabra, observaron que sus panelistas mostraron agrado hacia los productos con ambos tipos de leche y sus mezclas en diferentes medidas.



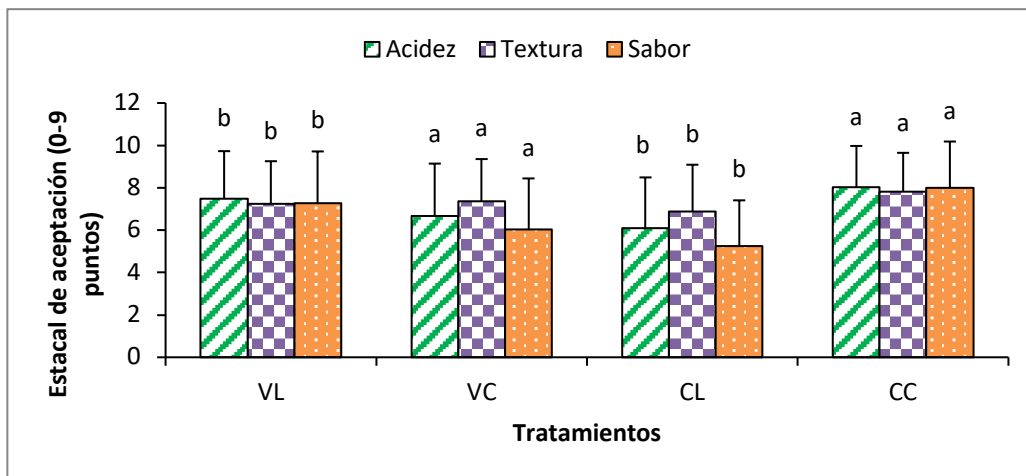


Figura 6. Prueba de aceptación para los atributos de acidez, textura y sabor, en bebidas fermentadas de leche de vaca y de cabra. Valores promedio \pm desviación estándar. (VL) bebida de leche de vaca *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R (LA-5), (VC) Control de bebida de leche de vaca, (CL) bebida de leche de cabra con LA-5, (CC) Control de bebida de leche de cabra. ^{a,b} Literales diferentes indican diferencia significativa por efecto de la fermentación con el cultivo LA-5 ($p < 0.05$). No se presentaron diferencias significativas por efecto de tipo de leche usada ($p > 0.05$).

Figure 6. Acceptance test for acidity, texture and flavor attributes in fermented beverages of cow and goat milk. Mean values \pm standard deviation. (VL) cow's milk drink *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R (LA-5), (VC) cow's milk drink control, (CL) goat's milk drink with LA-5, (CC) goat's milk drink control. ^{a,b} Different literals indicate significant difference for effect of fermentation with LA-5 culture ($p < 0.05$). No significant difference was present for effect of type of milk used ($p > 0.05$).

CONCLUSIÓN

Los parámetros fisicoquímicos de ambas leches usadas en este estudio se encontraron dentro de los rangos establecidos según las oficiales mexicanas correspondientes. Con respecto a los conteos microbiológicos en las bebidas, se identificó que el probiótico inoculado *Lactobacillus acidophilus* LA-5^R, y los microorganismos termodúricos (identificados solo en leche de vaca), lograron mantener su viabilidad a lo largo de la vida en anaquel de las bebidas, no

obstante, se identificaron diferencias a lo largo del monitoreo, así como también por efecto de tratamientos para ambas determinaciones. Además de acuerdo a los resultados del análisis sensorial empleado se considera que todas las bebidas elaboradas en este estudio presentaron una buena aceptación por los consumidores, mismos que a su vez mostraron mayor agrado por las bebidas que no fueron adicionadas con el probiótico y se fermentaron solamente con los microorganismos termodúricos; sin mostrar diferencia entre el agrado acorde al tipo de leche de las bebidas, lo cual indica que las bebidas de leche de cabra pueden igualarse en aceptación a las bebidas elaboradas a base de leche de vaca, pudiendo representar con mayores aportes funcionales.

LITERATURA CITADA

- Anzaldúa-Morales, A. (2005). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. De la edición en lengua española. Acribia.
- AOAC 981.12. (1998). Métodos oficiales de Análisis. Método de determinación de potencial de iones hidrógeno (pH).
- Axelsson, L. (1993). Lactic acid bacteria classification and physiology. Ed Nueva York: Marcel Dekker.
- Baduí, S. (2006). Química de los Alimentos. Cuarta edición. Pearson educación, México.
- Chacón-Villalobos, A., Pineda-Castro M.L., & Méndez-Rojas S.G. (2013). Efecto de la proporción de leche bovina y caprina en las características del dulce de leche. *Agronomía mesoamericana*, 24(1), 149-167.
- Downs, F.P. & Ito, K. (2001). Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 4th ed. APHA. Washington.
- Hardenburg, R.E., Watada, A.E. & Wang, C.Y. (1986). The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nursery Stocks. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Agriculture Handbook, 66 130.
- Hekmat, S. & McMahoh, D. J. (1992). Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in ice cream for use as a probiotic food. *J. Dairy Sci*, 75, 1415-1422.

- Jauhiainen, T. & Korpela, R. (2007). Milk Peptides and Blood Pressure. *J. Nutr*, 137, 825S–829S.
- Livia, M. (2005). El pH y la acidez de la leche. Manual de Referencias técnicas para el logro de leche de calidad. 2º ed., INTA.
- Maree, H.P. (1978). Goat milk an its use as hypo-allergenic infant food. *Dairy Goat Journal*, 43, 363-365.
- Mossel, B. (2008). Microbiología de Alimentos. Coliformes totales y fecales (2 ed.). Acribia.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-116-SSA1-1994. Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamientotérmico. Método por arena o gasa. Diario Oficial de la Federación. 29 de Junio de 1995.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-155-SCFI-2012. Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación. 15 de Marzo del 2012.
- Norma Oficial Mexicana NOM-181-SCFI-2010, Yogurt-Denominación, especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, información comercial y métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación. 16 de noviembre de 2010.
- Requena, F. (1999). Factores que afectan la calidad de la leche. Boletín Técnico Agropecuario, 7(5), 4-6.
- Richardson, C.W. (2004). Let´s learn about dairy goats and goat´s milk. Oklahoma Cooperative Extensión Service. Oklahoma State University. Boletín N° 424.
- Ribeiro Júnior, J. C., Tamanini, R., de Oliveira, A. L. M., Alfieri, A. A., & Beloti, V. (2018). Genetic diversity of thermoduric spoilage microorganisms of milk from Brazilian dairy farms. *J. Dairy Sci*, 101, 6927–6936
- Roca, A. (2017). Estudio de la conductividad eléctrica de la leche de oveja manchega como método de detección de mamitis (Tesis). Universidad Miguel Hernández, Departamento de Tecnología Agroalimentaria. Cd. Orihuela, España.
- Rodríguez, B. (2010). Tratado de nutrición. Tomo II: Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Médica Panamericana.
- Rodríguez-Hernández, G., Rentería-Monterrubio, A.L., Gutiérrez-Méndez, N., Ortega-Gutiérrez, J.A. Santellano-Estrada, E., Rojas-González, S., &

- Chávez-Martínez, A. (2020). Effect of probiotic cultures on the angiotensin converting enzyme inhibitory activity of whey-based fermented beverages. *J Food Sci Technol*, 57, 3731–3738
- SIAP-SADER, (2020). Boletín de leche de Mayo 2020. Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. México.
- Sanz, Y. (2003). Probióticos: criterios de calidad y orientaciones para el consumo. Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos (CSIC). Valencia. *Acta Pediátrica Española*, 61(9), 476-482
- SAS, Statistical Analysis System. (2006). Version 9.1.3 for Windows. SAS Institute Inc., Cary, N.C.
- Vinderola, C. G. & Rehinheimer J. A. (1999). Culture media for the enumeration of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* in the presence of yogurt bacteria. *Int. Dairy J*, 9, 497-505.
- Walstra, P., Geurts, T.J., Noomen, A., Jellema, A., & van Boekel, M.A.J.S. (2001). Leche: Composición, estructura y propiedades. En: Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos. Acribia.
- Walstra, P. & Jenness, R. (1984). Química y física lactológica. Acribia.



APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE TRAZABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA DE FRAMBUESA^a

APPLICATION OF TRACEABILITY SYSTEM IN RASBERRY SEEDLING PRODUCTION

Gámez-Ornelas, N.G.*; Negrete López M.F.

División de Ciencias de la Vida- Universidad de Guanajuato. Km 9 carretera Irapuato-Silao, Ex Hda. El Copal, Irapuato, Gto., 36500 México.

**E-mail: ng.gamezornelas@gmail.com.*

Fecha de envío: 01, enero, 2021.

Fecha de publicación: 30, julio, 2021

Resumen:

El objetivo es mostrar los resultados obtenidos durante la elaboración y aplicación de un sistema de trazabilidad en la producción de plántula de frambuesa en una empresa internacional ubicada en el municipio de Dolores Hidalgo, Guanajuato, México. Dicho sistema se elabora e implementa basándose en el seguimiento de los procesos de producción para la identificación de los puntos clave que aporten valor al sistema para contribuir con la entrega de un producto de calidad al cliente. El desarrollo y aplicación se realizó entre agosto y diciembre del 2020, se realizó búsqueda de información secundaria por la web así como información primaria dentro de la empresa, que consistió en el análisis de cada uno de los procesos productivos para identificar las áreas de mejora y tener la actualización correcta de los diagramas de flujo, esto a través de check list, para identificar la parte de los procesos que generan información valiosa y tener las bases de datos que contendrán la información a rastrear. Los resultados obtenidos fueron la identificación de discrepancias entre las actividades realizadas en campo y la información que se tiene en los procedimientos estándar operativos (PEO), la realización de una base de datos de la última fase del proceso, así como las codificaciones de paquetes de aplicaciones y lotes, teniendo esta información se procedió a hacer pruebas piloto, las cuales dieron pauta para realizar las bases de datos a implementar en un futuro y así poder realizar el manual de cada una de ellas.

Palabras clave: trazabilidad, bases de datos, calidad, procesos, pruebas piloto

^a Como parte del trabajo de estancias profesionales del primer autor

Abstract:

The objective is to indicate the results obtained during the development and implementation of a traceability system in the production of raspberry seedlings in an international company located in the municipality of Dolores Hidalgo, Guanajuato, Mexico. This system was developed and implemented based on the monitoring of production processes to identify the key points that add value to the system to contribute to the delivery of a quality product to the customer. The development and implementation was carried out between August and December 2020, a search for secondary information on the web as well as primary information within the company, which consisted of the analysis of each of the production processes to identify areas for improvement and have the correct update of the flow charts, this through check list, to identify the part of the processes that generate valuable information and have the databases that will contain the information to be tracked. The results obtained were the identification of discrepancies between the activities carried out in the field and the information contained in the standard operating procedures (SOP), the creation of a database of the last phase of the process, as well as the coding of application packages and batches, having this information, pilot tests were carried out, which gave guidelines to create the databases to be implemented in the future and thus be able to create the manual for each one of them.

Keywords: traceability, databases, quality, processes, pilot tests.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la trazabilidad está teniendo nuevas aplicaciones en base a nuevos conceptos que se centran en registrar, no sólo el origen de los productos, sino también, nuevos parámetros integrados de lo que se conoce como logística inteligente. De esta forma, es posible saber la calidad del producto y, por tanto, mejorar el diseño de la cadena y del flujo de productos (Aung & Yoon, 2014). De acuerdo con la FAO, el concepto de trazabilidad se define como “la capacidad para reunir el tejido histórico, la utilización o localización de un artículo o de una actividad por medio de una identificación registrada” esto se refiere a dos aspectos principales: por un lado, la identificación del producto mediante un proceso de marcación; y por el otro, el registro de los datos relacionados con ese producto a lo largo de las cadenas de producción, transformación y distribución (ONUAA, 2016). El Codex Alimentarius, al igual que la FAO, propone su concepto que señala “la trazabilidad es la capacidad para seguir el movimiento de un alimento a través de etapas especificadas de la producción, transformación y distribución” (García, 2018).

La trazabilidad interna consiste en la trazabilidad del producto a lo largo de la cadena productiva de la empresa, industria o sector, desde la recepción de las materias primas hasta la expedición del producto terminado (Celda, 2017). La actividad de trazabilidad hace posible rastrear la cadena de producción y otorgan a los productores la posibilidad de colocar sus productos en mercados específicos más rentables, que exigen la certeza del origen y de las distintas etapas del proceso productivo (Moltoni & Moltoni, 2018).

La Seguridad Alimentaria la cual se da cuando todas las personas tienen acceso físico, social y económico permanente a alimentos seguros, nutritivos y en cantidad suficiente para satisfacer sus requerimientos nutricionales y preferencias alimentarias, y así poder llevar una vida activa y saludable (ONU, 2020). La trazabilidad agrícola es la recolección, documentación, mantenimiento y aplicación de la información relacionada con todos los procesos de la cadena de suministro de un producto, de tal forma que se pueda proporcionar garantía a los consumidores y demás partes interesadas en conocer la información sobre la ubicación, origen y la historia de dicho producto, y en caso de una violación de seguridad o falta de calidad proporcionar ayuda para estos fines (Celda, 2017).

En la actualidad las berries han cobrado relevancia en el mercado agroalimentario porque han aprovechado la ventana de oportunidad que representan los consumidores de ingresos medios y altos (FIRA, 2016). Las principales razones que explican el interés que han despertado dichos frutales, son su elevada rentabilidad, el rápido retorno de la inversión, el uso intensivo de mano de obra, la versatilidad de los frutos para su consumo y las grandes posibilidades de exportación (González-Razo, Rebollar-Rebollar, Hernández-Martínez, Morales-Hernández, & Ramírez Abarca, 2019).

Las principales especies comercializadas a nivel mundial son: arándanos, frambuesa, zarzamora y mora las cuales cuentan con más de 2.000 variedades en el mundo (HORTIFRUT, 2010).



Al quinto bimestre del año 2016, la producción de frambuesa en México superó las 54 mil toneladas. Lo representa alrededor del 80 por ciento del total producido en 2015. La producción de frambuesa se realiza en ocho entidades federativas: Baja California, Colima, Ciudad de México, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán y Puebla. Los tres principales estados productores de frambuesa entre enero y octubre de 2016 fueron Jalisco, con más de 38 mil toneladas; Baja California, con más de nueve mil toneladas; y Michoacán, con más de seis mil toneladas; las cuales aportaron más del 98 por ciento del volumen nacional (Luna, 2017).

Diferentes autores proponen sistemas de trazabilidad para la cadena de suministros del sector agrícola con diferentes enfoques los cuales varían de acuerdo con las necesidades de cada una de las empresas, instituciones, país, exigencias del consumidor, normatividad y certificaciones que se quieren y se tiene que cumplir para la comercialización de sus productos. Tal es el caso de los siguientes trabajos consultados en el cual Francois Fabrice, & Didier en su artículo nombrado "Traceability of fruits and vegetables" comentan la importancia que tiene la aplicación de un sistema de trazabilidad basado en el ADN de las frutas y vegetales para conocer si son organismos genéticamente modificados o no, dando así la seguridad al consumidor del que tipo de productos está consumiendo, proponen además la creación de una comunidad que estandarice los métodos de la elaboración y seguimiento de bases de datos estandarizadas por organismos de control de alimentos (Francois et al., 2020).

Celda (2017) en su trabajo nombrado "Propuesta de sistema de trazabilidad para una cadena de suministro sostenible en el sector agroalimentario" propone un sistema de trazabilidad basado en la tecnología RFID que capte la información que se necesita sobre la cadena de suministros en tres ámbitos diferentes que impactan en la sostenibilidad en las etapas de la cadena de suministro, el objetivo además es hacer que el sistema de trazabilidad tradicional pueda contener la información sobre las prácticas de la sostenibilidad aplicadas en la cadena de suministros.



MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se llevó a cabo en una empresa de carácter internacional ubicada en el municipio de Dolores Hidalgo perteneciente al estado de Guanajuato, dicho proyecto es aplicable para el cultivo de frambuesa, se desarrolló en los meses de agosto a diciembre del año 2020, el proyecto fue integrado por 4 etapas las cuales consistieron en un diagnóstico inicial de cada uno de los procesos, análisis y uso de herramientas para el sistema de identificación, fase de pruebas y finalmente la fase final que fue la elaboración de un manual de uso, a continuación, se hace una descripción de cada una de ellas:

Etapa 1. Diagnóstico inicial de los procesos

- Analizar los procesos operativos que conforman la cadena de producción a través del uso de los diagramas de flujo elaborados por el área de calidad de información de campo que en la medida de lo posible será registrada mediante grabaciones para la mayor comprensión de cada uno de los eslabones que la conforman. Se utilizarán dispositivos electrónicos, computadora, teléfono móvil, cámaras de video, impresora, hojas de máquina y el uso de instalaciones.
- Implementar una check list de procesos ejecutados en campo con el fin de detectar las diferencias que se generan en la teoría y en la práctica empleando el uso de hojas de máquina, computadora, teléfono móvil, cámaras de video, impresora e información de campo.
- Detección de áreas de mejora en los procesos, se realizará a través de un análisis de los resultados obtenidos de las check list.
- Actualización de los diagramas de flujo en conjunto con el personal de producción y calidad, mediante el uso de hojas de máquina, computadora, teléfono móvil, cámaras de video, impresora, marcadores, pintarrón y un área destinada para reuniones.



Etapa 2. Análisis y herramientas para el sistema de identificación

- Análisis de herramientas adecuadas para almacenar la información de los procesos empleando búsquedas en la web con dispositivos electrónicos información primaria sobre las herramientas con las que cuenta la empresa.
- Establecimiento de un sistema de identificación de productos y procesos definiendo las unidades a identificar (parte, producto o lote), asignando símbolos o nombres de identificación y asociando o vinculando los objetos a la información correspondiente.

Etapa 3. Pruebas piloto

- Realizar pruebas piloto con las herramientas posibles a emplear en un futuro. Se aplica el uso de información primaria, secundaria, dispositivos electrónicos computadora, teléfono móvil, cámaras de video, impresora, hojas de máquina y uso de instalaciones.

Etapa 4. Elaboración de un manual de uso

- Elaboración de un manual de trazabilidad el cual contiene la información a recabar de cada uno de los procesos, además de las guías necesaria para la ejecución de las herramientas a utilizar. Se aplica el uso de dispositivos electrónicos computadora, impresora y hojas de máquina.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la etapa 1. Las fases y subprocesos, se dividen en tres, la primera fase corresponde a la plantación de raíz; dentro de esta primera fase se encuentran tres subprocesos que la conforman, seguido de ésta en la fase dos donde se puede observar que consta de cuatro subprocesos, pero de esta depende la fase tres, pues si la planta que se selecciona cumple los estándares de calidad no se va a procesos y de no ser así se continua con tres subprocesos más, esta última fase se repite hasta que se pueda aprovechar el mayor número de plantas que entran en esta fase (Figura 1).



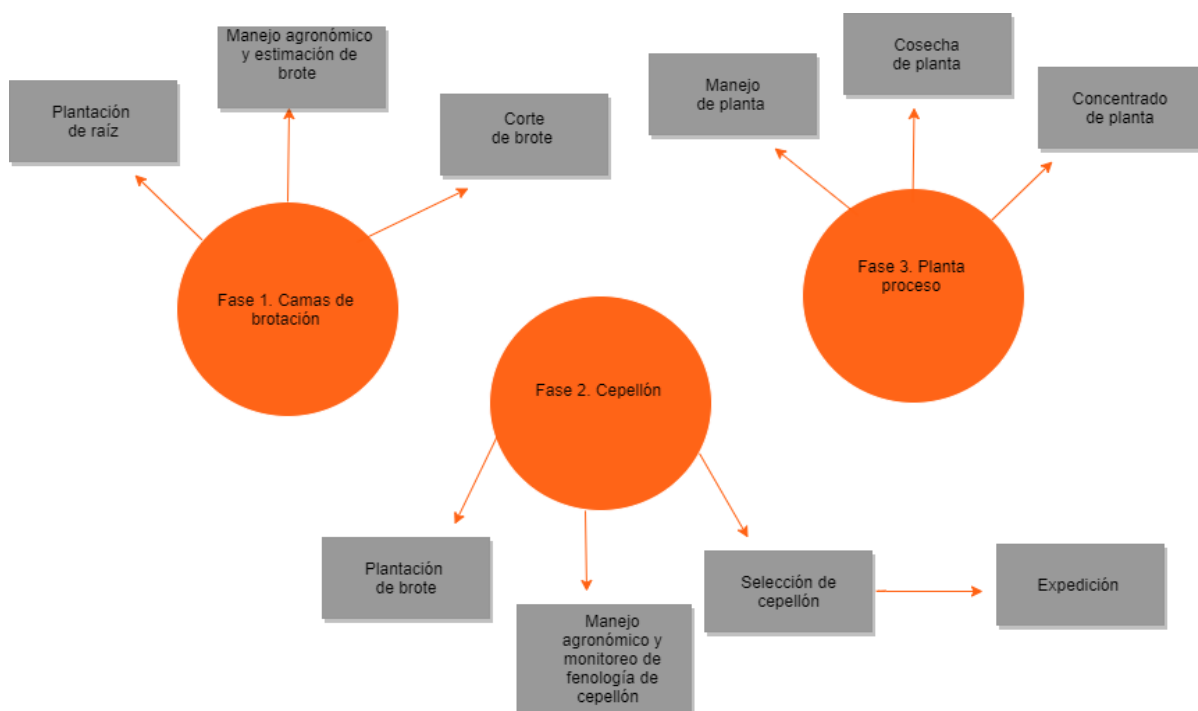


Figura 1. Fases y subprocesos que se llevan a cabo durante la producción del cultivo. Fuente: Elaboración propia

Figure 1. Phases and sub-processes that are carried out during crop production.

Para la obtención de las discrepancias de los procesos productivos que se tienen documentados por parte del área de calidad y lo que realmente se realiza en campo se realizó un check list (Figura 2) para cada una de las actividades que se realizan en los procesos de producción. El cual consta de las siguientes partes:

Encabezado: en él aparece el logo de la empresa, nombre de la actividad, así como el apartado correspondiente, el nombre del PEO correspondiente; el área al que corresponde (área de producción, área de calidad de producción) y las instrucciones a considerar para su aplicación.

Debajo del encabezado se puede observar los siguientes apartados que corresponden al llenado de este: identificación del paso, descripción de este, responsable identificado en el PEO, responsable en campo.

Criterios: dentro de los criterios se considera si cumple o no lo descrito en el PEO con lo que realmente se hace en campo y finalmente observaciones.

LOGO		CHECK LIST DE PLANTACION DE RAIZ				
Modo de realizacion		APARTADO	6.1	INSTALACION DE CAMAS DE BROTAION		
		Produccion				
		Realizar tomando en cuenta los puntos de inspeccion señalando con una palomita en el apartado de cumple o no cumple según corresponda, llenar el apartado de responsable en campo y recuadro de observaciones en caso de ser necesario.				
ID	Descripcion	Reponsable	Responsable en campo	Criterios		Observaciones
				Cumple	No cumple	
6.1.1	Desinfección de infraestructura de acuerdo con el PEO-FI-PLA-001	OPF				
6.1.2	Preparacion del material para la instacion de camas de brotacion	OFRA				
6.1.3	Instalacion de camas de brotacion de acuerdo con el INS-PR-FRA-001	OFRA				
6.1.4	Realizar riegos de acuerdo con hidratación del sustrato en las camas de brotación, actividad realizada por el supervisor de riego.	SRFRA				
6.1.5	Verificar que el sustrato cuente con la humedad necesaria para la plantación de raiz de frambuesa, actividad realizada por el coordinador de producción.	CFRA				
6.1.6	Solicitar cajas de sustrato Kekilla para plantación de raiz de acuerdo con medidas de camas de brotación, 7 cajas de sustrato por cada 11.76 m ²	SCFRA				

Figura 2. Ejemplo de formato que se le dio a cada uno de los check list elaborados.

Figure 2. Format example given to each of the checklists prepared.

Posterior a la implementación de los check list se realizó un análisis de los resultados, la Figura 2 muestra el número de las discrepancias encontradas por cada una de los procedimientos, como se puede observar el mayor número de incidencias se encuentra en la especificación de materias, herramientas y actividades dando un total de 53 incidencias, seguido por documentos faltantes y errores en el orden de los procesos con 14 incidencias cada uno, a continuación, pasos repetidos con 11 y finalmente modificaciones en los formatos con tan solo 6 incidencias.

Resultados de la etapa 2. Para la elaboración del sistema de identificación se tomó como base la numeración que se tiene de cada finca; aunado a esto se asignó un número a cada uno de los procesos, la fase tres depende de la fase dos por tal motivo no se generará un nuevo lote, así que la codificación solo se aplica para la fase uno y dos. El sistema de identificación tiene una codificación por lotes ya que se considera un mismo lote para cada túnel, cada lote está conformado en el caso de finca las cuales por 121,198 plantas lo cual es equivalente a 1,577 charolas, en finca en Carmen serán de 101,178 plantas correspondientes a 1,314 charolas, que es el número de plantas o charolas que pueden establecerse en cada túnel.

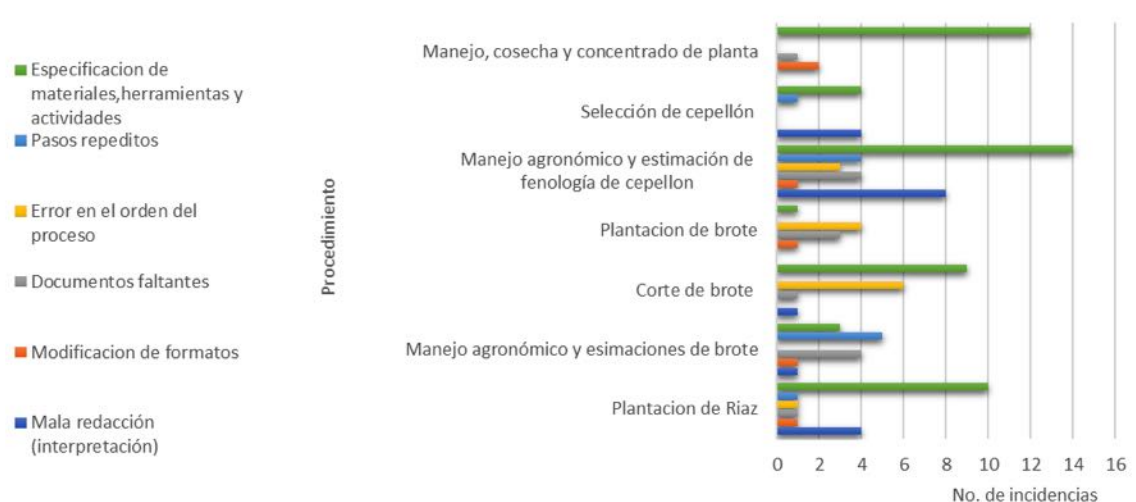


Figura 2. Discrepancias detectadas. Fuente: Elaboración propia

Figure 2. Detected discrepancies. Source: Own elaboration

Resultados de la etapa 3. La aplicación de las pruebas piloto se realizó en finca debido a que en estas instalaciones se contaba aún con planta. Dichas pruebas se realizaron en el lapso correspondiente de la semana 37 a la semana 44 del año 2020. Para su aplicación se realizó una base de datos en Excel la cual sufrió varias actualizaciones de acuerdo con las necesidades de la información que se tiene que trazar, estas bases de datos comprendían cada una de las fases del proceso, como solo se tenía el proceso en la fase tres se realizaron las pruebas en dicha fase. La base de datos que se realizó tiene los siguientes datos a capturar: Fecha en la que se realiza la actividad; Semana; Finca; Agrupación (Cuadro 2); Túnel; Lote establecido; Lote de procedencia; No. De charolas; No de plantas; Concepto; Paquete aplicado; Resultado; Hora de inicio y hora de fin de la actividad.

Cuadro 2. Codificación de agrupaciones.

Table 2. Cluster coding.

Siglas de Agrupaciones Proceso	
ATPRO-1	Agrupación Túnel Proceso
ATCS-2	Agrupación Túnel Cosecha
ATC-3	Agrupación Túnel Concentrado
ATCU-4	Agrupación Túnel Cuarentena
ATR-5	agrupación Túnel Rezaga
ATPDA-6	Agrupación Túnel Poda

Análisis de la base de datos del inventario. La suma de todas nos da un total de 1,304,919 plantas expedidas, esto calculado a partir de la información que se tuvo en las bitácoras de campo (Figura 3). Mientras que la Figura 4 muestra la distribución de las estimaciones de cada semana, en la cual sobresale que en la semana 42 se tuvo más planta faltante que durante las 2 semanas más que se registró esta estimación, dando un total general de 282,221. Si hacemos la sumatoria de esas cifras obtenemos 1,587,140, aquí se puede detectar el primero error que se tuvo al hacer el inventario pues nuestro inventario inicial fue de 1,544,312 plantas; es decir que el inventario estuvo abajo por 42,828 plantas, sí consideramos que los datos de las estimaciones fueran 100% confiables.

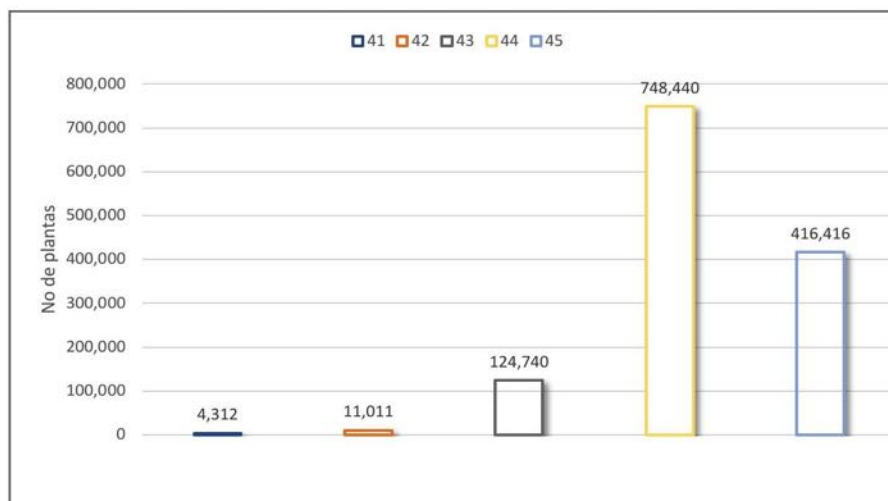


Figura 3. Indica la distribución que se tuvo durante las 5 semanas respecto a las expediciones.

Figure 3. indicates the distribution of shipments during the 5 weeks.

Los datos de estimaciones y expediciones acorde a cada semana considerando que no hay margen de error en cada una de las estimaciones realizadas, como se aprecia en la semana 45 se tiene un dato negativo, esto porque toma como base el total del inventario inicial es decir tomamos 1,544,312 y no el real que se tuvo. En color naranja se aprecia el comportamiento real, en el cual se tiene un dato positivo que alcanza casi las 100,000 plantas lo equivalente al stock que se tuvo según las bases de datos; pero como ya se mencionó anteriormente se contempla un número menor de plantas (Figura 5).

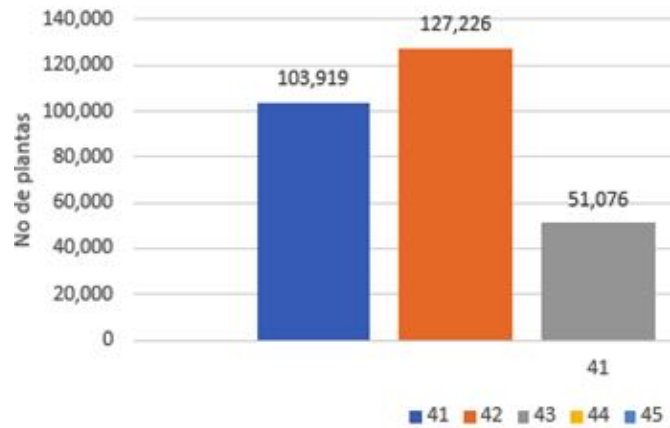


Figura 4. Indica la distribución de las estimaciones de cada semana.

Figure 4. Indicates the distribution of the estimates for each week.

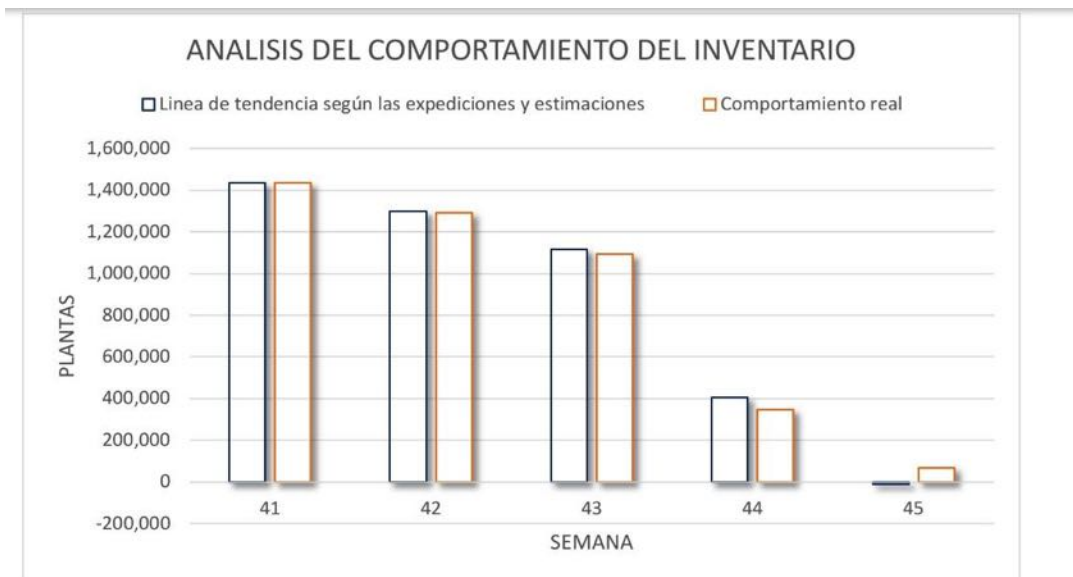


Figura 5. Análisis del comportamiento del inventario indica, el comportamiento del inventario.

Figure 5. Inventory performance analysis indicates, inventory performance.



CONCLUSIÓN

El conocimiento de los nuevos avances tecnológicos facilitan la automatización de diferentes procesos productivos, así como el surgimiento de las necesidades por parte de los consumidores, dan apertura a nuevos sistemas que ayuden a tener un mejor control de la cadena productiva para así poder cumplir con la seguridad alimentaria. La inclusión de un sistema interno de trazabilidad facilita la localización de los productos, la toma de decisiones, así como la información que aporte valor a cada uno de los productos elaborados, lo cual refleja el compromiso de las empresas hacia los consumidores. Estos tipos de sistemas alojan la información de todo el proceso productivo por tal motivo se recomienda hacer partícipe de él a todos y cada uno de los colaboradores que ejecutan actividades tanto de campo como de gabinete, la comunicación efectiva entre las diferentes cadenas de mando, la motivación hacia el personal de campo, la relación con las diferentes áreas de apoyo y el compromiso de la gerencia fungen un papel importante para tener un sistema de trazabilidad más consolidado en cuanto al registro y flujo información que en él se alberga para finalmente poder aportar esta información al siguiente eslabón de la cadena.

LITERATURA CITADA

- Aung, M. M., & Yoon, S. C. (2014). Traceability in a Food Supply Chain: Safety and Quality Perspectives.
- Celda, L. G. (2017). Propuesta de un sistema de trazabilidad para la cadena de suministros sostenible en el sector agroalimentario . España.
- Francois, G., Fabrice, V., & Didier, M. (2020). Traceability of fruits and vegetables. *Phytochemistry*, 173, 112291.
- FIRA, F. I. (2016). Panorama agroalimentario.
- García, G. (2018). Guía de trazabilidad agrícola en el sector primario.
- González Razo, F., Rebollar Rebollar, S., Hernández Martínez , J., Morales Hernández, J., & Ramírez Abarca, O. (2019). Situación actual y perspectiva de la producción de berries en México. *Revista Mexicana de Agronegocios* , 2.
- HORTIFRUT S.A. (2010). Memoria Anual .
- Luna, S. (2017). En aumento la producción de frambuesa en México .

Moltoni, A. F., & Moltoni, L. A. (2018). Trazabilidad en el agro y sus herramientas. ONU. (2020). Estadísticas sobre seguridad alimentaria. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO.

ONUAA, (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2016). La trazabilidad una herramienta de gestión para las empresas y los gobiernos. ROMA: FAO.

