



UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

---

INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

“Cuantificación de la capacidad  
antioxidante y descripción sensorial de la  
sidra regional de Hidalgo”

TESIS

Para obtener título de:

INGENIERO EN AGRONOMIA PARA LA PRODUCCION  
SUSTENTABLE

PRESENTA

EVELIN ESMERALDA LUNA PÉREZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. JOSEFA ESPITIA LÓPEZ

ICAP, TULANCINGO HGO.

2024





# Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Agropecuarias

*Institute of Agricultural Sciences*

Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales

*Academic Area of Agricultural and Forestry Sciences*

Tulancingo de Bravo, Hidalgo., a 09 de julio de 2024

**Asunto:** Autorización de impresión

**MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO**  
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA UA EH

Por este conducto y con fundamento en el Título Cuarto, Capítulo I, Artículo 40 del Reglamento de Titulación, le comunico que el jurado que le fue asignado al pasante de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía para la Producción Sustentable, LUNA PÉREZ EVELIN ESMERALDA, quien presenta el trabajo de Tesis denominado **“Cuantificación de la capacidad antioxidante y descripción sensorial de la sidra regional de Hidalgo”**, que después de revisarlo en reunión de sinodales, ha decidido autorizar la impresión de este, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los miembros del jurado:

<b>PRESIDENTE</b>	DR. BENITO FLORES CHÁVEZ
<b>SECRETARIO</b>	DR. PAUL MISAEL GARZA LÓPEZ
<b>VOCAL 1</b>	DRA. JOSEFA ESPITIA LÓPEZ
<b>SUPLENTE 1</b>	M. EN B. VICTOR LEON ESPITIA LÓPEZ

Sin otro particular por el momento, me despido de usted.

Atentamente  
“Amor, Orden y Progreso”

Dr. Sergio Rubén Pérez Ríos  
Coordinador de Ingeniería en  
Agronomía para la Producción  
Sustentable



Av. Universidad Km. 1 Exhacienda de Aquetzalpa.  
C.P. 43600. Tulancingo, Hidalgo. México  
Teléfono: 7717172000 Ext. 2432  
sperez@uaeh.edu.mx

## Agradecimientos

A mi “Alma Mater” la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Al Instituto de Ciencias Agropecuarias, a quien le debo mi formación profesional.

Especialmente a la Dra. Josefa Espitia López, por su invaluable dirección, apoyo, paciencia, por todas sus asesorías, correcciones, y por su amistad que durante todo este trabajo me brindo.

Al Dr. Paul Misael Garza López por su guía y el apoyo que me proporciono, así como también su ayuda con las correcciones del presente trabajo.

Al Dr. Benito Flores Chávez, Por su gran calidad profesional como profesor no solo en este proyecto sino en toda la carrera.

Al M. en B. Víctor León Espitia López por su disponibilidad y apoyo mostrado, así como la ayuda con correcciones y revisión de este trabajo.

A la M. Gabriela De Vega Luttmann, por su dirección, apoyo y amistad en el presente trabajo.

A la Lic. Adriana Ibarra Islas por su amistad y por hacerme sentir acompañada en todo este proceso.

A mis amigas Diana, Aranza y Ana por su amistad, cariño y por acompañarme todos estos años de carrera.

A todas aquellas personas que directa o indirectamente colaboraron en el desarrollo y elaboración del presente trabajo.

Dedicatoria

## A MIS PADRES

Con mucha gratitud por su amor, esfuerzo, educación y confianza que han depositado en mí y por guiarme por el camino de rectitud, trabajo y superación.  
Son sin duda unos excelentes padres.

## A MIS HERMANOS

Por ser mi ejemplo a seguir, mi fuente de sabiduría y de amor desmesurado, por cuidarme siempre y ser mis compañeros de vida.

## A MI CUÑADO Y CUÑADAS

Por la confianza y amistad depositadas a mi persona.

## A MIS SOBRINOS

Por ser mi más grande inspiración en la vida, mi motor y mi mayor fuente de orgullo en el mundo.

## Y A MI

Por mi Resiliencia, por el esfuerzo que significo este proyecto y por no rendirme nunca en nada.

## Tabla de contenido

I	Introducción .....	1
II	Antecedentes .....	2
	Producción de manzana en Hidalgo .....	2
	La industria de la sidra en Hidalgo .....	4
III	Marco teórico.....	6
	Características del suelo de las zonas productoras de manzana en Hidalgo .....	6
	Taxonomía de la manzana .....	7
	Características morfológicas del manzano .....	7
	Raíz.....	7
	Tallo .....	7
	Yemas.....	8
	Hojas .....	8
	Flor .....	8
	Fruto.....	8
	Requerimientos edafoclimáticos del manzano .....	9
	Clima .....	9
	Suelo .....	9
	Agua .....	10
	Capacidad antioxidante en la sidra.....	11
	Características fisicoquímicas de la sidra.....	12
	Características sensoriales de la sidra .....	13
IV	Justificación.....	14
V	Hipótesis .....	14
VI	Objetivos: .....	14
	General .....	14
	Específicos.....	14
VII	Preguntas de investigación .....	15
VIII	Metodología.....	16
	Capacidad antioxidante.....	17
	Análisis sensorial .....	18
IX	Resultados y discusión.....	22
	Capacidad antioxidante.....	22
	Análisis sensorial .....	24
X	Conclusiones.....	27
XI	Referencias .....	28

## Índice de Tablas

Tabla 1. Producción de Manzana en las 10 principales entidades productoras. ....	2
Tabla 2. Posición de Hidalgo a nivel nacional. ....	3
Tabla 3. Nombres de las muestras de sidras regionales y comerciales. ....	16
Tabla 4. Nombres y fotografías de las 6 muestras diferentes de sidras. ....	16
Tabla 5. Sidras utilizadas en el análisis sensorial. ....	19
Tabla 6. Tabla de registro para prueba sensorial CATA. ....	20
Tabla 7. Resultados de capacidad antioxidante en sidras regionales. ....	23

## Índice de Figuras

Figura 1. México: Regiones estratégicas productoras de manzana donde Hidalgo se encuentra en la región 8.....	6
Figura 2. Medición de capacidad antioxidante.....	17
Figura 3. Prueba sensorial Check All That Apply (CATA). ....	21

## Índice de Gráficos

Gráfico 1. Capacidad antioxidante en sidras regionales en Eq. Ácido Gálico .....	23
Gráfico 2. Descriptores sensoriales de sidras de Puebla, Tulancingo y Monterrey N. L .....	25



## **Introducción**

Hidalgo figura como uno de los principales productores de sidra a nivel nacional, para que esta bebida tenga dicha posición en el mercado, se requiere de una buena conducción desde la obtención de la materia prima, de tal forma que se vuelve indispensable un buen manejo de la producción de la manzana, proceso que realizan los productores de las zonas mencionadas en esta investigación.

En el presente trabajo se evaluó y realizó un análisis de la capacidad antioxidante junto con un análisis sensorial, con la finalidad de posicionar a las sidras producidas en Hidalgo como unas de las mejores, no solo por sus características sensoriales como el color, sabor y aroma, sino también por su nivel de capacidad antioxidante en la bebida.

Esperando se vean beneficiados productores y vendedores de este producto al impulsar su venta no solo en fechas festivas, si no hacerles saber a los consumidores que esta bebida aparte de ser deliciosa tiene un impacto positivo sobre nuestra salud y al estado de Hidalgo para seguir formando parte de los principales productores de esta bebida.

En este proyecto se utilizó el método DPPH y el método Check All That Apply (CATA). El objetivo de estudio fue utilizar los dos métodos para describir sidras de 4 diferentes lugares dentro de ellos Acaxochitlan Hgo., Tulancingo Hgo., Zacatlán Pue. y Monterrey N.L.

## Antecedentes

### Producción de manzana en Hidalgo

La manzana es un fruto de alta demanda a nivel mundial, y representa uno de los conceptos de mayor gasto en las familias mexicanas (SADER, 2017). Es un producto muy reconocido no solo por sus características sensoriales, sino también por sus valores nutricionales proporcionando flavonoides, polifenoles, antioxidantes, vitaminas del grupo B (B1, B2 y B6), vitamina C, fósforo, potasio y calcio (SADER, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022).

Son diez variedades de manzanas que se producen principalmente en el territorio nacional, dentro de ellas por su cosecha destacan, la Golden Delicious, Red Delicious y Manzana Criolla, aunque también se produce: manzana Anna, manzana Gala, manzana Red Chief, manzana Rome Beauty, manzana Starking, manzana Starking Delicious y manzana Top Red; cada una de estas variedades son utilizadas para elaborar sidras, dulces, jugos y consumo de mesa (SADER, 2022). Dentro de las diez entidades productoras de México, Hidalgo ocupa el lugar número nueve (Tabla 1) (SIAP, 2023).

**Tabla 1.** Producción de Manzana en las 10 principales entidades productoras.

Rank	Entidad Federativa	Región	Volumen (toneladas)	Variación (%) 2021-2022
	<b>Total Nacional</b>		<b>808,906</b>	<b>28.0</b>
<b>1</b>	Chihuahua	Noreste	688,789	40.4
<b>2</b>	Coahuila	Noreste	45,051	0.4
<b>3</b>	Puebla	Centro	35,477	4.5
<b>4</b>	Veracruz	Sur-sureste	8,845	-2.9
<b>5</b>	Durango	Noreste	6,149	-78.5
<b>6</b>	Zacatecas	Noreste	4,789	-3.5
<b>7</b>	Chiapas	Sur-Sureste	3,579	1.5
<b>8</b>	Sonora	Noroeste	2,918	10.7
<b>9</b>	Hidalgo	Centro	2,856	-1.6
<b>10</b>	Oaxaca	Sur-Sureste	2,552	3.0
	Resto		7,901	-2.0

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP 2023).

En el mundo se tienen 97 naciones productoras de manzanas, entre ellas México, que ocupa el número 19° como productor mundial y el territorio nacional destaca que su producción comienza en julio y finaliza en noviembre con un máximo de cosecha en septiembre (SIAP, 2023).

En México, la producción de manzana presenta cambios en los últimos 5 años en los que Chihuahua se posicionó como el primer productor a nivel nacional. Por otra parte, el estado de Hidalgo se ubicó en el número 9 a nivel nacional a excepción del año 2022 en donde pasó a estar en el número 8 lugar que dejó atrás para el 2023 recuperando su posición en el número 9 (Tabla 2) (SIAP, 2023).

Hidalgo posee 1,500 ha plantadas, lo que representa un 2.44% del total plantado a nivel nacional. La situación actual del cultivo de manzanos en Hidalgo presenta implicaciones culturales, climáticas y de comercialización que no muestran el potencial real de este cultivo (Ramírez, M.R., Legarreta, J.L., Cuéllar, J., Zacatenco, G.M.G., Parra, R.A. y Ávila, M.M.R., 2007).

**Tabla 2.** Posición de Hidalgo a nivel nacional.

<b>HIDALGO</b>	
<b>AÑO</b>	<b>NIVEL NACIONAL</b>
2019	8°
2020	8°
2021	9°
2022	8°
2023	9°

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP 2019-2023).

## La industria de la sidra en Hidalgo

Hidalgo figura dentro de los 10 principales productores manzana en México y destaca también por ser de los más importantes fabricantes de sidra a nivel nacional, dentro de las principales variedades de manzana que son utilizadas para su elaboración se encuentran 'Golden Delicious', 'Red Delicious', 'Gala', 'Roma Beauty', 'Starking Delicious', 'Red Chief' y 'Top Red' (SADER, 2017).

Algunas investigaciones relatan que la sidra ya era conocida por los hebreos, egipcios y griegos, pero los árabes fueron quienes desarrollaron sistemas agrarios avanzados, cultivaron muchas clases de manzanas, hasta lograr que los procesos de producción de sidra fueran cada vez más eficientes (SADER, 2019). La sidra para México llegó con la conquista y actualmente Hidalgo se encuentra dentro de los mayores productores de sidra junto con Puebla y Chihuahua (SADER, 2019).

Aunque la sidra es una bebida antigua, actualmente en el estado de Hidalgo se cuenta con una gran producción de ésta en el municipio de Tulancingo. Esta bodega se coloca como una pequeña empresa en el mercado ubicada en la ex hacienda de Exquiltlan en donde aparte de producir sus propias manzanas son utilizadas para la producción de la sidra. Dicha empresa cuenta con la modernización en los equipos y maquinaria, que han incrementado notablemente los volúmenes de producción. Cuentan con un distintivo de seguridad sanitaria otorgado por el IMSS por sus buenas prácticas en la producción.

Las variedades de manzanas utilizadas en la producción de sidra, tienen diferentes tiempos de maduración, por lo que en ocasiones se cosechan por separado. Después de la cosecha, los frutos se pueden almacenar durante un cierto período para que maduren. Durante el almacenamiento, se permite la formación adicional de azúcar y compuestos aromatizantes. Al mismo tiempo, los frutos se vuelven más blandos, lo que facilitara los siguientes pasos del proceso productivo (Calugar,P.C.,Coldea,T.E.,Salant,L.C.,Rodica,C.,Pasqualone,A.,Burja,C.,Haifeng-Zhao,U.& Mudura,E., 2021).

La elaboración de la Sidra en Tulancingo Hgo. presenta un flujo del proceso productivo a nivel general en donde se lleva el siguiente procedimiento:

- Recepción de materia prima
- Lavado
- Triturado
- Macerado
- Extracción del zumo
- Corrección del mosto
- Fermentación
- Trasiego
- Segunda fermentación
- Embotellado y Gasificación
- Etiquetado y Empaquetado

Cada uno de estos procedimientos se ejecutan regulados según la NOM-199-SCFI-2017 (SEGOB., 2017). Que permiten a la pequeña empresa tener como resultado un producto no solo de buena calidad si no también con todas las medidas de sanidad (Echeverria, 2022).

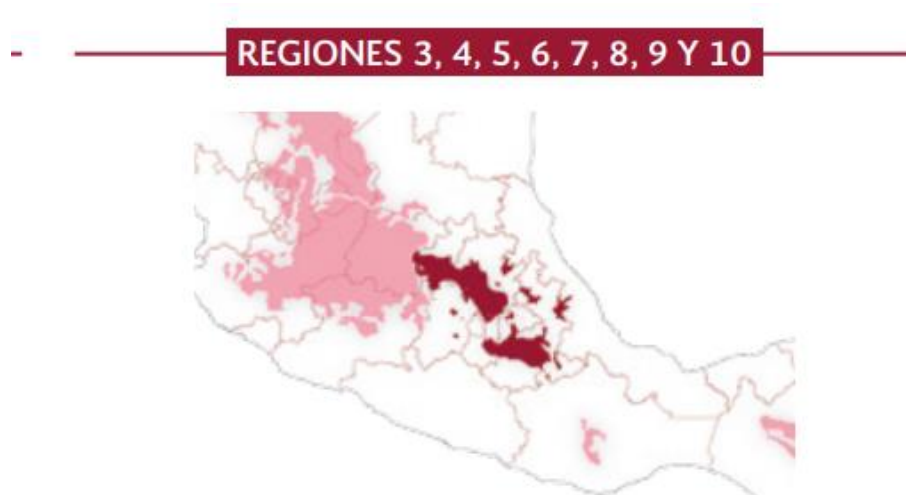
## Marco teórico

### Características del suelo de las zonas productoras de manzana en Hidalgo

En cuanto a los sitios de producción la manzana los principales productores en Hidalgo son Acaxochitlan, Singuilucan, Santiago Tulantepec, Agua Blanca, Metepec, Tenango de Doria, San Bartolo Tutotepec, entre otros. Entre las variedades sembradas y recolectadas se encuentran: Gala, Red Delicious, Perón, Golden Delicious. Los resultados de cosecha dependen, en gran medida, de las condiciones climatológicas de la zona; si hay viento, lluvias atípicas o calor extremo, todo ello, afectan los manzanos, además de las plagas. La producción de este cultivo en Hidalgo forma parte de un sustento para muchas familias que apuestan a los huertos familiares de manzana (Ocádiz, 2018).

Las plantaciones de manzano, aunque resulta tener una alta adaptabilidad a diferentes tipos de suelos, se caracterizan por requerir condiciones específicas edáficas y de clima. En las cuales destaca su resistencia al frío ya que no necesita una excesiva cantidad de calor para su maduración, prefiere los suelos franco arenoso con profundidades mínimas de 50 cm. Con un mejor desarrollo en suelos con pH de 5.5 y precipitaciones anuales de 1000 a 1500 mm (SADER, 2017).

**Figura 1.** México: Regiones estratégicas productoras de manzana donde Hidalgo se encuentra en la región 8.



Fuente: Planeación Agrícola Nacional (SADER, 2017)

# Taxonomía de la manzana

Diez variedades de manzanas se producen en México, de la cuales 3 variedades destacan por su significativa cosecha: Golden Delicious, Red Delicious, Manzana criolla (SADER, 2021).

- Reino: *Plantae*
- División: *Magnoliophyta*
- Clase: *Magnoliopsida*
- Sub clase: *Rosidae*
- Orden: *Rosales*
- Familia: *Rosaceae*
- Género: *Malus*

## Características morfológicas del manzano

### Raíz

La mayor parte de las raíces absorbentes radican a una profundidad de 10 a 50cm, aunque la profundidad de las raíces muchas veces depende de las características de la variedad, tipo de suelo, drenaje, riego y fertilización. y la proyección del sistema radicular en un árbol adulto es de una y media a dos veces superior al de la copa del mismo (Fuentes,M.C.,Hernandez, B.D.,rubio,J.C.G., 2012).

### Tallo

El tallo del manzano es leñoso y con una corteza escamosa, colores grises parduzcos en las zonas más viejas y en ramas más jóvenes se torna de un color verde ceniciento (Fuentes,M.C.,Hernandez, B.D.,rubio,J.C.G., 2012).

### Tipos de ramos:

- Ramo de madera: Presenta solamente yemas de madera y tiende a poseer una longitud de 30 a 50 cm.
- Chupones: Son ramos de madera muy vigorosos y con gran crecimiento que, tienden a tener un desarrollo vertical.
- Ramo de prolongación: Brota al extremo de las ramas.
- Ramo anticipado: Se origina de yemas que evolucionaron el mismo año.

- Brindilla: Se le denomina ramo débil y poco desarrollado, suele ser típico de frutales de pepita y termina en una yema de madera.
- Dardo: Es muy corto y solo presenta una yema terminal de madera.
- Brindilla coronada: Ramo que termina en una yema de flor.
- Lamburda: Característica de frutales de pepita y es un dardo alargado de dos o más años además de que termina en una yema de flor (Fuentes,M.C.,Hernandez, B.D.,rubio,J.C.G., 2012).

## Yemas

Presenta yemas latentes y adventicias, dichas evolucionan bajo ciertas condiciones, Las primeras provienen de yemas hibernales que están inactivas durante varios años, pero son vitales, las yemas adventicias se diferencian por que se forman espontáneamente por causas diversas, principalmente sobre madera vieja (Fuentes,M.C.,Hernandez, B.D.,rubio,J.C.G., 2012).

## Hojas

Salen de los brotes, son ovales, de color verde claro en el envés y cubierto de pelos, más oscuro en el haz, con 4 a 8 nervios alternos bien desarrollados y un peciolo corto. Son de vital importancia por las funciones fisiológicas que cumple como lo son la fotosíntesis, transpiración, respiración etc. Además de que son capaces de comprender elementos nutritivos, fitosanitarios y fitorreguladores (Fuentes,M.C.,Hernandez, B.D.,rubio,J.C.G., 2012).

## Flor

La flor está formada por cinco sépalos, cinco pétalos, estambres y pistilos, se encuentra reunida en inflorescencias y es hermafrodita, es decir, posee órganos sexuales masculinos y femeninos, los pétalos se presentan de color blanco o rosado (Fuentes,M.C.,Hernandez, B.D.,rubio,J.C.G., 2012).

## Fruto

La estructura del fruto se caracteriza por tener forma redondeada, es carnoso, con la zona central dividida en 5 o 6 partes (una por carpelo) con paredes de consistencia coriácea que protegen cada una de ellas, el péndulo es corto y generalmente tienen un número de 5 a 6 semillas por manzana (Fuentes,M.C.,Hernandez, B.D.,rubio,J.C.G., 2012).



## Requerimientos edafoclimáticos del manzano

Las condiciones apropiadas para el buen desarrollo de este frutal son principalmente un clima templado con inviernos severos y largos, que los veranos sean frescos y buena precipitaciones anuales (Mendoza, 1965).

### Clima

El manzano requiere temperaturas frías en primavera, invierno y gradualmente altas en verano, para que el cultivo pueda pasar por todas sus fases vegetativas, este cultivo en dormancia precisa hasta de 10° C y a medida que va en aumento la temperatura comienza el brote, otras variables son la latitud, altitud y luz solar, los manzanos ubicados ente los 900 y 2500 msnm, producen mejores frutos en calidad y cantidad (SENASA, 2020)

Los manzanos requieren de una buena exposición lumínica, ya que para que una yema vegetativa se transforme en flor se necesita una interferencia de luz del 40%, sin embargo, para que la fruta tome un color adecuado se requiere del 70% aproximadamente, esto repercute directamente en que el fruto tenga buen color y sabor, por tanto, una buena distribución de la luz solar en todas las partes del árbol y el fruto juega un papel fundamental (Frías, 2015).

### Suelo

Para su establecimiento se debe considerar que el terreno cuente con características como un buen drenaje, aireación, riego y fertilización, se requiere de suelos con profundidad de 50 cm a 1,50m, el pH ideal es de 6,5 a 7,5, se desarrollan mejor en una textura franco arenoso, con subsuelo permeable de buena fertilidad. Un deficiente drenaje provoca la acumulación de humedad, lo que induciría a la formación de patógenos, una pobre aireación limita la oxigenación ocasionando daños en la raíz, una textura franco arenosa retendrá mejor el agua, lo que lo hace un suelo adecuado para la instalación de este cultivo. La fertilización dependerá de las propiedades físicas y químicas del suelo determinadas por un análisis de suelo en laboratorio, con la cual se podrá realizar una dosis correcta de fertilización para el cultivo (Ruesta, 2005).

## Agua

Requiere de abundante agua en el periodo de crecimiento, con un numero de riegos en función a la estructura del suelo y de la precipitación en el lugar, el monitoreo en el riego debe ser constante, concentrándose en los estados críticos de la planta como lo son: las yemas hinchadas, el inicio de la floración y el engrosamiento del fruto (Granges, 1985).

También dependerá de la necesidad hídrica que presente el suelo si el suelo es arenoso retendrá mejor el agua, haciendo los riegos más separados; si el suelo es fino, limo-arcilloso, será un suelo pesado reteniendo mayor cantidad de agua, por lo que se recomienda aplicar riegos menos frecuentes, y cuidar el drenaje (Ruesta, 2005).

Siempre tomando en cuenta que se deben establecer canales de una profundidad de entre 10 a 15 cm que permitan que el agua se distribuya a cada planta y no corra de una planta a otra (Granges, 1985).

## Capacidad antioxidante en la sidra

La capacidad antioxidante es una función biológica que tiene la finalidad de retrasar la oxidación de biomoléculas impulsando un efecto de prevención sobre algunas enfermedades y se determina con el número de moléculas de un radical libre que se acopla a la solución de prueba antioxidante (Shivakumar, 2018)

El cuerpo tiene sistemas de defensa antioxidante que tienen la capacidad de impedir las acciones nocivas de los radicales libres (Guija-Poma, 2015).

Sin embargo, cuando la defensa antioxidante en el cuerpo es insuficiente para proteger al organismo del efecto dañino de los radicales libres se puede conducir al estrés oxidante, provocando así una relación con una gran diversidad de patologías como la psoriasis, cáncer, diabetes mellitus, aterosclerosis, cataratas, hipertensión arterial (Lee, 2004).

Estudios epidemiológicos aseguran que una alimentación basada en una dieta rica en frutas y verduras puede disminuir significativamente el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, cáncer, aterosclerosis, artritis, etc., debido a que dichos alimentos tienen un elevado contenido de polifenoles, flavonoides, antocianinas, vitamina C y vitamina E (Paredes-Lopez,O.,Cervantes-Caja,M.L.,Vigna-Perez,M.,Hernandez-Perez T., 2010).

Actualmente la capacidad antioxidante se considera un factor crucial en el análisis nutricional de frutas, verduras y alimentos en general, así como también forma un papel importante en los procesos postcosecha. Para medir y poder expresar dichas mediciones es necesario utilizar procedimientos adecuados para su análisis, los métodos más usados para medir capacidad antioxidante son el FRAP, basado en la capacidad de reducción férrica y los de ABTS, DPPH y ORAC, basados en la captación de distintos radicales libres (Pérez-Jimenez, 2007).

## Características fisicoquímicas de la sidra

Dentro de la composición de la manzana el agua representa un 85%, y la mayor parte de sus azúcares deriva de la fructosa, la glucosa y sacarosa se encuentran en menor cantidad. Aunque la cantidad de vitamina C que aporta es escasa está presente en su composición y también posee vitamina E, la cual actúa como un antioxidante (PROFECO, 2021).

Se entiende que las manzanas tienen niveles elevados de compuestos biológicamente activos que actúan como antioxidantes y pueden ayudar a proporcionar protección contra algunas enfermedades, entre estos compuestos, conocidos como fitoquímicos, se encuentran los compuestos fenólicos, unos de los más conocidos, que son los responsables de las características del color que se produce en la pulpa cuando la manzana es sometida a algún tipo de daño físico (Peralta,A.,Altier,G.,Ibáñez,F.,Rodríguez,P., 2008).

Los futuros utilizados para la producción de sidra deben ser sostenibles por lo tanto se debe reducir la dependencia de los agroquímicos ya que los pesticidas y fungicidas, pueden interferir en la pulpa, el jugo de la fruta y en el proceso de fermentación, afectando principalmente las levaduras, si no cumplen con el tiempo en el que se degradan naturalmente; la concentración de estos residuos aumenta el riesgo de perjudicar la salud del consumidor (Calugar,P.C.,Coldea,T.E.,Salant,L.C.,Rodica,C.,Pasqualone,A.,Burja,C.,Haifeng-Zhao,U.& Mudura,E., 2021).

La sidra al ser una bebida natural proveniente de la extracción y fermentación del jugo de la manzana, tiene un alto contenido de vitamina A y C con actividad antioxidante, además de que dentro de los componentes principales de esta fruta destacan los polifenoles y las fibras (Linares Garcia, 2022).

El mosto de manzana, tiene las características necesarias para figurar como un medio de cultivo ideal para el desarrollo de microorganismos esto por su riqueza en azúcares y otros componentes orgánicos e inorgánicos, capaces de soportar las condiciones ácidas que se encargaran de la fermentación, transformando los componentes iniciales del mosto en otros que aportarán el gusto y aroma peculiar de las sidras, los microorganismos utilizados en este proceso son de dos tipos, levaduras y bacterias y pueden proceder tanto de la piel de la manzana, como de los utensilios en contacto con ella como prensas, trituradoras, toneles, etc. Encargándose de la transformación del mosto de manzana en sidra (Irastorza Iribas, 2004).

## Características sensoriales de la sidra

Las percepciones sensoriales están directamente relacionadas a la composición fisicoquímica de las sidras, la composición puede, en particular, estar vinculada a todo el proceso productivo y/o al manejo del fruto, por lo tanto, la sidra será comúnmente muy variable incluso cuando se parte de las mismas manzanas. La elaboración, composición y percepción sensorial no son fáciles de relacionar, pero los tres tipos de datos deben observarse en conjunto para caracterizar la diversidad de sidras ( Le Quérea, J.M., Husson, F., MGC Renarda, C., Primault, J., 2006).

El proceso de la producción de sidra se resume en el conjunto de 3 pasos: la materia prima (manzanas), la fermentación y los procesos de envejecimiento. Sin embargo, las principales diferencias fisicoquímicas y sensoriales se deben a la composición de la materia prima y al proceso de fermentación que hayan sido elegidos (Rodríguez-Madrerar, R., Picinelli-Lobo, A., & Mangas-Alonso, J. J., 2009).

La caracterización de sidras comprende de categorías que van de secas a dulces, de bajo contenido de alcohol a una concentración de 8 a 9% de volumen de alcohol (ABV), e incluyen sidras aromáticas con la adición de jugo de otras frutas, sabores o incluso 'sidras de hielo', obtenidas por fermentación de jugo o manzanas congeladas; la sidra de manzana se divide en dos categorías: La sidra estándar se refiere a la sidra obtenida del jugo de manzana, sin la adición de sabores u otras frutas. El único ingrediente que se permite agregar es el azúcar, con la función de regular el nivel de carbohidratos necesarios para la fermentación o aumentar la dulzura en la sidra fermentada y la sidra de especialidad que consiste en la bebida obtenida al agregar otras frutas (la combinación de jugo de manzana y pera, bayas) o hierbas (jengibre, canela, nuez moscada, limoncillo), al agregar azúcar, edulcorantes o miel, por otro lado la sidra de hielo consiste en obtener sidra concentrando el jugo para la fermentación congelando manzanas o jugo recién exprimido, para eliminar el agua, dando como resultado establecer cinco clases: seca, semiseca, media, semidulce y dulce (Calugar, P.C., Coldea, T.E., Salant, L.C., Rodica, C., Pasqualone, A., Burja, C., Haifeng-Zhao, U. & Mudura, E., 2021).

El aroma es uno de los atributos más importantes de esta bebida además de ser aspecto clave en la definición de su calidad sensorial. En este análisis se utilizan 2 diferentes sentidos de los cuales se derivan 12 atributos dentro de los que olor: frutal, floral, dulzón, lácteo, vinagre y especiado; boca: dulzor, acidez, amargor, astringencia y persistencia de post-gusto (M.J. Anton Diaz, B., Suarez Valles, A.P. Lobo., 2011). El aroma se le atribuye a factores tecnológicos y la levadura empleada, mientras que el sabor está determinado por la composición de las manzanas utilizadas (Teutli-Lepon, 2018).

## Justificación

Hoy en día, la elaboración de bebidas alcohólicas ha logrado tener un crecimiento en sus ventas que además de ser bueno se mantiene incluyendo las bebidas más comerciales como lo son, la cerveza que tiene la mayor preferencia, seguida del vodka, ron, whisky, etc. (Salud, 2016).

Por tal motivo, la sidra todavía está muy lejos de sus competidores y dado que la producción de manzana en el estado de Hidalgo, actualmente no tiene la mejor representación y/o el mejor tamaño del mercado, en este proyecto resulta ser importante destacar las características que hacen única a cada una de ellas, calificando sus cualidades del lugar de procedencia y con ello poder determinar por qué el tamaño de la industria con el que cuenta, demostrar la factibilidad de la producción y comercialización y conocer cómo generar impulsores de oportunidades de industria ya que es un producto que aún no es conocido por ser el de mejor venta en México.

## Hipótesis

Las sidras del estado de Hidalgo tienen capacidad antioxidante y descriptores sensoriales específicos capaces de posicionar al estado como un potencial productor de sidra.

## Objetivos:

### General

- Determinar la capacidad antioxidante y especificar los descriptores sensoriales de las sidras del estado de Hidalgo

### Específicos

- Cuantificar la capacidad antioxidante de las sidras de Hidalgo.
- Identificar las cualidades sensoriales de las sidras de Hidalgo.

## Preguntas de investigación

- ¿Las sidras de Hidalgo tienen características equiparables a las de los principales productores de sidra en México?
- ¿Cuál es la capacidad antioxidante de las sidras de Hidalgo?
- ¿Cuáles son los descriptores sensoriales que destacan en las sidras de Hidalgo?

## Metodología

El experimento se realizó en Tulancingo Hgo., en el laboratorio de Biología Molecular del Instituto de Ciencias Agropecuarias (ICAP) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). La determinación de la capacidad antioxidante se realizó con el método de DPPH (Brand-Williams, W., M. Cuvelier & Berset, C., 1995). Se analizaron 4 muestras diferentes de sidras regionales procedentes de Tulancingo, Acaxochitlan y Zacatlán Puebla, así como también se analizaron dos sidras comerciales de la marca Strongbow®, tal como se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Nombres de las muestras de sidras regionales y comerciales.

Sidras	
Regionales	Comerciales
Yemilla	Strongbow rose®
Azteca	Strongbow. Gold®
Pomagne	
Avimionet	

**Tabla 4.** Nombres y fotografías de las 6 muestras diferentes de sidras.

<b>Yemilla (Acaxochitlan)</b>		<b>Avimionet (Tulancingo)</b>	
<b>Azteca (Puebla)</b>		<b>Strongbow rose® (Monterrey N. L.)</b>	
<b>Pomagne (Puebla)</b>		<b>Strongbow Gold® (Monterrey N. L.)</b>	



## Capacidad antioxidante

El fundamento del método DPPH fue desarrollado por Brand-Willams (1995), el cual consiste en que el radical DPPH tiene un electrón desapareado y presenta un color azul-violeta, que se decolora hacia amarillo pálido por su reacción ante la presencia de una sustancia antioxidante (Brand-Williams, W., M. Cuvelier & Berset, C.).

Se preparó la curva de calibración usando DPPH 200  $\mu\text{M}$  con ácido gálico 100  $\mu\text{M}$  y un volumen de 0 a 2 mL, en un periodo de reacción de 30 min. y posteriormente se midió la absorbancia en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 517nm.

**Figura 2.** Medición de capacidad antioxidante.






## Análisis sensorial

La prueba se realizó en el laboratorio de prácticas de Análisis Sensorial del ICAP en la UAEH. Dicho laboratorio cuenta con cabinas individuales para realizar un correcto análisis de los datos.

Se utilizó el método Check All That Apply (CATA) (Figura 3) (Espitia-López *et al.*, 2019) en el que participaron 60 jueces que a su vez eran consumidores, se contó con la participación de ambos géneros con una edad de entre 18 y 50 años.

Se explicaron los términos considerando las características que se evaluaron para la descripción de las muestras, sin restricciones para seleccionar los atributos. La evaluación de las muestras se hizo por medio de una prueba donde se incluyó una lista con los descriptores de la sidra (Phetxumphou, E., Cox, N.A., Lahne, J., 2020), cada juez seleccionó los atributos que considera describen cada una de las muestras codificadas para evitar sesgos por preferencia (Tabla 6), posteriormente los resultados se analizaron mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP) en el programa XLSTAT (2023, Microsoft).

**Tabla 5.** Sidras utilizadas en el análisis sensorial.

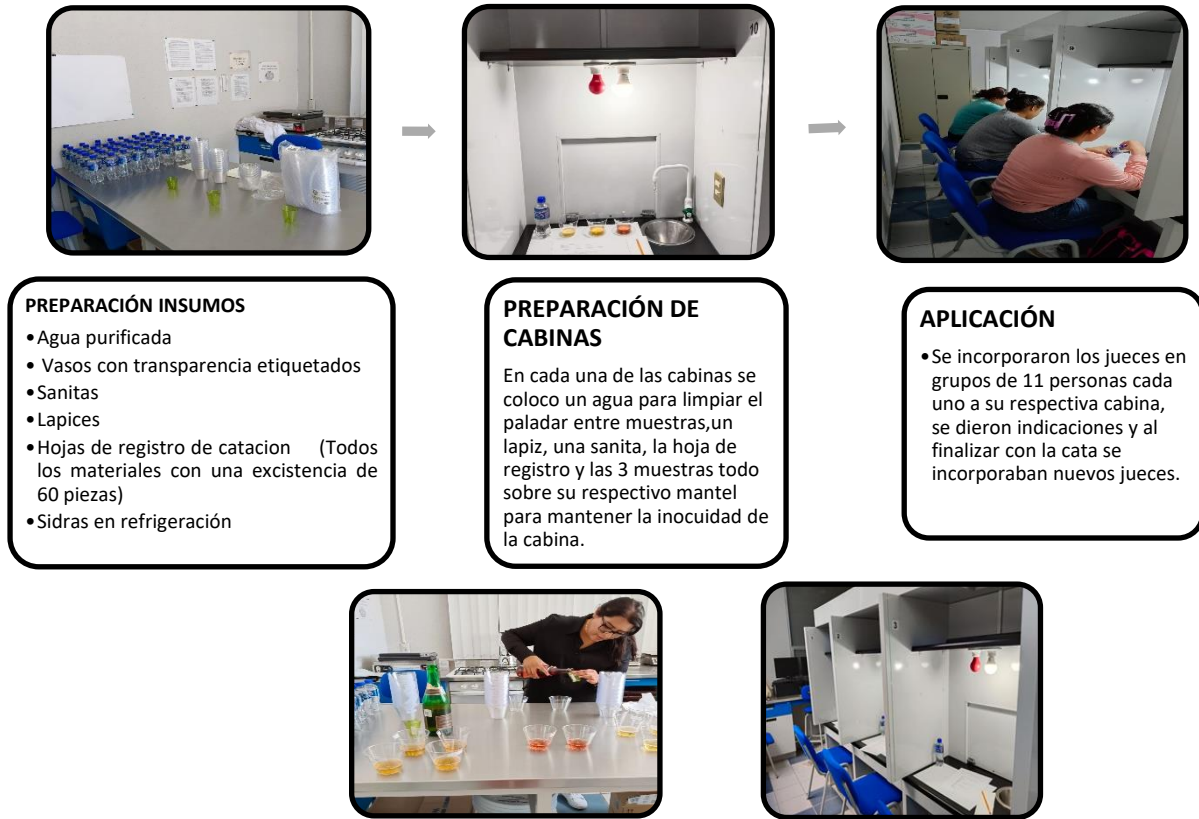
<b>Sidras</b>	
<b>Regionales</b>	
Avimionet® (Tulancingo)	
Lacroix® (Puebla)	
<b>Comerciales</b>	
Strongbow. Gold® ( Monterrey N. L.)	

Los atributos evaluados por los jueces se muestran en la Tabla 6, en donde también cada una de las muestras fue codificada con un número aleatorio de 3 cifras.

**Tabla 6.** Tabla de registro para prueba sensorial CATA.

Descriptorios	Muestras		
	196	558	256
<b>Sabor (boca)</b>			
Dulce			
Seco			
Terroso			
Manzanas frescas			
Manzanas fermentadas			
Bayas			
Acido			
Gaseoso			
Agrio			
Amargo			
<b>Aroma (nariz)</b>			
Leñoso			
Avinagrado			
Alcohol			
Floral			
Frutal			
<b>Apariencia (vista)</b>			
Amarillo			
Ámbar			
Verde			
Clara			
Oscura			
Muchas burbujas			
Pocas burbujas			

**Figura 3.** Prueba sensorial Check All That Apply (CATA).



## Resultados y discusión

### Capacidad antioxidante

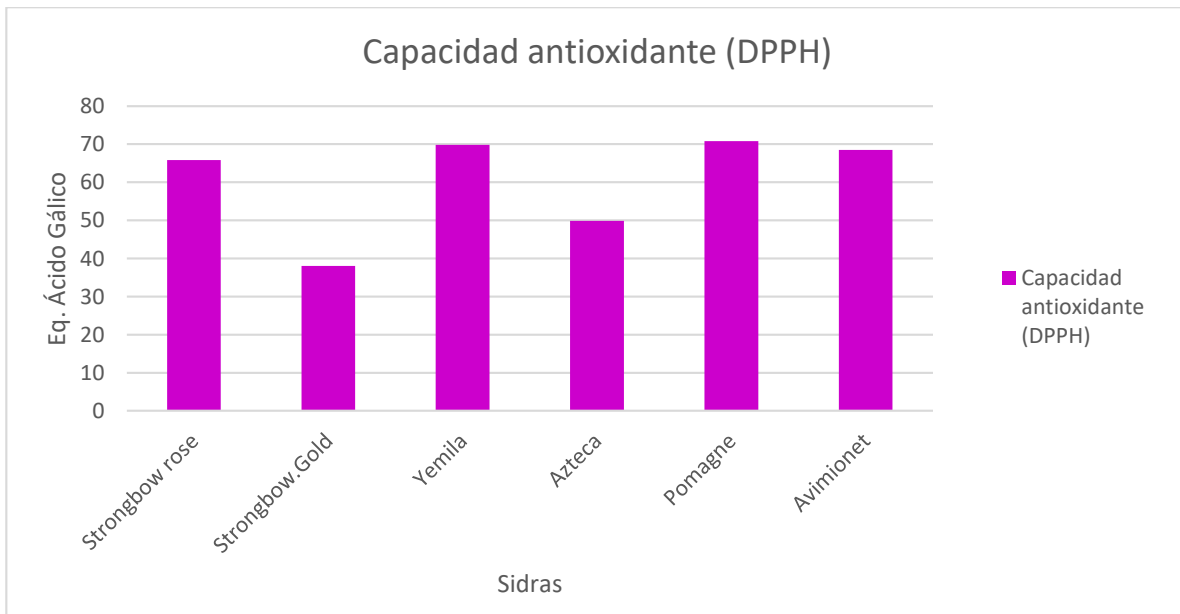
Los resultados obtenidos, utilizando la ecuación de la curva patrón de DPPH donde se realizó el cálculo en equivalentes de ácido gálico, se encuentran en la Tabla 7. La gráfica 1 muestra que las sidras con mayor capacidad antioxidante fueron la sidra Pomagne® (Puebla) con 70.8125 Eq. Ac Gálico seguidas de dos muy similares Yemila® (Acaxochitlan) con 69.8402 Eq. Ac Gálico y Avimionet® (Tulancingo) con 68.5208 Eq. Ac Gálico. De igual manera la sidra comercial con más alta capacidad antioxidante fue Strongbow rose® con 65.8125 Eq. Ac Gálico dejando por último la sidra Azteca con 49.8402 Eq. Ac Gálico y la segunda sidra comercial Strongbow Gold® con 38.0347 Eq. Ac Gálico siendo esta la sidra que presentó menor capacidad antioxidante.

La capacidad antioxidante de la sidra proviene de dos fuentes, la primera es la materia prima, es decir, que la actividad antioxidante deriva de la variedad de la manzana y la calidad de la misma, en segundo lugar, proviene de los compuestos generados por la fermentación, como menciona (Corona, 2020). En la piel de todas las variedades de manzanas se registra la mayor capacidad antioxidante y esto se debe a que en esta parte del fruto se encuentra gran cantidad de compuestos fenólicos como flavonoides y antocianinas que ayudan a proteger el fruto de agentes agresores externos (plagas, enfermedades, pesticidas y radiación UV y posteriormente le sigue el fruto entero y pulpa. La sidra proveniente de la extracción y fermentación del jugo de la manzana tiene un alto contenido de vitamina A y C con actividad antioxidante además de que dentro de los componentes principales de esta fruta destacan los polifenoles y las fibras, cabe destacar que, para el proceso de fermentación, según la fecha en la que se realice la cosecha, dependerá la rapidez con la que se inicie el prensado, así como también la selección de las manzanas. Este procedimiento es de suma relevancia ya que aquellas manzanas que están golpeadas tienden a acumular almidón en esas partes sin convertirse en azúcar (Linares García, 2022). Los municipios de Tulancingo y Acaxochitlan (Hidalgo) se encuentran a una altitud de entre 2200 a 2600 msnm, en donde se acumulan alrededor de 600 horas frío, con presencia de periodos nubosos con baja radiación e incluso en ocasiones lluviosos, características que favorecen el equilibrio azúcar/acidez en las manzanas, lo cual concuerda con los resultados obtenidos (Tabla 7) en donde se observa que las sidras provenientes de dichos municipios tuvieron una capacidad antioxidante equiparable a la sidra regional proveniente de Puebla, el cual se caracteriza por producir sidras de calidad en México también conocida como la cuna de sidra en México. En Hidalgo, si se obtienen las condiciones ambientales propicias para el cultivo de los manzanos, una vez realizado el proceso de fermentación, es altamente probable que se obtengan sidras con alta capacidad antioxidante.

**Tabla 7.** Resultados de capacidad antioxidante en sidras regionales.

Sidras	Lugar de procedencia	Absorbancia	Eq. Ácido Gálico
<b>Comerciales</b>			
Strongbow Rose	Monterrey N. L.	0.268	65.8125
Strongbow Gold	Monterrey N. L.	0.668	38.0347
<b>Regionales</b>			
Yemilla	Acaxochitlan Hgo.	0.210	69.8402
Azteca	Zacatlán Pue.	0.498	49.8402
Pomagne	Zacatlán Pue.	0.196	70.8125
Avimionet	Tulancingo Hgo.	0.229	68.5208

**Gráfico 1.** Capacidad antioxidante en sidras regionales en Eq. Ácido Gálico



## Análisis sensorial

Los resultados obtenidos en la prueba con el método CATA permitieron determinar las diferencias entre las 3 muestras de sidras; descritas por cada uno de los atributos seleccionados por los jueces consumidores. La Gráfica 2 muestra una proyección de las variables en el espacio factorial de tal forma que el resultado del ACP nos muestra el 100% de la explicabilidad de la distribución de resultados, donde F1 explica un 76.02% y F2 un 23.98% de la correlación de las muestras respecto a los descriptores de la sidra.

Se formaron 2 grupos (clústeres) donde el de la derecha está formado por 2 sidras, la primera es la sidra comercial (Strongbow Gold ®) la cual fue descrita por los jueces con los descriptores, bayas, oscura, seco, leñosos, ámbar, ácido; la segunda sidra es de Tulancingo (Avimionet ®) la cual fue descrita con los descriptores terroso, verde, con pocas burbujas, avinagrado, alcohol, manzanas fermentadas, amargo. El segundo grupo es el de la izquierda donde se encuentra la sidra de Puebla (Lacroix®) fue descrita como con muchas burbujas, floral, fruta, manzanas frescas, gaseosa, dulce, clara, amarillo.

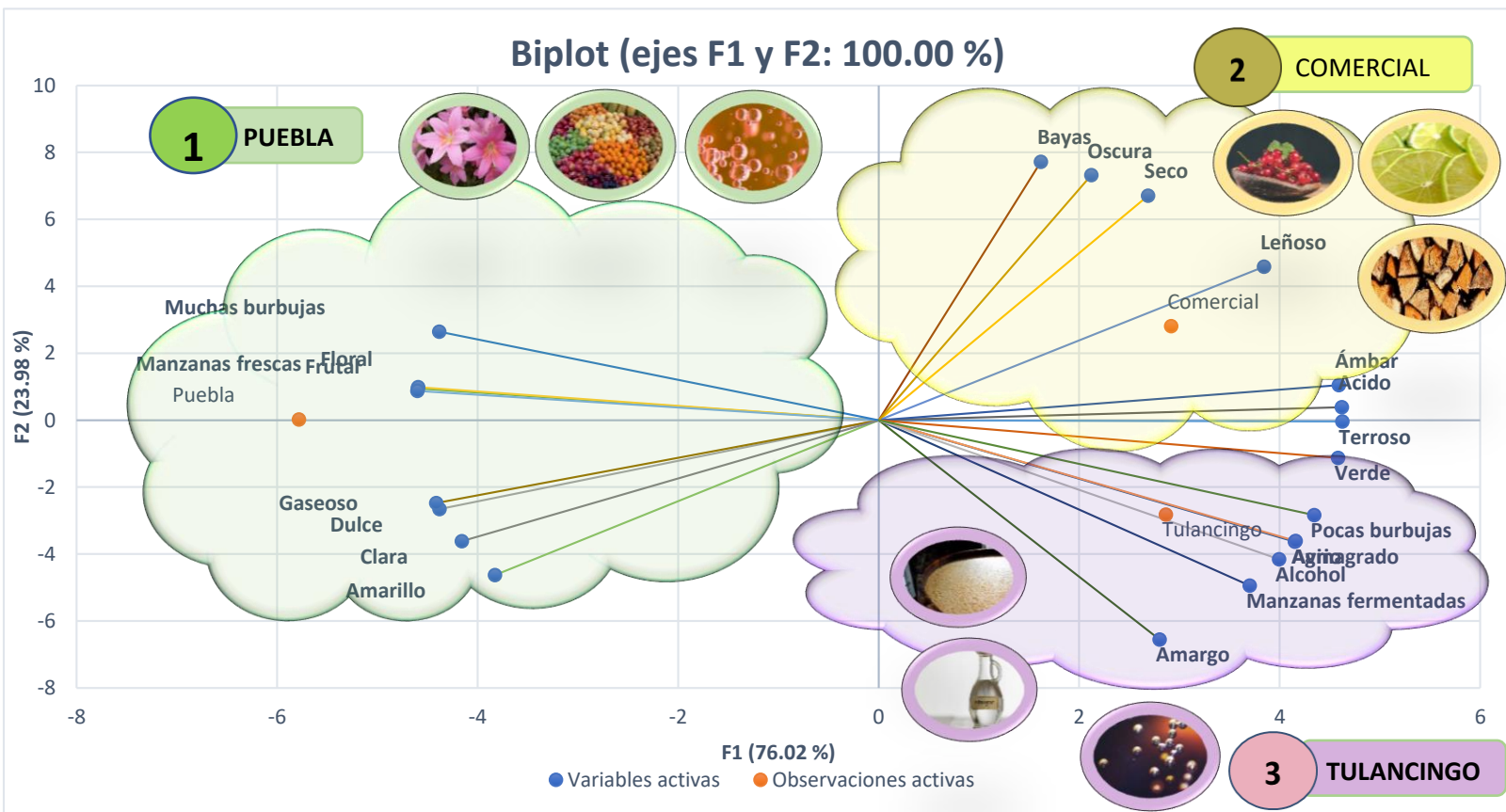
Dentro de los atributos sensoriales de la manzana, los factores clave en la preferencia de los consumidores son principalmente aquellas propiedades adquiridas durante el proceso de maduración del fruto pre y postcosecha, dichos descriptores describen a las sidras del grupo que se encuentra a la derecha del ACP (Gráfica 2), tales como ácido, dulce y en general manzana fermentada, mientras que los descriptores que los jueces seleccionaron para describir a la sidra el grupo de la izquierda son dulce, fruta y manzanas frescas. Como consecuencia de las características descritas por los jueces, se puede equiparar sensorialmente a la sidra comercial con la sidra proveniente del municipio de Tulancingo, esto concuerda con los resultados de capacidad antioxidante (Gráfica 1), por lo que se puede sugerir que se cuenta con compuestos similares entre ambas muestras.

En la fermentación, los atributos sensoriales van a depender de la variedad usada, el origen y las prácticas de fermentación y la maduración que hacen que el fruto sea agradable al gusto, de tal manera que el sabor está determinado por la composición de la manzana; por otra parte, el aroma se rige por factores tecnológicos y la levadura empleada (Teutli, 2018). Dentro de los descriptores que se muestran en el ACP (Gráfica 2) del lado derecho están oscuro, leñoso, ámbar, ácido, terroso, verde, avinagrado, alcohol y amargo, mientras que del lado izquierdo están muchas burbujas, floral, gaseoso, clara y amarillo. De tal manera que la sidra comercial muestra un perfil sensorial similar al de la sidra del municipio de Tulancingo, ya que se relacionan en los descriptores dentro de las características de fermentación.





**Gráfico 2.** Descriptores sensoriales de sidras de Puebla, Tulancingo y Monterrey N. L.



## **Conclusiones**

Se determinó la capacidad antioxidante y se identificaron los descriptores sensoriales de las sidras del estado de Hidalgo, estos parámetros demuestran que la sidra cuenta con calidad lo que permite su posicionamiento y competitividad en el mercado.

Los métodos utilizados DPPH y el método sensorial CATA permitieron describir las muestras de sidras regionales del estado de Hidalgo comparando similitudes y diferencias entre ellas. El método CATA mostro diferencias significativas entre muestras, aunque con el método DPPH se encontraron similitudes entre las sidras de Hidalgo y Puebla.

## Referencias

- Aguilar, T., De Bruijn, J., Loyola, C., Vidal, L., & Melin, P. (2014). Comparación de la capacidad antioxidante de mostos y vinos tintos del valle de Italia, Chile. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, 85-94.
- AMR. (2020). Datos curiosos sobre la sidra y la tradición de beberla en año nuevo. Obtenido de <https://www.amr.org.mx/noticias.phtml?id=3919>
- Anton-Díaz, M. J., Suárez-Valles, B., & Picinelli-Lobo, A. (2011). La naturaleza química del aroma de la sidra. *SERIDA*. N. 10 pp 33-38. Obtenido de <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=4865>.
- Brand-Williams, W., M. Cuvelier and C. Berset. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, 1995, 28(1), 25-30.
- Bustingorri-Murillo, S. (2021). Puesta en marcha de un panel de catadores para el análisis sensorial descriptivo de manzanas autoctonas.
- Calugar, P. C., Coldea, T. E., Salant, L. C., Rodica, C., Pasqualone, A., Burja, C., Haifeng-Zhao, U. & Mudura, E. (2021). Una descripción general de los factores que influyen en la calidad sensorial y microbiana de la sidra de manzana, desde las materias primas hasta las tecnologías de procesamiento emergentes. *Procesos*, 502.
- Corona-Leo, S. L., Hernández-Martínez, D. M., & Meza-Marquez, O. G. (2020). Análisis de parámetros físico-químicos, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en piel, pulpa y fruto entero de cinco cultivares de manzana (*Malus domestica*) cosechadas en México. *Biotecnia*, 166-174.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2017). NOM-199-SCFI-2017. *SEGOB*.
- Echeverría, M. (2022). Sidra, la bebida que busca posicionarse más allá de la Navidad. Expansión. Obtenido de <https://expansion.mx/empresas/2022/12/23/sidra-la-bebida-de-navidad>
- Endrizzi, I., Damatte, L. M., Biasioli, F., Torri, L., Aprea, E., Gasperi, F., Corollaro, M. L., & Carlos, M. (2015). Un estudio conjunto sobre la aceptabilidad de la manzana: características sensoriales e información nutricional. *Calidad y preferencia de los alimentos*. 40:39-48.
- Feippe, A., Peralta, A. G., Ibáñez, F., & Rodríguez, P. (2014). Calidad sensorial y físico-química de manzana Mondial Gala proveniente de producción integrada, orgánica y convencional. Serie de Actividades de Difusión, INIA Las Brujas, N°.
- Frias, M. (2015). Requisitos para asegurar producción y calidad en manzanas. *Pomaceas*. Volumen 15. 9.

- Fuentes, M.C., Hernandez, B.D., Rubio, J.C.G., Madú, E., & Olmo, M. F. (2012). El cultivo del manzano variedades de sidra y mesa. Mundi-prensa.
- Guija-Poma, E., Inocente-Camones, M.A., Ponce-Pardo, J., & Zarzoza-Norabuena, E. (2015). Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante. *Horizonte medico (lima)*, 57-60.
- Intagri. (2017). Los Compensadores de Horas Frío en Frutales. <https://www.intagri.com/articulos/frutales/los-compensadores-de-horas-frio-en-frutales>
- Irastorza-Iribas, A. (2004). La química de las sidras. Facultad de Química. San Sebastián. <https://www.euskonews.eus/zbk/282/la-qu-iacutemica-de-las-sidras/ar-0282001008C/#>
- Le Quérea, J.M., Husson, F., MGC Renarda, C., & Primault, J. (2006). French cider characterization by sensory, technological. *El sevier*, 1033-1044.
- Linares- Garcia, J. (2022). Contribucion de la manzana y la sidra al consumo de antioxidantes y su relacion con biomarcadores del estado de salud. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo. 66.
- Ocádiz, C. (2018). Manzana, modo de sustento en Acaxochitlán. El sol de Tulancingo.
- Peralta, A., Altier, G., Ibáñez, F., Rodríguez, P. (2008). Calidad sensorial y físico – química de manzana mundial gala proveniente de producción integrada, orgánica y convencional. 52-79.
- Pérez-Jimenez, J., & Saura Calixto, F. (2007). Metodología para la evaluación de capacidad antioxidante en frutas y verduras.
- Phetxumphou, K., Cox, A.N., & Lahne, J. (2020). Desarrollo y caracterización de un cheque-lexico todo lo aplicable (CATA) para Virginia Hard Sidras (alcoholicas). *Revista de la sociedad estadounidense de quimicos cerveceros*.
- Picinelli-Lobo, A.M., Moreno-Fernandez, J., & Mangas, A.J. (1995). Nota sobre la evaluación sensorial de la sidra australiana.
- PROFECO. (2021). La manzana es una fruta completa y saludable. Tan solo una manzana mediana contiene 5 gramos de fibra, 20 % del valor diario recomendado. <https://www.gob.mx/profeco/articulos/para-una-vida-sana-come-una-rica-manzana?idiom=es>
- Ramírez, M.R., Legarreta, J.L., Cuéllar, J., Zacatenco, G.M.G., Parra, R.A. & Ávila, M.M.R. (2007). Susceptibilidad de Tres Cultivares de Manzano [*Malus sylvestris* (L.) Mill. var. domestica (Borkh.) Mansf.] y Manejo de la Roña del Manzano [*Venturia inaequalis* (Cooke) Wint.] en Sistemas de Producción del Estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de fitopatología*.
- Rodríguez, R., & Ruesta, A. (2005). El cultivo del manzano en el Perú. Perú.
- Rodríguez-Madrerar, R., Picinelli-Lobo, A., & Mangas-Alonso, J. J. . (2009). *Food Research International*. Effect of cider maturation on the chemical and sensory characteristics. España.

- SADER. (2019). La sidra, dulce bebida mexicana. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-sidra-dulce-bebida-mexicana>
- SADER. (2021). Dulce sabor de la manzana. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-sidra-dulce-bebida-mexicana>.
- SADER. (2022). Manzana la tentación del campo mexicano. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/manzana-la-tentacion-del-campo-mexicano>
- SADER. (27 de dic de 2017). SADER. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/un-buen-vino-o-una-buena-sidra-para-despedir-el-ano>
- Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP). (2019). Panorama Agroalimentario. Obtenido de [https://nube.siap.gob.mx/panorama\\_siap/](https://nube.siap.gob.mx/panorama_siap/)
- Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP). (2023). Panorama Agroalimentario. Obtenido de [https://nube.siap.gob.mx/panorama\\_siap/](https://nube.siap.gob.mx/panorama_siap/)
- SSA.,(2016). Consumo de alcohol: prevalencias globales, patrones de consumo y variaciones estatales. Secretaria de Salud. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/246052/hojasresumen\\_Alcohol-V3.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/246052/hojasresumen_Alcohol-V3.pdf)
- Teutli,A.K.L.(2018). Selección de levaduras nativas a partir de variedades de manzana para la elaboración de sidras espumosas. Chapingo serie horticultura.
- Vargas Mamani, M. Y., & Vargas Sucasaire, C. (2022). Evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos del vino en diferentes pisos ecológicos como: Omate y Majes. Universidad privada autonoma del sur facultad de ciencias de la salud.
- Vigil, C. (2018). Fenología de seis variedadesde manzano (*malus domestica*) en el primer año de instalacion en la ecorregpion puna, castilla. 98.