

Universidad Interserrana del Estado de Puebla - Chilchotla

Manual de uso del Agave pulquero *Agave spp.* (tradicional y potencial) en la región de Rafael J. García, Chilchotla, Puebla



Cuerpo Académico

“Estudio y Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales”

Dra. María Liliana Hernández Pérez

Mtro. Alberto Hernández Ortiz

Mtro. Rafael Meneses Jimarez

Mtro. Alvaro Rojas Moguel

Mtra. Rocío Sosa Torres

2024

Universidad Interserrana del Estado de Puebla - Chilchotla

Manual de uso del Agave pulquero *Agave spp.* (tradicional y potencial) en la región de Rafael J. García, Chilchotla, Puebla

Las opiniones vertidas en el presente documento son responsabilidad única de las y los autores, y no representa la postura de la institución que edita.

Cuerpo Académico

“Estudio y Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales”

Dra. María Liliana Hernández Pérez

Mtro. Alberto Hernández Ortiz

Mtro. Rafael Meneses Jimarez

Mtro. Alvaro Rojas Moguel

Mtra. Rocío Sosa Torres

2024

Universidad Interserrana del Estado de Puebla - Chilchotla

Manual de uso del Agave pulquero *Agave spp.* (tradicional y potencial) en la región de Rafael J. García, Chilchotla, Puebla

Cuerpo Académico

“Estudio y Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales”

Dra. María Liliana Hernández Pérez

Mtro. Alberto Hernández Ortiz

Mtro. Rafael Meneses Jimarez

Mtro. Alvaro Rojas Moguel

Mtra. Rocío Sosa Torres

2024

*Manual del uso del maguey pulquero Agave spp (tradicional y potencial)
en la Región de Rafael J. García, Chilchotla; Puebla*

Hernández Pérez, María Liliانا
Hernández Ortiz, Alberto
Meneses Jiménez, Rafael
Sosa Torres, Rocio
Rojas Moguel, Alvaro
Autora/Autor/Autoras y Autores

Edyta Markuszewska
Jesús Iglesias Castelán
María Ixel Hernández Hernández
Corrección de estilo

Laura Alejandra Fernández Gutiérrez
Diseño editorial y de portada

Primera edición, México, 2024

Sergio Salomón Céspedes Peregrina
Gobernador Constitucional del Estado de Puebla

Javier Aquino Limón
Secretario de Gobernación del Estado de Puebla

Gabriela Bonilla Parada
*Presidenta del Sistema Estatal para el
Desarrollo Integral de la Familia*

Charbel Jorge Estefan Chidiac
Secretaría de Educación del Estado de Puebla

Eduardo Castillo López
*Presidente de la Junta de Gobierno y Coordinación Política del
H. Congreso del Estado Libre y Soberano de Puebla*

María Belinda Aguilar Díaz
Presidenta del Tribunal Superior de Justicia del Estado de Puebla

Victoriano Gabriel Covarrubias Salvatori
*Director General del Consejo de Ciencia y Tecnología
del Estado de Puebla*

Luis Gerardo Aguirre Rodríguez
Responsable del Área de Publicaciones

*Publicado por el Consejo de Ciencia y Tecnología de Puebla (CONCYTEP)
B Poniente de La 16 de Sept. 4511,
Col. Huexotitla, 72534. Puebla, Pue.*

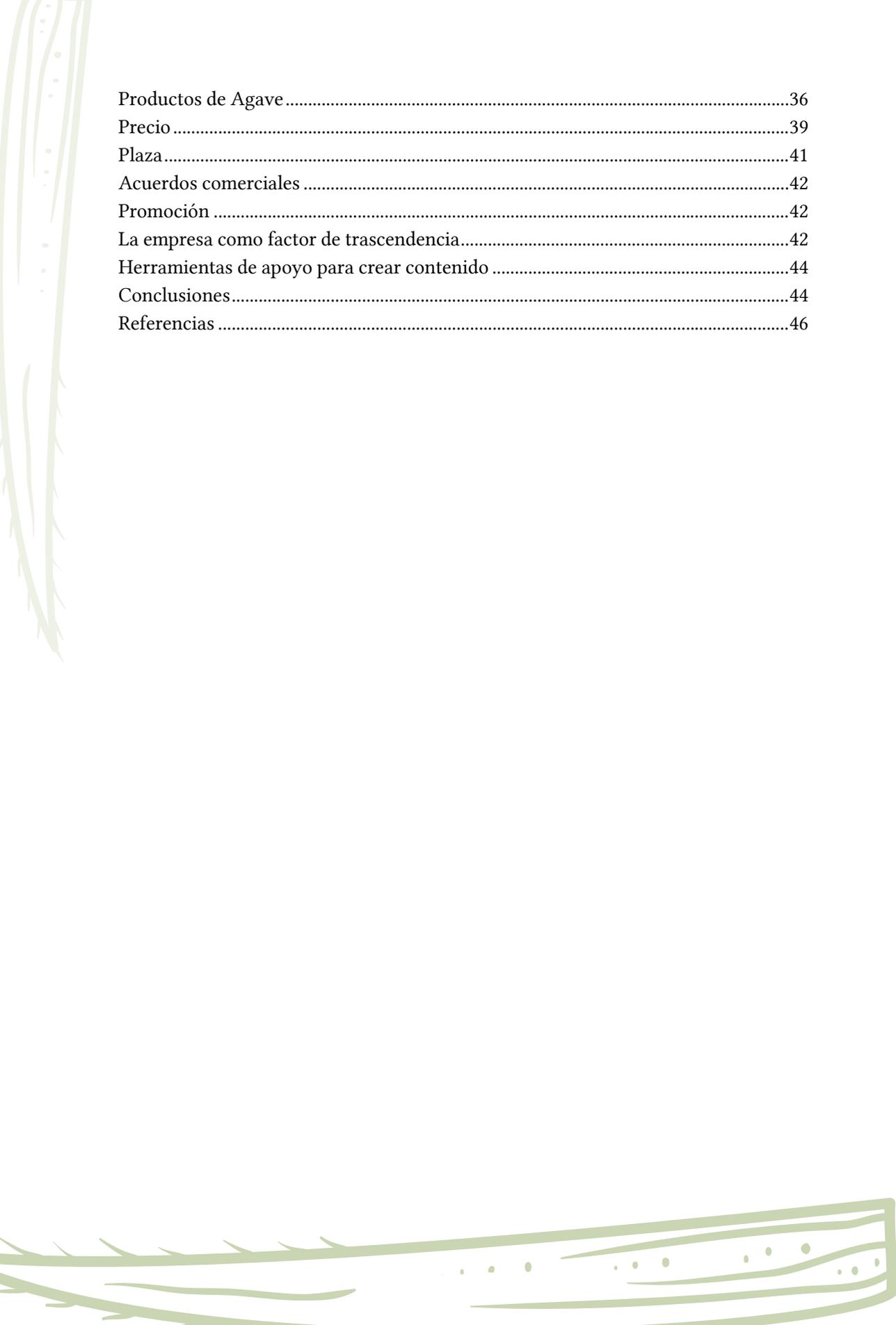
ISBN: 978-607-8963-38-6

CÓDIGO IDENTIFICADOR CONCYTEP: C-L-2024-04-28

La información contenida en este documento puede ser reproducida total o
parcialmente por cualquier medio, indicando los créditos
y las fuentes de origen respectivas.

ÍNDICE

Introducción	9
Usos tradicionales del Agave (<i>Agave spp.</i>) en el área de influencia de Rafael J. García, Chilchotla, Puebla	11
Uso del Agave como barreras vivas para delimitar parcelas	11
Establecimiento de plantas de Agave en curvas a nivel	12
Uso de plantas de Agave para extracción de aguamiel y elaboración de pulque	15
Proceso de elaboración del pulque	17
Nutrientes del pulque	17
Uso de hoja de Agave (epidermis) para la elaboración de barbacoa de mixiote.....	18
Uso de las inflorescencias de Agave para la alimentación humana	20
Usos potenciales del Agave en la región de Rafael J. García, Chilchotla, Puebla	21
Aprovechamiento de gusano blanco de Agave (<i>Acentrocne hesperiaris</i>), para alimentación humana	22
Harina de Agave altamente nutritiva para consumo humano.....	24
Producción de mezcal a base de Agave (<i>Agave salmiana</i>)	24
Pencas de Agave para alimentación de ganado vacuno	25
Uso de <i>Agave spp.</i> como antifúngico	25
Bagazo de <i>Agave spp.</i> utilizado como sustrato para la producción de hongo seta (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	26
Miel de Agave utilizada como probiótico y aporte de inulina	27
Jarabe de miel de Agave	27
Extracción de fibras de Agave (<i>Agave spp.</i>) para elaborar papel y artesanías	29
Energía y combustibles.....	30
Potenciar los productos de Agave	31
Estudio de mercado	31
Conceptos clave de un estudio de mercado.....	31
Utilidad del estudio de mercado.....	32
Estudio de mercado	32
Investigación preliminar del mercado.....	32
Estudio cualitativo del mercado.....	33
Planificación del estudio.....	33
Mezcla de marketing y el Agave.....	34
Producto.....	34



Productos de Agave	36
Precio	39
Plaza.....	41
Acuerdos comerciales	42
Promoción	42
La empresa como factor de trascendencia.....	42
Herramientas de apoyo para crear contenido	44
Conclusiones.....	44
Referencias	46

INTRODUCCIÓN

El Agave (*Agave spp.*) en México tiene gran importancia y potencial de aprovechamiento integral, ya que desde la agricultura prehispánica se utilizó para conservar el suelo, combinado con los sistemas agrícolas de maíz asociados con frijol, chile y calabaza.

El Agave forma parte de la familia Agavaceae y se sitúa entre los nueve géneros de plantas oficialmente reconocidos. Se ha verificado que la gran parte de las más de 200 variedades de Agave se hallan exclusivamente en distintas zonas de México, consolidando al país como el lugar primordial de origen de este género (Vela, 2014).

Fue a partir de finales del siglo XIX cuando surgió una gran industria pulquera, siendo su máximo esplendor durante el Porfiriato. Posteriormente, en este mismo período, inició el desprestigio del pulque, el cual continuó durante la Revolución Mexicana, debido a la entrada de empresas cerveceras basadas en campañas mercadológicas. El apoyo que tuvieron por parte del Estado mexicano provocó el bajo consumo de pulque y la decadencia de la industria pulquera en el país, aunado a los mitos sobre la higiene en su proceso de elaboración.

Aunque los datos estadísticos en México sobre la producción de Agave son un tanto dispersos, se tienen reportes que en el año de 1930 la superficie cultivada era de 70 600 hectáreas (ha), mientras que en el año de 1950 fue de 47 500 ha, lo que muestra claramente una disminución de la super-

ficie cultivada con Agave pulquero (Banco Nacional de Comercio Exterior, 1978; Ramírez-Rancaño, 2000). En lo que respecta a la producción, en el período que va desde la década de 1960 hasta la de 1970, Puebla experimentó una reducción de alrededor de 18 millones de litros, mientras que Tlaxcala vio una disminución de más de 75 millones de litros en el mismo período (Morera *et al.*, 1982).

En las áreas dedicadas a la producción de pulque en Hidalgo, Tlaxcala y Puebla, se observa una disminución que genera preocupación en la extensión de tierras utilizadas para el cultivo y explotación del Agave, con un total de 624.45 hectáreas, tanto en alta como en baja densidad (Madrigal *et al.*, 2014).

En la región de Rafael J. García, Chilchotla, Puebla, la población de Agaves ha disminuido considerablemente. Algunos usos de esta planta son: la delimitación de parcelas, la extracción de aguamiel para la elaboración de pulque, el uso de la cutícula para la preparación de barbacoa, la inflorescencia (palmas) para consumo humano y el empleo de las pencas secas para combustible.

El objetivo de este manual es dar a conocer los usos tradicionales que se le dan al Agave en la región de Rafael J. García, Chilchotla, Puebla y proponer algunos usos alternativos, como lo están haciendo en otras regiones, ya sea de manera directa o industrializada. Principalmente, se busca que los agricultores revaloren y conozcan que es posible ampliar los usos de estas plantas, a través de

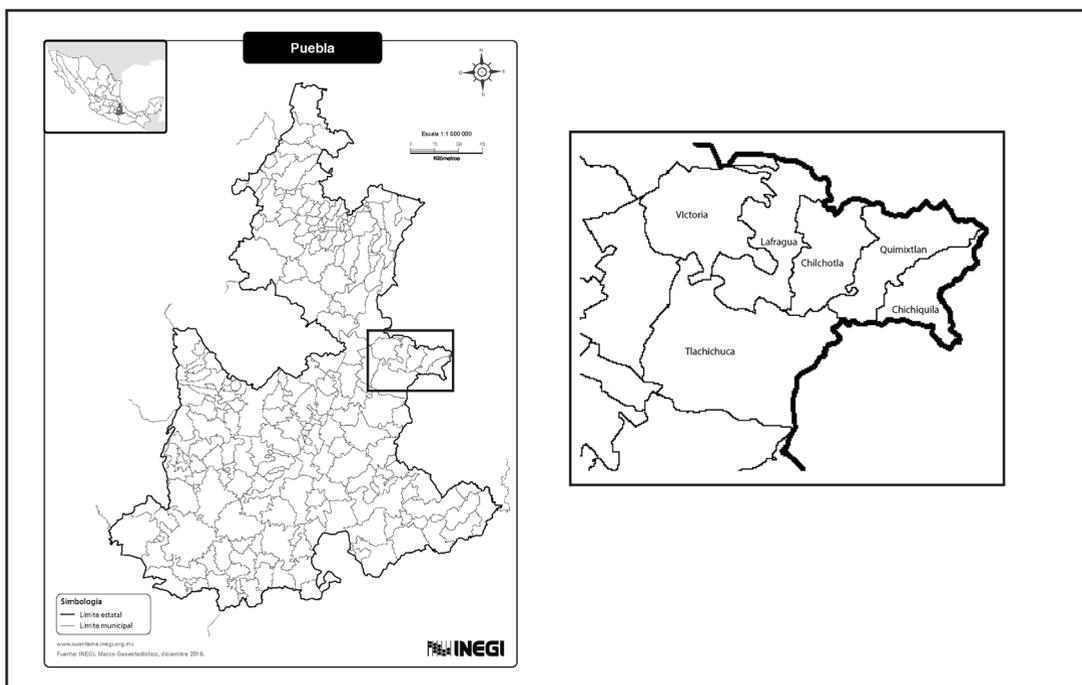
un cultivo rentable que, además, cumpla con funciones ecológicas importantes.

El área de influencia sobre la plantación de Agave de Chilchotla comprende los municipios de Quimixtlán, Chichiquila, Lafragua, Guadalupe Victoria y Tlachichuca; sin embargo, en donde se concentra la mayor parte de Agave en relación con la superficie cultivada es en los municipios de Tlachichuca, Guadalupe Victoria, Lafragua y Chilchotla (Figura 1).

Para obtener información sobre los usos tradicionales del Agave pulquero (*Agave salmiana*), se realizaron encuestas a los productores del área de influencia. Además,

para determinar el uso potencial que puede tener la planta de Agave, se realizó una búsqueda en diversas fuentes de información bibliográfica.

Figura 1. Municipios del área de influencia de Rafael J. García, Chilchotla, Puebla



Nota. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/>

**USOS TRADICIONALES DEL AGAVE
(*Agave spp.*) EN EL ÁREA DE
INFLUENCIA DE RAFAEL J. GARCÍA,
CHILCHOTLA, PUEBLA**

**USO DEL AGAVE COMO BARRERAS
VIVAS PARA DELIMITAR PARCELAS**

El principal uso que se le da a la planta de Agave en las localidades es como barrera viva para la delimitación de parcelas. Por lo tanto, se propone su cultivo y propagación con un enfoque agroecológico, a partir de los cinco principios ecológicos para el diseño y el manejo de agroecosistemas sustentables que propusieron Reijntjes y colaboradores en 1992.

Para llevar a cabo la metodología de plantación de Agave en curvas a nivel se sigue el siguiente procedimiento:

Determinación de pendiente del terreno.

Es fundamental contar, en primer lugar, con la evaluación de la inclinación del terreno si se pretende llevar a cabo una planificación adecuada. Asimismo, es esencial disponer de estructuras diseñadas para la conservación del suelo y realizar la estimación de los flujos superficiales. La pendiente se refiere al ángulo de inclinación de un terreno; se puede determinar calculando el porcentaje de desnivel entre dos puntos. Esto se logra utilizando un dispositivo llamado "A", que está compuesto por dos palos de madera de 2 metros de longitud y un travesaño de 1.50 metros.

Es posible contar con dos o más áreas que sean de diferente superficie e inclinación

dentro de un mismo terreno, por lo tanto, es indispensable medir la pendiente correspondiente de cada una (Comisión Nacional Forestal [CONAFOR], 2013). Para ello, se necesitarán los siguientes materiales:

- Aparato "A"
- Cinta métrica
- Vara recta

El procedimiento útil para la medición de las áreas identificadas en el terreno consta de los siguientes pasos:

1. Colocarse en la parte más alta de la pendiente a la mitad del terreno.
2. Direccional el aparato "A" perfilado a la ubicación de la pendiente.
3. Subir con delicadeza una de las extremidades pertenecientes al aparato que esté ubicada aguas abajo, con la finalidad de que la plomada se encuentre señalando el centro.
4. Colocar en la extremidad que se alzó un palo recto, por ejemplo, una caña o una vara.
5. Señalar de manera precisa, usando un lápiz, la altura que se logró alcanzar con la extremidad del aparato "A", mediante una marca sobre la vara previamente utilizada.
6. Medir la altura en centímetros con ayuda de la cinta métrica. Esta medida se dividirá en 200 centímetros, lo cual representa la distancia en la apertura correspondiente del aparato, para posteriormente hacer una multiplicación por cien. El valor obtenido será la medida que le pertenece a la pendiente.
7. Exponer un valor promedio que refleje la pendiente para poder realizar las medi-

ciones. Si se suman todos los valores de las mediciones y luego se dividen entre la cantidad total de estas, se obtendrá dicho promedio (CONAFOR, 2013). Un ejemplo sería el siguiente:

Mediciones:

Primera medición = 20%
Segunda medición = 15%
Tercera medición = 10%
Cuarta medición = 30%
Quinta medición = 25%

$100/5 = 20\%$ de pendiente en el terreno

ESTABLECIMIENTO DE PLANTAS DE AGAVE EN CURVAS A NIVEL

La curva de nivel representa una conexión entre puntos con altitudes idénticas en el terreno. Para trazar estas líneas, se emplea el aparato "A" siguiendo estos pasos:

En un primer paso, se inserta una estaca en el punto más elevado del terreno.

A continuación, se configura el aparato "A" de modo que sus extremos estén perpendiculares a la pendiente, asegurándose de que uno de estos extremos quede junto a la estaca.

Se procede a desplazar el otro extremo hasta que la plomada o el nivel indique el punto central y en ese punto se clava otra estaca en el suelo.

Figura 2. Cálculo con aparato "A" para evaluar la pendiente en un terreno



Nota. Material propio.

El aparato se mueve hacia la dirección del trazo indicado, utilizando la primera pata, la cual se ubica en la última estaca; el proceso se repite hasta llegar al extremo del terreno.

Cuando el trazado de todas las líneas de nivel se haya completado, es factible realizar ajustes en la posición de las estacas que puedan encontrarse demasiado altas o bajas, con el objetivo de suavizar las curvas y facilitar futuras tareas.

Cuando ya se tienen trazadas las curvas a nivel, se procede a realizar el ahoyado, para plantar los hijuelos de Agave a una profundidad, de tal manera que queden cubiertas las raíces de la planta.

En la Tabla 1 se puede observar la distancia entre curvas a nivel de acuerdo con el porcentaje de la pendiente.

La técnica de plantar hileras en curvas de nivel resulta en una disminución de la

Figura 3. *Plantaciones de Agave en curvas a nivel*



Nota. Plantación ubicada en la región de Apulco, Tehuacán, Puebla. Material propio.

erosión del suelo a niveles aceptables. Esta estrategia está vinculada con la preservación de los recursos hídricos y el suelo. La combinación de esta práctica con la implementación de muros vivos es viable en zonas afectadas por la erosión en laderas, especial-

mente en aquellas áreas donde el riego no está disponible (Herrera *et al.*, 2017).

**USO DE PLANTAS DE AGAVE PARA
EXTRACCIÓN DE AGUAMIEL Y
ELABORACIÓN DE PULQUE**

Tabla 1. *Distancia entre curvas a nivel*

PENDIENTE (%)	DISTANCIA ENTRE CURVAS (m)
2	30
5	25
10	20
15	17
20	14
25	12
30	10
35	8
40	6
45	4

Nota. El sistema de representación de curvas a nivel consiste en cortar la superficie del terreno mediante un conjunto de planos paralelos entre sí, separados una cierta distancia, unos de otros.

El pulque resulta de la transformación natural del aguamiel extraído de ciertas variantes de *Agave*, el cual se enriquece con una notable concentración de proteínas, por esta razón, es comúnmente aludido con la expresión popular “apenas le falta un punto para compararse con la carne”. Asimismo, su contenido de carbohidratos aporta un sabor característico y de manera adicional, alberga una abundante población de bacterias beneficiosas que promueven la salud (Matias *et al.*, 2019).

La planta de *Agave* inicia la producción de aguamiel de los 8 a 10 años de haberse plantado y antes de que emita el denominado “quiote”, cuando aparecen las inflorescencias denominadas “palmos”. El proceso es el siguiente:

Antes de eliminar el cogollo del *Agave* (capado) o meyolote, el productor debe verificar que esta estructura haya adelgazado, así como cerciorarse de la pérdida de espinas de las pencas, las cuales adquieren una coloración más oscura después de esto.

Se busca el mejor lado del *Agave* para llegar al meyolote, por ejemplo, la parte donde apunta al sol al amanecer; también es importante elegir el lugar donde haya pocas pencas para poder acceder al centro. Después, el “tlachiquero” (persona que se dedica a la producción de pulque) retira las espinas de las pencas del *Agave* con un cuchillo. A continuación, se retiran las pencas que dificultan el acceso al centro del *Agave* y se quiebra el cogollo, conjun-

tamente con el resto de las pencas que no pudieron eliminarse con un instrumento llamado “tajadera” que tiene forma de medialuna.

Figura 4. *Tajadera*



Nota. Tajadera también llamada mezzaluna. Obtenido de Ruben L. Twitter @RubenLecona1.

Posteriormente, el “tlachiquero” pica el centro del Agave en la fase de luna creciente o llena rasgándolo en forma de cruz. Luego, utilizando una herramienta tipo barreta, inicia el proceso de fragmentación de la planta, hundiéndola alrededor del extremo externo del cogollo. Realiza movimientos en diversas direcciones con el objetivo de seccionar las hojas y separar la porción inferior de esta. A continuación, se mueven todas las partes restantes hasta dejar al descubierto la piña. Después de remover el cogollo, se limpia la concavidad con un raspador (instrumento de forma cóncava) y se rellena con los trozos que se obtuvieron al limpiarla,

esto con la finalidad de que se produzca una fermentación e inicie la producción de aguamiel. A partir de esto, entre 4 a 8 días se dejará reposar el Agave.

Cosecha de aguamiel. Una vez eliminado el cogollo, en la oquedad realizada empieza a brotar el aguamiel; se cosecha dos veces al día (promedio de máxima producción) de 5 a 6 litros diarios. Es importante que se coseche el aguamiel, porque de lo contrario se echa a perder. Después de cada extracción, es necesario raspar ligeramente la concavidad para que el líquido vuelva a brotar. El tiempo que tarda en producción un Agave es de 5 a 6 meses.

Figura 5. *Oquedad de Agave*



Nota. Material propio.

PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PULQUE

El lugar donde se elabora el pulque es denominado “tinacal”. Aunque antes se fermentaba el pulque en tinas de madera, ahora se utilizan tambos de diferentes medidas, donde se vierte el aguamiel; estos recipientes contienen una parte de la “semilla”, es decir, sobrante de pulque que ya ha fermentado. A partir de este momento, el aguamiel inicia su fermentación, tardando aproximadamente 24 horas para obtener pulque de buena calidad. Además, es necesario diariamente agregar aguamiel. La graduación final de alcohol del pulque obtenido va de 3% a 6%, dependiendo del tipo de aguamiel, el desarrollo que haya tenido el Agave, los factores climáticos y el tiempo que se dejó reposar la planta después de la picazón.

NUTRIENTES DEL PULQUE

Si se ingiere con moderación, el pulque se convierte en un valioso complemento nutricional debido a su abundancia en proteínas y vitaminas del grupo B. Por ejemplo, si se agregan tres raciones diarias en la alimentación infantil, podrían aportar un porcentaje que oscila entre el 2.2% y el 12.4% de las calorías requeridas, y del 0.6% al 3.2% de las proteínas esenciales para la dieta diaria (Godoy *et al.*, 2003). Además, su valor nutricional mejora si se añade hierro, zinc, selenio y avena, lo que lo convierte en una opción beneficiosa para abordar la anemia.

Su composición incluye tanto carbohidratos como fibra. Un vaso de pulque curado, que contiene extracto de fruta, cereales y/o

hierbas aromáticas, aporta un total de 330 calorías. El aguamiel presenta una cantidad significativa de fructosa y una baja cantidad de glucosa, lo que lo hace apto para personas con diabetes en cuanto a sus carbohidratos. Los oligofruktanos del aguamiel contribuyen a la digestión y ayudan a prevenir el cáncer de colon. Algunos de los microorganismos en el pulque, al no ser eliminados por destilación, se consideran beneficiosos para la salud y se les denomina probióticos.

Si se elabora de forma confiable y en condiciones higiénicas, se consume con moderación, el pulque puede servir como una fuente de nutrición de calidad, desde su fase de aguamiel hasta su etapa de curado con frutas (Matias *et al.*, 2019).

El contenido de proteína total en el aguamiel puede llegar hasta 3.7 g/l; precisamente, esto provoca que el pulque, al final del proceso de fermentación, presente un leve matiz dulce, además de tener una menor cantidad de proteína y una concentración inferior de etanol. En un pulque con 48 horas de fermentación, el nivel de etanol asciende al 10.35% (v/v) y la cantidad de proteína es de 1 g/l (Contreras & Rodríguez, 2007)

El pulque puede ser considerado como un suplemento alimenticio, ya que presenta nitrógeno amínico y puede sustituir la escasez de aminoácidos, por ejemplo, la tirosina. De hecho, presenta una alta cantidad de triptófano (Godoy *et al.*, 2003), aminoácido esencial en los primeros años de vida para un crecimiento adecuado, incluso, en la edad adulta, equilibra el nitrógeno; este

aminoácido también fomenta el desarrollo cerebral debido a su función como precursor químico de diversas neurohormonas.

La abundancia de nutrientes en el pulque se deriva de su composición, que incluye 4.60 mg de vitamina C y 0.29 mg de vitamina B2 por cada 100 gramos. Además, contiene una notable cantidad de aminoácidos, minerales y enzimas (Giles & Lozada, 2014), incorpora hierro, fósforo, riboflavina, tiamina, calcio y niacina, y no presenta grasa ni colesterol (Chavez *et al.*, 1998).

Según Matias y colaboradores en 2019, el pulque se caracteriza por su contenido elevado de minerales.

Además que posee microorganismos con efecto probiótico, muchos del género *Leuconostoc*, es posible crear agentes beneficiosos para luego reintroducirlos en diferentes artículos.

USO DE HOJA DE AGAVE (EPIDERMIS) PARA LA ELABORACIÓN DE BARBACOA DE MIXIOTE

En la región, la preparación de barbacoa, principalmente de borrego o res, es ya una tradición. De las pencas de Agave se obtiene la epidermis para elaborar los “mixiotes” o envoltorios de carne.

La membrana superficial de la epidermis en las hojas de Agave es conocida como cutícula. Es en general una estructura importante, ya que protege a la planta de los factores abióticos y bióticos del ambiente. Asimismo, esta capa externa serosa reduce la pérdida de agua de la planta y regula el intercambio gaseoso y de transpiración.

Existen diferencias entre las cutículas de *Agave salmiana* y *Agave atrovirens*, debido a que la primera no presenta oxalato de calcio, además de que posee una gran resistencia a la

Figura 6. Extracción de hoja de Agave



Nota. Material propio.

USO DE LAS INFLORESCIENCIAS DE AGAVE PARA LA ALIMENTACIÓN HUMANA

esterilización con vapor de agua, por lo cual no se desintegra y podría utilizarse como una membrana natural (Vargas *et al.*, 2018).

A continuación, se describe una técnica donde no es necesario cortar la penca para extraer la hoja para mixiote. En primer lugar, se elige una penca cercana al “meyolote” y se dobla la punta. Luego, con una mano, se jala hacia abajo y con la otra se retira la piel o epidermis hasta que se desprenda. Es fundamental destacar que solo se deben retirar dos hojas para mixiote por planta para no afectar la producción de aguamiel (Vazquez *et al.*, 2016). Durante el “capado” del Agave para la producción de aguamiel, se producen bastantes pencas de buen tamaño, de las cuales se puede obtener la epidermis o papel para la elaboración de mixiote.

Las flores de Agave, también conocidas como “gualumbos”, “hualumbos” o “patas de gallina de cerro”, reciben diversos nombres según la región. Por ejemplo, en el estado de Hidalgo se les llama “gualumbos”, “gualungos” o “hualungos”. En otros lugares, como el Estado de México, se denominan “quiotes”. En Oaxaca, se conocen como “acayas”, en Jalisco y Nayarit, “bayusas”. Además, en la región de Chilchotla, se les refiere como “palmos” (Urbina, 2020).

Estas flores, al emerger, son de un tono verde y tienen un aspecto muy similar a diminutos plátanos. A medida que maduran, su color cambia a amarillo-verdoso y se caracterizan por su delicioso sabor.

Figura 7. *Palmos*



Notas. Las flores que emergen en la parte superior de un Agave que no es capado y que pierde la capacidad de generar pulque son llamadas quiotes. Obtenido de <https://www.animalgourmet.com/2020/04/22/flor-de-Agave/>

Es relevante resaltar que la floración sucede una sola vez, típicamente alrededor de los 15 años de vida de la planta que ya se considera adulta; una vez que esto ocurre, inicia su fase de decadencia y muerte. En algunas zonas, las flores que se consumen provienen de la especie *Agave salmiana*; además, existen variedades silvestres a las que se les llama cimarrón, corriente o bronco.

Adicionalmente, se cultivan variedades tradicionales, algunas de las cuales se destinan al consumo humano, mientras que otras se emplean como alimento para animales domésticos, dependiendo de sus características y sabor. Tanto el quiote como la flor son comestibles, aunque debido a su sabor amargo se recomienda hervir las flores en agua con sal, quitar el tallo y el pistilo, dejando únicamente los pétalos.

Se pueden cortar desde que inicia la apertura de floración o hasta que empiezan a formar bulbilos. Las técnicas de recolección varían según las preferencias. En ocasiones, se utiliza una cuerda con una roca en un extremo, lanzándola hacia las flores y tirando para hacer que estas caigan. Otra opción, que puede resultar más intrusiva, implica cortar todo el quiote; una vez derribado en el suelo, se recolectan las flores.

Las personas tienden a seleccionar plantas grandes y saludables, prefiriendo los quiotes con flores cerradas, es decir, los botones florales iniciales que se separan de los racimos y se limpian posteriormente. En este proceso se retiran solo los pétalos o

tépalos de la flor, descartando los estambres, el pistilo y el pedúnculo (Urbina, 2020).

Algunas personas se dedican a la recolección de estas flores en las colinas, con el propósito de venderlas posteriormente en los mercados de los pueblos o en las ciudades más grandes, especialmente de marzo a mayo.

Una vez recolectadas y limpias, las flores se preparan de diversas maneras. Algunas personas las cocinan directamente, asándolas en un comal junto con cebolla, ajo y sal, para utilizarlas luego en guisos y quesadillas. También es común prepararlas al estilo mexicano, mezclándolas con huevos, longaniza o chorizo. Otra receta tradicional incluye tortitas acompañadas de caldillos de jitomate, mole o en tamales de maíz.

Las flores, que incluyen los palmos, junto con otras flores consumidas en México, exhiben una gama variada de compuestos, algunos de los cuales son beneficiosos, mientras que otros poseen atributos menos deseables (Figueredo-Urbina *et al.*, 2019). El color amarillo presente en estas flores es resultado de la existencia de carotenoides y antocianinas, entre las cuales se encuentran destacadas la xantofila y la luteína, que actúan como precursores de la vitamina A.

Además, estas flores contienen minerales como calcio, fósforo, hierro y potasio. Las flores de *A. salmiana* presentan un alto contenido de agua, fibra y aminoácidos.

También se caracterizan por la presencia de saponinas esteroidales. Es relevante destacar que las saponinas pueden contribuir al sabor amargo de las flores en su estado crudo, pero estas se descomponen con el calor (Urbina, 2020). De igual manera, se ha detectado un nivel significativo de proteína en estas flores (Sotelo *et al.*, 2007).

USOS POTENCIALES DEL AGAVE EN LA REGIÓN DE RAFAEL J. GARCÍA, CHILCHOTLA, PUEBLA

Actualmente, ante la problemática que presenta el Agave en la región de Chilchotla, Puebla, sobre sus usos y manejo, recobra importancia su rescate. Por lo tanto, es necesario promover su cultivo por los beneficios socioeconómicos y agroecológicos que puede traer a los pobladores de la zona.

Por lo anterior, el presente manual está enriquecido con investigación documental, la cual busca incentivar a la población de la región para que conozca los múltiples usos y beneficios que se pueden obtener de esta planta.

APROVECHAMIENTO DE GUSANO BLANCO DE AGAVE (*Acentrocneme hesperiaris*), PARA ALIMENTACIÓN HUMANA

El gusano blanco es un insecto con un alto valor nutricional y económico, por lo tanto, contribuye significativamente a los ingresos de las familias dedicadas a su acopio y venta. Su sabor excepcional lo convierte en un alimento altamente apreciado en diferentes regiones, no solo en México, sino también en Norteamérica y Europa.

Figura 8. *Inflorescencia de Agave*



Nota. Las inflorescencias pueden ser espigadas o paniculadas, según la especie; además, se forman en el centro de la roseta de hojas. Obtenido de <https://pixabay.com/es/users/meineresterampe-26089/>

La recolección y distribución de este insecto se ha reportado que se realiza en Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Michoacán, Jalisco, Guanajuato, Veracruz, Querétaro, Estado de México, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla, principalmente durante los meses de mayo a junio (Rodríguez-Ortega *et al.*, 2017).

Para el acopio, se identifican los Agaves que presentan signos visibles de marchitamiento o de las secreciones gomosas que el gusano deposita en el exterior de las pencas. Luego, se cortan las pencas con un machete y se buscan las perforaciones que el insecto crea, conocidas como galerías. El gusano se extrae con una aguja de gancho y se coloca en un recipiente.

El mercado principal para este insecto es la industria restaurantera del Estado de

México, donde su precio oscila entre \$180 y \$200 por kilogramo. Puede mantenerse en refrigeración durante un período de 4 a 6 meses; además, se consume asado con sal y limón, o como componente en guisos (Morales y Esparza, 2002). Este recurso representa una alternativa que podría mejorar la dieta de los consumidores por presentar de 28% a 81% de proteína (Elorduy *et al.*, 1998).

En el caso del gusano blanco, cuando se cuenta con experiencia para su detección y extracción, solo se eliminan algunas pencas, lo cual incluso serviría como poda sanitaria; asimismo, se considera un proceso no destructivo, es decir, de perturbación mínima a la Agavera huésped y al ecosistema (Esparza-Frausto *et al.*, 2008).

Figura 9. *Gusano blanco de Agave*



Nota. Esta especie es *Acentrocneme hesperiaris*. Obtenido de <https://www.gastroactitud.com/pista/festin-de-insectos-y-mezcal-en-corazon-de-Agave-mexico/>

HARINA DE AGAVE ALTAMENTE NUTRITIVA PARA CONSUMO HUMANO

De las pencas residuales de *Agave salmiana* se ha podido obtener una harina que es rica en proteínas y fibra, libre de gluten, este producto representa una opción para las personas celiacas (intolerantes al gluten) así como a las personas diabéticas, debido a que por su contenido en inulina (fibra soluble) proporciona un bajo índice glucémico.

Ocaranza en 2019, menciona que esta materia prima se presenta como una alternativa de gran utilidad que podría reemplazar a la harina de trigo, además en el proceso de producción de esta harina, también se preservan los aceites y ácidos grasos que le proporcionan al Agave sus propiedades de

sabor y aroma característicos, por lo que también se podrían elaborar condimentos o sazonadores lo que sería una alternativa para dar el sabor tipo barbacoa en la comida preparada con carne.

Las propiedades que presenta la harina de agave después de que ha sido tamizada presenta la textura adecuada para la elaboración de panes por lo que se considera una harina de alta calidad (IPN, 2019).

PRODUCCIÓN DE MEZCAL A BASE DE AGAVE (*Agave salmiana*)

El mezcal es una bebida alcohólica tradicional de origen mexicano, producto de la fermentación de azúcares extraídos de la piña cocinada de diferentes Agaves como el

Figura 10. Piña Jimada



Nota. Para obtener la piña se debe revisar el momento cuando comienza a crecer el tallo floral para poderlo cortar. Con esta actividad, la planta reacciona reforzando su crecimiento central del fuste, acumulando ahí una gran cantidad de azúcares. Cuando está lo suficientemente hinchado, se corta la planta de raíz. Material propio.

Agave salmiana (Verdugo, 2011). El proceso de elaboración del mezcal es artesanal y es muy similar al del tequila, con la diferencia de que no es tecnificado y se pueden utilizar varias especies para su elaboración.

Las operaciones unitarias se resumen en: recolección de la materia prima, cocimiento de la piña, molienda de la piña cocida, doble fermentación, destilación en alambiques de cobre y maduración en algunos casos.

El cocimiento de las piñas del Agave tiene la función de hidrolizar a los fructanos, obteniendo azúcares simples como la fructosa. Estos azúcares son fermentados de manera natural, en períodos que van de uno a dos días. Las levaduras que fermentan los azúcares son de diferentes géneros.

Cabe señalar que esta bebida se caracteriza por su sabor y olor, los cuales adquiere en el cocinado de la piña, así como de la fermentación de los azúcares, considerando que algunos otros sabores y olores los tiene de manera natural (Molina-Guerrero *et al*, 2007).

PENCAS DE AGAVE PARA ALIMENTACIÓN DE GANADO VACUNO

Las pencas de Agave son un excelente complemento para la alimentación de ganado vacuno, presentando 89% de humedad, 10% de materia seca, 5% proteína cruda, 17.03% de fibra detergente neutro, 14.39% de fibra detergente ácido (FDA), 2.61% de lignina, 0.31% de nitrógeno ligado a FDA destacando por su 3.03 % de proteína disponible.

Figura 11. Alimentación de ganado con pencas de Agave



Nota. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/148/14849184004/html/>

El forraje de *Agave* entonces sería una mejor opción de mayor calidad en comparación al heno de maíz, el nopal y la avena (Silos-Espino *et al*, 2011).

Se han reportado mayoritariamente los siguientes minerales, calcio (Ca), fósforo (P), zinc (Zn) y hierro (Fe), las cantidades presentes cubren los requerimientos para una vaca en lactancia (Castro, Aguilar y Solís, 2016).

Utilizar hojas *Agave* como complemento en la ración mejora la producción de leche (alto contenido de agua), mejora la digestión (contenido de fibra), aumenta el número de calorías (contenido de carbohidratos) contribuyendo a incrementar el peso del animal (Silos-Espino *et al*, 2011).

USO DE *Agave spp.* COMO ANTIFÚNGICO

La composición química del género *Agave* todavía no se ha esclarecido por completo. Por otro lado, se ha detectado la presencia de compuestos secundarios en sus hojas, incluyendo esteroides, taninos, cumarinas, flavonoides, glucósidos y saponinas.

A partir del año 1943, se han efectuado descubrimientos y aislamientos de sapogeninas en diversas especies de *Agave*, como *Agave scabra*, y se ha logrado la descripción de la estructura de 13 sapogeninas esteroidales.

Además de su ampliamente reconocido efecto antimicrobiano, las variedades de *Agave* también presentan un notable poten-

cial con propiedades antifúngicas y anticancerígenas, lo que sugiere que podrían constituir una opción muy promisoriosa en el campo terapéutico (Verástegui, 2000).

BAGAZO DE *Agave spp.* UTILIZADO COMO SUSTRATO PARA LA PRODUCCIÓN DE HONGO SETA (*Pleurotus ostreatus*)

En cuanto a la producción del hongo *P. ostreatus*, se ha reportado que crece satisfactoriamente sobre bagazos de *Agave spp.* empleados como sustrato a los 20 días de incubación (fase oscura).

Se calculó la eficiencia biológica (EB) para expresar el rendimiento de los cuerpos fructíferos frescos. La EB depende básicamente de la composición de sustrato, por esta razón, puede tener un valor dentro de un rango que va desde un 20%, utilizando como sustrato hojas, hasta aproximadamente 160%, utilizando como sustrato pulpa de café.

El bagazo de *Agave salmiana* como sustrato alcanza una EB del 70%, mientras que del sustrato a base de bagazo de *Agave weberi* se obtiene una EB del 40%. Considerando que las EB obtenidas se encuentran dentro del rango comúnmente obtenido por otros sustratos, se puede afirmar que los residuos de bagazos de *A. salmiana* y *A. weberi* son factibles como sustrato para el cultivo y producción masiva del hongo comestible *P. ostreatus* (Heredia *et al*, 2014).

MIEL DE AGAVE UTILIZADA COMO PROBIÓTICO Y APORTE DE INULINA

La miel de Agave contiene fructosa en mayor cantidad que glucosa, la cual no es recomendable para pacientes con diabetes. En otras palabras, la fructosa no estimula la producción de insulina, por lo tanto, este producto es idóneo para las personas que padecen esta enfermedad (Matarese, 2004).

Tiene un Índice Glicémico de 33, lo que lo convierte en una opción adecuada para atletas. Incluye fructooligosacáridos (FOS), una fibra dietética soluble que mejora la digestión y la eliminación de grasas y sustancias tóxicas perjudiciales para el organismo. Asimismo, actúa como un estimulante para el crecimiento de la microbiota intestinal, siendo un prebiótico que resulta beneficioso para personas que sufren de gastritis.

Adicionalmente, es rico en vitaminas A, B, B2 y C, hierro, niacina, fósforo y proteínas, lo que contribuye a una alimentación saludable. Posee propiedades que inhiben el desarrollo de bacterias perjudiciales como *Escherichia coli*, *Listeria*, *Shigella* y *Salmonella*. También disminuye los niveles de colesterol y triglicéridos, mejorando así el proceso de desintoxicación del organismo (Mendoza *et al.*, 2017).

En este alimento, la niacina ayuda en la limpieza y el drenaje de venas y arterias, promoviendo la absorción de calcio y magnesio, lo que resulta útil en la prevención de la osteoporosis. Además, facilita la movilidad intestinal y es especialmente recomendada para personas que padecen estreñimiento (Mataix, 2009).

Figura 12. Crecimiento de *Pleurotus ostreatus* en sustrato de bagazo de Agave



Nota. Los hongos del género *Pleurotus* (hongo ostra) en particular han mostrado adaptabilidad a estos sustratos y tienen un buen nicho en el mercado de alimentos en las dietas humanas actuales (Sánchez, 2017).

JARABE DE MIEL DE AGAVE

En estudios recientes, se ha encontrado que la miel de Agave contiene inulina (Silos, 2007). En la actualidad, la inulina y los FOS son considerados como alimentos funcionales en Europa, donde se clasifican como fibra dietética. Por esta razón, es importante usar el aguamiel como un alimento que, gracias a su disponibilidad en las comunidades productoras del pulque, puede proporcionar beneficios en la salud de la población.

El jarabe o néctar de Agave es un producto naturalmente dulce, derivado de la hidrólisis de los oligosacáridos que se encuentran en la planta (NMX-FF-110-SCFI-2008).

Este jarabe de Agave se presenta como una alternativa de origen natural para sustituir a los edulcorantes tradicionales que suelen atravesar procesos de refinamiento, como es el caso del azúcar, o que contienen componentes químicos que pueden dar lugar a complicaciones intestinales. Es crucial destacar que este edulcorante es apto para personas con diabetes y se obtiene del centro de los Agaves empleados en la producción de pulque (Suárez, 2013).

El aguamiel de Agave sobresale por su elevada concentración de fructooligosacáridos, los cuales ejercen un impacto beneficioso en el funcionamiento adecuado del sistema intestinal y en el organismo en general, ya que impulsan directamente la producción de bifidobacterias. Un aspecto esencial de la miel de Agave es que es adecuada para quienes experimentan hipoglucemia.

Este edulcorante contiene una cantidad significativa de fructosa, una clase de azúcar que no estimula la liberación de insulina de la misma forma que otros azúcares. Su Índice Glucémico es de 11, lo que implica que no requiere insulina para su metabolismo.

Además, contribuye a la prevención de problemas digestivos y respiratorios, a evitar la osteoporosis y a la regulación

de los niveles de colesterol y triglicéridos (Viaña, 2014). La miel de Agave es rica en minerales como hierro, calcio, fósforo y magnesio, y además contiene fibra que promueve la salud de la microbiota intestinal, convirtiéndola en un alimento prebiótico (Hernández, 2010).

Para obtener la miel de Agave, se extrae el jugo de las pencas maduras del Agave. Este jugo incluye, entre otros elementos, un 80% de inulina líquida, la cual es un polisacárido no asimilable que se ha vinculado con la reducción de riesgos relacionados con diversos padecimientos, como las enfermedades cardiovasculares, el cáncer de colon y la osteoporosis.

La inulina está constituida por moléculas de fructosa unidas a través de enlaces

fructosil-fructosa. Un término utilizado para describir a este tipo de compuestos es “fructanos”.

Debido a su estructura química, los fructanos no pueden ser descompuestos por las enzimas digestivas humanas y, en consecuencia, permanecen intactos a medida que atraviesan la parte superior del tracto gastrointestinal. Sin embargo, en su recorrido por el intestino grueso y el colon, estos compuestos son hidrolizados y fermentados por completo por las bacterias presentes en esa zona del sistema gastrointestinal. Estos fructanos se comportan de manera similar a la fibra dietética con un bajo valor calórico (1.5 kcal/g), en comparación con los carbohidratos digeribles (4 kcal/g).

Figura 13. Jarabe obtenido de miel de Agave



Nota. Jarabe obtenido de *Agave salmiana* realizado en los laboratorios de la Universidad Interserrana del Estado de Puebla – Chilchotla. Material propio.

Posteriormente, la inulina se modifica de forma parcial por medio de una hidrólisis enzimática, transformándola en fructosa y glucosa. En consecuencia, se asegura la presencia de una cantidad adecuada de inulina, así como suficiente fructosa y glucosa, proporcionando dulzura al producto.

El jugo resultante contiene un 72% de agua y se somete a un proceso de purificación y rectificación para suavizar el sabor pronunciado del Agave. Finalmente, el agua se elimina del jugo mediante evaporación para obtener el néctar de Agave (Viaña, 2014).

EXTRACCIÓN DE FIBRAS DE AGAVE (*Agave spp.*) PARA ELABORAR PAPEL Y ARTESANÍAS

Se propone un uso sostenible de varias especies de Agave a través de la extracción de fibras. Las variedades utilizadas se clasificaron en: a) con hojas estrechas de *A. lechuguilla*, *A. angustifolia* y *A. tequilana*; y b) hojas anchas de *A. americana*, *A. salmiana*

Figura 14. *Papel de fibras de Agave por la técnica de fibras molidas*



Nota. Obtenido de: Parra *et al.*, 2010

y *A. mapisaga*. Para ello, se aplicaron tres técnicas diferentes (Parra *et al.*, 2010):

- Sumersión en agua al aire libre
- Fermentación con y sin la adición de “aguamiel”
- Cocción de las pencas

Dentro de este proceso, se evaluaron elementos tales como el matiz, la fragancia, la consistencia, la flexibilidad, la facilidad de la separación de las fibras y el tiempo empleado.

En resumen, se llegó a la conclusión de que el método de cocimiento de las pencas demostró ser el más conveniente, aunque no necesariamente el más económico ni el más respetuoso con el entorno ecológico.

Los resultados obtenidos sugieren que es factible producir papel a partir de cada una de las variedades estudiadas. El producto resultante presenta atributos distintivos que lo hacen adecuado para una variedad de aplicaciones artesanales.

Figura 15. *Máscara de penca de Agave*



Nota. Autor: Emilio Manuel Valdovinos.

Específicamente, se constató que las variedades *A. salmiana* y *A. mapisaga* generan tipos de papel de mejor calidad, especialmente indicados a la escritura y el dibujo (Parra *et al.*, 2010).

ENERGÍA Y COMBUSTIBLES

Desde la época prehispánica, las hojas de Agave se han utilizado como fuente de bioenergía debido a que pertenece a las plantas CAM (metabolismo ácido de las crasuláceas). En otras palabras, presentan una cantidad relativamente alta de carbohidratos solubles no estructurales que se pueden transformar en combustible sin tanto gasto de energía.

En el proceso para obtener alcohol, se genera y acumula una gran cantidad de residuos que pueden aprovecharse para producir combustible o biomasa para obtener electricidad (Stewart, 2015).

Algunos de estos carbohidratos presentes en las hojas de Agave son polisacáridos no celulósicos como la pectina. Corbin y colaboradores en 2015 reportaron que las fibras de las hojas secas presentan del 47-50% (w/w) de celulosa cristalina, polisacáridos no celulósicos del 16-22%, y una baja cantidad de lignina del 9-13%.

La biomasa de la hoja seca de Agave contiene de 80-95% de azúcares solubles, celulosa, polisacáridos no celulósicos, lignina, acetato, proteínas y minerales. De los jugos obtenidos de la hoja de Agave en peso fresco se pueden obtener hasta un 69% de glucosa y fructosa. Con la hidrólisis de los oligosacáridos de fructanos se podría

duplicar la cantidad de azúcares fermentables de 4-48 g/L.

Actualmente, en la producción se descartan las hojas, ya que solo se aprovechan las cabezas o piñas. Sin embargo, en teoría, se podría obtener cerca de 4000 L/ha/yr de bioetanol si se recuperaran los jugos de las pencas desechadas, donde se puede utilizar la levadura *Saccharomyces cerevisiae* con rendimientos cercanos al 68%.

Los resultados sugieren que se debe poner especial cuidado a las condiciones de fermentación y los organismos fermentadores, los cuales deben adaptarse a la composición de las hojas de Agave.

Se resalta que no solo se debe considerar en este proceso la cantidad de azúcares fermentables, debido a que durante el procesamiento se forman compuestos que obstaculizan la conversión de la biomasa al combustible (Corbin *et al.*, 2015).

La presencia de ácidos débiles reduce el crecimiento y desarrollo de la levadura, ocasionando acumulación intracelular de aniones. Esta situación disminuye la producción de etanol, por lo que el ácido acético que se genera durante el rompimiento del grupo acetil unido a los polisacáridos no celulósicos afecta la producción.

Figura 16. *Diferentes materiales obtenidos del Agave*

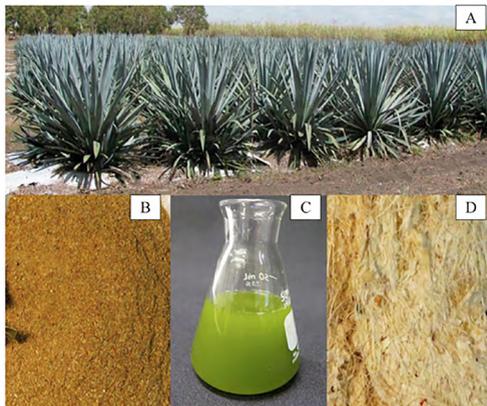


Fig 3. Different fractions of Agave material. Two year old *A. tequilana* plants in Australia (a). Partially dried leaves reduced to smaller particle sizes using a ball mill (b). Juice extracted from leaves using an experimental shredder (c). Dried fibers after extraction from wet bagasse (d). doi:10.1371/journal.pone.0155342.g003

Nota. A). Plantación de *Agave tequilana* en Australia. B) Fibras secas después de la extracción del bagazo. C) Jugo extraído de las pencas. D) Fibras de agave. Obtenido de Corbin *et al.*, 2015

POTENCIAR LOS PRODUCTOS DE AGAVE

Para potenciar los productos derivados del Agave, se deben de tener en cuenta temas de ventas y *marketing*. Para ello, a continuación, se describen algunos consejos para su comercialización.

ESTUDIO DE MERCADO

Con este estudio se puede averiguar la respuesta del mercado ante un producto o servicio, con el fin de plantear la estrategia comercial más adecuada.

La metodología se desarrolla sobre estos principios:

- Escuchar las necesidades y preferencias de posibles clientes.

- Adaptar las operaciones del productor para atender el mercado meta, logrando sostenibilidad.
- Conocer los cambios en el contexto que impactan al producto.
- Diseñar los productos y servicios que satisfagan las necesidades del mercado meta.

CONCEPTOS CLAVE DE UN ESTUDIO DE MERCADO

Público objetivo o *target group*. Es preciso indagar y definir quiénes serán los futuros clientes, para saber de manera concisa cómo establecer comunicación, por ejemplo, si se hablará con niños, adultos, amas de casa, profesionistas, etc.

Segmentación de mercado. Se busca esclarecer las características concretas del *target group*.

Variables de segmentación. Usualmente, se llegan a utilizar las siguientes variables:

- Sexo
- Edad
- Estado civil
- Tamaño de la familia
- Nivel económico
- Nivel académico
- Hábitat urbano (rural, urbano o gran metrópoli)
- Hábitat climatológico (zonas húmedas, secas, calurosas, frías, cálidas, etc.)
- Hábitat urbanístico (vivienda unifamiliar)

miliar, piso, centro de ciudad, urbanización, etc.)

- Ocupación (parado, operario manual, técnico, administrativo, directivo, etc.)
- Aficiones (intelectuales, deportivas, etc.)
- Hábitos de compra (periodicidad, lugares de compra, etc.)

UTILIDAD DEL ESTUDIO DE MERCADO

Es una herramienta que, dentro de una organización, proporcionará una mayor probabilidad de éxito al facilitar la toma de decisiones relacionadas con un producto o servicio (Saéñz *et al.*, s.f.).

ESTUDIO DE MERCADO

Después de una breve introducción de ciertos conceptos dentro de una investigación de mercado, se pueden definir los siguientes objetivos a perseguir en esta primera etapa:

- Obtener un panorama de la intersección entre la demanda y la oferta del producto de interés dirigido a la población meta del estudio, para así poder diseñar el prototipo.
- Identificar tanto oportunidades existentes como recién surgidas en lo que respecta a satisfacer las demandas que la población meta requiere.

A continuación, se proponen las siguientes preguntas a tomar en cuenta para la primera etapa:

¿Cuáles son las principales tendencias en los sectores de productos como lo es el Agave?

¿Qué ofertas de productos y servicios relacionados al Agave proporcionan los actores y en qué funciones participan?

¿Cuáles son los elementos que inciden en las principales diferencias entre la demanda y la oferta en el mercado?

¿Cuáles son las demandas particulares, capacidades y gustos que caracterizan a la población objetivo con relación al producto?

¿Cuáles componentes se deben tener en cuenta al idear el producto o su presentación con el fin de atraer a la población meta?

La segunda etapa consta de dos pasos. El primero es la investigación preliminar del mercado y el segundo es el estudio cualitativo de éste (Saéñz *et al.*, s.f.).

INVESTIGACIÓN PRELIMINAR DEL MERCADO

Para obtener información útil sobre la demanda, es beneficioso plantear las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las particularidades generales de la población objetivo que se pretende servir?

¿Cuál es la naturaleza de la problemática que enfrentan?

seleccionar y detallar los resultados obtenidos de forma clara y concisa.

¿Qué productos y servicios son aceptados por la comunidad?

ESTUDIO CUALITATIVO DEL MERCADO

En cuanto a la oferta, se pueden sugerir las preguntas que se presentan a continuación:

Es necesario prestar atención a estas preguntas clave:

¿Cuáles son las características generales de los principales competidores que ofrecen productos y servicios de Agave, dirigidos a la población meta?

Según la población meta, ¿qué características del producto necesitan o prefieren para adquirirlo?

¿Cuáles productos están disponibles en el mercado ofrecidos por las compañías competidoras?

¿Cuáles habilidades y antecedentes ostentan para atender estas demandas y preferencias?

¿Cuáles características únicas presentan en sus productos?

¿Qué se debe tomar en cuenta al diseñar la imagen del producto dirigido a la población meta?

¿Cuál es su nivel de presencia en la audiencia objetivo?

Se deben tomar en cuenta las siguientes acciones para llevar a cabo esta fase:

PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Para poder resolver las preguntas anteriores, se pueden considerar las siguientes tareas:

Es fundamental definir cuáles son los objetivos específicos, para obtener una comprensión precisa de la elección de la muestra. También se deben identificar las herramientas requeridas y qué datos son significativos (Saéñz *et al.*, s.f.).

- Recolección de información secundaria. Indagar en investigaciones previas sobre la oferta y demanda del producto.
- Recopilación de información a nivel nacional y en la zona geográfica donde se centrará el estudio.
- Recolección de información primaria. Para no dejar vacíos de la información secundaria, consultando directamente a personas expertas en el tema.
- Elaboración de informe. Acumular,

Es necesario especificar cómo estará conformada la muestra. ¿Cuáles son las características de la comunidad, es decir, edad, sexo, nivel socioeconómico, etc.? Para ello, se debe recordar siempre cuáles son los objetivos, cuidando que esta información sea de relevancia y utilidad). En

este mismo sentido, se debe establecer cuál será el tamaño de la muestra.

Hay que seleccionar las herramientas necesarias y su forma de aplicación, por ejemplo, entrevistas grupales o individuales. Asimismo, se debe determinar en qué momento se realizará la investigación y cuándo estarán disponibles los resultados, procurando que las fechas no interfieran con la disponibilidad de la población muestra.

Formación y capacitación del personal de campo. Deben estar enterados de cuáles son los objetivos de la investigación. También se les debe brindar información sobre el tema y proporcionar las herramientas necesarias.

Después del procesamiento de la información, se deben anotar los hallazgos ¿cuáles discrepancias se han identificado con relación a los hallazgos anteriores de las sesiones? Si las novedades son limitadas, es necesario reflexionar sobre la pertinencia de persistir con la misma herramienta en las próximas sesiones ¿sería más idóneo optar por un enfoque diferente o, en algunos casos, detener temporalmente el trabajo de campo para efectuar modificaciones? (Saénz *et al.*, s.f.).

Por último, se debe realizar un informe con los datos más relevantes del estudio. En este sentido, es necesario ser breve y buscar la retroalimentación de los participantes de la aplicación con lo observado anteriormente.

El primer objetivo de una empresa es incrementar la productividad; para ello, se debe tener un plan de *marketing*, donde las estrategias de producto, precio, plaza y promoción ayudarán a crear una dirección comercial.

PRODUCTO

En el marco de las estrategias de *marketing*, de acuerdo con la definición de Kotler (2008), el producto incluye “todo aquello que puede ofrecerse en un mercado con el propósito de atraer la atención del público y lograr su adquisición o consumo; engloba elementos físicos, servicios, personalidades, ubicaciones, organizaciones e ideas” (Garnica y Viveros, 2009).

Esta definición permite suponer que lo más importante para quien ofrece el producto es que se logre “su adquisición o consumo”, ya que si un producto no se puede vender no tiene razón de ser. Por lo tanto, resulta importante entender bien qué productos se pueden obtener del Agave y estimar qué tan probable es que estos sean adquiridos por potenciales clientes.

Cabe señalar que, para lograr la adquisición, se dice que el potencial comprador debe tener claro o al menos sospechar que este producto va a satisfacer una necesidad que tenga en ese momento. Por esta razón, estableciendo prioridades, si bien es primordial que el producto se venda, quizá es más importante lograr la suposición de que el producto va a satisfacer una necesidad. Es

en este punto, la Mercadotecnia adquiere un papel relevante, ya que, si bien es cierto que un producto, por el conjunto de sus características, puede satisfacer necesidades de un cliente, es fundamental que exista la percepción de que puede satisfacer necesidades. Luego entonces, para el *marketing* tiene mayor valor la percepción que la realidad.

ofrecen, y la profundidad que es el surtido de tamaños, modelos, colores, precios y calidad presentados en cada línea de productos. Además, los componentes básicos de un producto son: características físicas, marca, etiqueta, envase, empaque y/o embalaje (Garnica y Viveros, 2009). Revisar figuras 17,18 y 19.

Por otra parte, la mezcla de productos tiene dos dimensiones: la amplitud, que se mide por el número de líneas de productos que se

Figura 17. Muestra de diversas líneas de productos

Líneas de productos de agave		
Bioplásticos	Productos de belleza	Alimentos
 <p>Grupo Beeli México</p>	 <p>Agavespa</p>	 <p>Chedraui</p>

Nota. Del Agave se deriva una variedad de deliciosos y saludables productos. Adaptación propia a partir de diversas fuentes.

Figura 18. Muestra de cómo en una misma línea se ofrece variedad de productos

Profundidad por línea de productos	
<p>Cremas de agave, variedad de sabores: nuez, almendra, pistache, coco, café, chocolate, piñón. Botella pequeña de 50 ml. Vidrio</p> 	<p>Productos de belleza, variedad de aplicaciones: crema luminosa, tónico, suero antiedad, gel limpiador facial, exfoliante, contorno de ojos</p> 

Nota. Los productos de belleza a base de Agave ofrecen una experiencia única de cuidado de la piel y el cabello. Adaptación propia a partir de diversas fuentes.

PRODUCTOS DE AGAVE

Los productos derivados del Agave son muy variados. Después de una investigación bibliográfica, se determinó que es difícil lograr una clasificación única de dichos productos, puesto que existen diversos criterios. Por ejemplo, estos pueden ser alimenticios, no alimenticios, medicinales, ornamentales, para uso industrial, de higiene personal, etc.

Una clasificación que puede ayudar a decidir qué tipo de producto de Agave comercializar en la actualidad puede ser la siguiente:

- Productos de Agave tradicionales
- Productos de Agave no tradicionales o innovadores

Esta propuesta puede ser útil, ya que permitiría a un productor de Agave, que pretenda comercializar sus productos derivados, manejarlos con un enfoque donde se priorice la tradición o la novedad. A continuación, se profundiza en dicha clasificación.

Figura 19. *Un solo producto tiene características que deben conocerse perfectamente*



Nota. Obtenido de <https://www.agavespa.mx>

Figura 20. *Hoja que se desprende de la cutícula del Agave*



Nota. Material propio.

Tradicionales

De acuerdo con el sitio web *Foodinea* (Salgado, 2022), los principales productos derivados del Agave son:

- Tequila
- Mezcal
- Pulque
- Miel, sirope o jarabe de Agave
- Gusano de Agave
- Jugo de Agave

En cuanto al tema de los alimentos autóctonos, existen varias opciones, por ejemplo, un tipo de material delgado elaborado a partir de las hojas del Agave para formar láminas lo suficientemente fuertes para envolver un platillo tradicional mexicano llamado mixiote (Gobierno de México, 2017). También se puede obtener forraje

para alimentar animales, además de fibras textiles y bacanora. Este último es un mezcal hecho del jugo de la cabeza del *Agave pacífica*, que crece en la región de la Sierra Sonorense, asado fermentado y destilado (Gobierno de México, 2016).

No tradicionales o innovadores

De acuerdo con Penka Mundo Sustentable SA de CV (2022), existen productos biodegradables y reutilizables fabricados con PolyAgave® patentado. Algunos ejemplos son popotes, agitadores, cepillos de dientes y cubiertos.

En realidad, pueden fabricarse muchos más artículos a partir de este bioplástico, pues finalmente es un plástico, lo que implica cierto grado de moldeabilidad.

Figura 21. *Jalador para ventanas a base de Agave*



Nota. Obtenido de www.amazon.com

Por otra parte, según Alcántara (2022), la marca BioSolutions desarrolló un bioplástico a base de fibra de Agave, con cuatro aplicaciones específicas:

- Base de polipropileno para hacer piezas inyectadas como contenedores herméticos, artículos promocionales, etc
- Base de polietileno de baja densidad para bolsas y películas plásticas
- Base de polietileno de alta densidad para fabricar botellas sopladas

Además, existen otros usos no tradicionales, como productos para la industria cosmética (cremas, champú, aceites esenciales), gastronomía (flores, hojas y piña), biocom-

bustibles, fertilizantes, etc. (Gobierno de México, 2017).

En la página web Agavespa (2022), se exponen otros usos poco ortodoxos que se le puede dar al Agave y a su comercialización; en ella, se promocionan una serie de productos de belleza basados en esta planta.

Este breve resumen sobre productos del Agave busca que los productores se deshagan de la idea de relacionar automáticamente al Agave o maguey con el pulque, ya que existen más posibilidades de comercialización de este cultivo.

Figura 22. *Productos de belleza cuyo ingrediente principal es el Agave*

Collections



Nota. Obtenido de <https://www.agavespa.mx/>

PRECIO

Dentro de la mezcla de *marketing*, el precio es el coste de un artículo, o sea, la cantidad de dinero necesaria para adquirirlo.

Ahora, para profundizar la idea, cabe señalar que el producto tiene dos características distintivas: la utilidad y el valor (Garnica y Viveros, 2009). El primer concepto se refiere a la capacidad que tiene el producto de satisfacer necesidades, es decir, de ser útil. El segundo concepto, el valor, que luego se expresa en cantidad de dinero, se refiere a la capacidad que tiene un producto para intercambiarse por otros.

Para calcular el valor, se requiere tener en cuenta distintos elementos, tales como la demanda y oferta de productos, el gasto de producción de un artículo y la ganancia prevista a alcanzar. Lo que se entiende por cada factor es que:

- La oferta de productos influye en el precio, ya que, mientras más personas ofrecen un producto, mayor esfuerzo tendrá que hacer para diferenciarse de otros oferentes, incluido un sacrificio en el precio para hacer más atractiva la oferta. Esto se aplica a la inversa en caso de una menor oferta.
- La demanda de productos influye en el precio, ya que, mientras más personas demandan un producto, quien lo ofrece puede atreverse a incrementar el precio. Esto se aplica a la inversa en caso de una menor demanda.
- Los costos influyen en el precio, ya que

el precio debe permitir recuperar el costo de producir e, inclusive, debe cubrir la ganancia esperada.

- El margen de utilidad influye en el precio, por los motivos señalados en el punto anterior.

Siendo la oferta y la demanda factores donde suele ser más difícil influir, se profundiza solamente en el costo y el margen de utilidad. En el costo, resulta relevante contemplar y controlar todos los costos asociados a un producto, siendo los más comunes el costo de investigación y desarrollo, el diseño, la fabricación, el *marketing* y ventas, la distribución y el servicio al cliente (Garnica y Viveros, 2009, p. 340).

En el margen de utilidad, además de entender su definición obvia, que es el excedente que se desea obtener después de cubrir los costos, el concepto de punto de equilibrio cobra especial relevancia. El punto de equilibrio permite conocer cuántos productos se deben vender para no perder y, a partir de esa cantidad, vender más y más, a fin de obtener una ganancia. La fórmula típica es:

Donde

$$Q = \frac{CF}{P - CV}$$

Q = Número de las unidades que deben ser vendidas

CF = Costo fijo total

P = Precio

CV = Costo de la variable por una unidad

Precios de productos de Agave

Sobre el precio de productos derivados del Agave, obviamente son muy variados, tomando en cuenta la diversidad que se ofrece, las diferentes presentaciones, los pesos, etc. En consecuencia, es difícil realizar un reporte general, por lo que solo se toman algunos productos a manera de introducir el tema y resaltar que el precio realmente dependerá del tipo de producto a comercializar.

El Agave

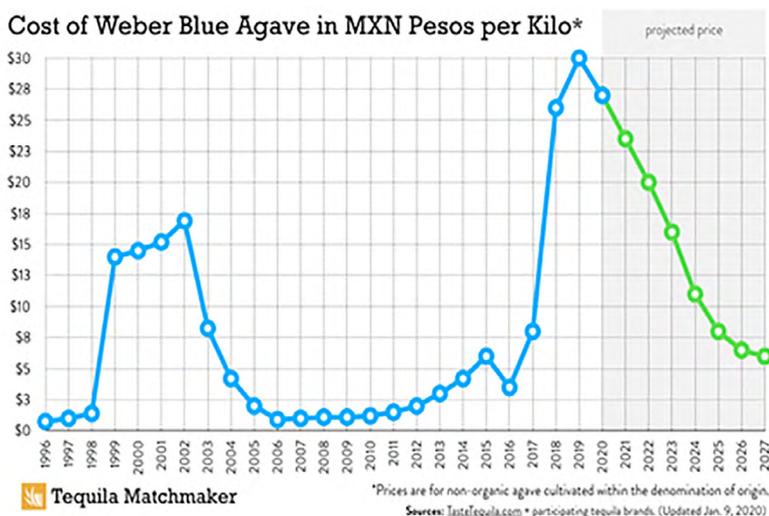
El propio Agave se vende por kilogramo y ha tenido precios variables a lo largo del tiempo. En este punto es conveniente señalar que existe demanda del propio Agave por parte de empresas que lo utilizan como materia prima para la fabricación de sus productos finales.

A continuación, se muestra una gráfica del comportamiento de los precios del kilogramo de Agave en los últimos años (Figura 23).

En la Figura 23 se observa que el precio del Agave ha tenido sus montos más altos durante 2019, de hasta \$30; sin embargo, se espera un descenso para los próximos años, hasta llegar a los \$7 para el 2027.

En la página del Consejo Estatal Agropecuario de Chihuahua (2021), se encuentran más datos sobre el Agave, como su precio por kilogramo, el cual está a \$24.00. En otra parte del texto se evidencia cómo el Agave se compra tomando en cuenta el año en que se sembró, ya que esto influye en su madurez y el color de sus pencas. Además, se habla de la compra de plantas de Agave de “primer corte”, también llamadas “hijuelos”, que son “muy demandados entre el gremio agavero, pues de acuerdo con su tallo, color de la

Figura 23. Gráfica de precios por kilogramo



Nota. Obtenido de Municipio de Arandas (2020).

tierra y grosor de las hojas, determinará el ciclo de vida y el tamaño de las piñas de Agave, una vez realizada la jima (corte de las pencas del Agave para poder asar las piñas y producir el tequila)”.

A continuación, se muestra una lista de diversos productos derivados de Agave y sus precios.

Jarabe de Agave

Agave Sweet, Orgánico, de 680 g. a \$99

Azul Panalia, 100% orgánico, de 360 g. a \$115

Enature, Orgánico, Sabor Maple, de 660 g- a \$114

Enature, Orgánico, Ámbar, de 330 g. a 114

Miel de Agave

Tía Ofilia, Orgánico, de 660 g. a \$112

Oro de Agave, botella de 680 g.

Premium Dark de Exportación, a \$149

Duo Pack Endul Mix Clara/Obscura 485 ml. a \$179

Popotes de Agave

Biodegradable, 500 piezas, estuchado individual, marca Bamboorganic, a \$0.698 c/u

Biodegradables, estuchado individual, caja con 2 mil popotes negros de 21 cms., marca Greenprint, a \$0.435

Paquete de 150 pajitas biodegradables de 13 cm, ecológicas, 100% reciclables, marca Bio Agave, a \$1.84

Inulina

Orgánica Certificada USDA - SAGARPA en polvo 300 gr. por paquete, marca Vizana Nutrition (2 bolsas 150g c/u), a \$199.50

Orgánica, marca Dulce Hábito, 100 g. a \$148

Orgánico, en polvo, fibra prebiótica, 100% soluble, hecha de Agave azul, de 250 g. a \$185

Pulque

Artesanal, marca Mamá Dolores, surtido sabores, de 355 ml. 100% natural, a \$66.50

Premium pasteurizado, marca Penca Larga, de 355 ml, mixto, a \$45

Natural, blanco, sin conservadores, 100% natural, a \$27.69

Como puede observarse, los precios son muy diferentes entre diferentes productos, pero son relativamente similares por línea. Sin embargo, aun por línea hay diferencias, entre otras causas, porque se manejan las calidades orgánicas y artesanal, las cuales suelen incrementar los precios.

PLAZA

La plaza es entendida como el conjunto de actividades, planes y personas que hacen posible que el producto y/o servicio llegue al consumidor final. El objetivo de esta estrategia, es tener una distribución efectiva de la empresa.

Esta es una de las estrategias donde se deben de tomar decisiones de trascendencia, ya que apoya al negocio a largo plazo. Para poder lograr un buen plan de distribución se debe de tener en cuenta lo siguiente:

- Dónde se van a comprar los productos de Agave
- Zona geográfica
- Transporte
- Rutas de entrega
- Costos de los envíos
- Elegir el canal o canales que son más convenientes para el negocio (venta directa, distribuidores, tiendas, redes sociales, etc.)

ACUERDOS COMERCIALES

Para realizar acuerdos comerciales, se debe crear un documento de contrato, el cual tiene características y precisiones de la transacción comercial, que incluye condiciones de transporte, seguro y entrega, así como los términos de pago.

Es recomendable que toda negociación comercial se formalice por escrito, con todas las especificaciones necesarias tales como número de productos, precio y fecha de entrega.

PROMOCIÓN

La promoción se entiende como el proceso mediante el cual un individuo transmite estímulos para informar que un producto o servicio existe. Uno de los objetivos básicos de la promoción es comunicar al mercado

objetivo o cliente potencial la propuesta de la empresa, del producto, los lugares de venta, los precios, etc.

Una de las estrategias de promoción para la comercialización de los productos del Agave es planificar presentaciones en ferias regionales de la zona. Algunos puntos donde se podría mostrar el producto son:

- Chilchotla, Puebla
- Quimixtlán, Puebla
- Chichiquila, Puebla
- Guadalupe Victoria, Puebla
- San Salvador el Seco, Puebla
- Chalchicomula de Sesma, Puebla
- Xico, Veracruz
- Cosautlán de Carvajal, Veracruz
- Coscomatepec, Veracruz
- Xalapa, Veracruz

La finalidad de presentarse en ferias es para promover el conocimiento de la marca y entablar relaciones comerciales, que a futuro significarán la apertura de otros mercados.

LA EMPRESA COMO FACTOR DE TRASCENDENCIA

La comunicación y promoción de la empresa van de la mano para crear una imagen positiva, que pueda ser mostrada a través de algún medio de difusión, como lo es internet o medios locales, regionales y nacionales.

La presencia en internet es una tendencia vital que toma cada vez mayor importancia, por ello, se sugiere participar en alguna de

las redes sociales más visitadas, como lo son Facebook, X (antes Twitter), Instagram, TikTok, YouTube, etc. También se pueden utilizar otros recursos como el e-Mailing y

enlaces patrocinados que brindan un poco más de sostenibilidad a la presencia en la web.

Para poder gestionar todo el contenido destinado a llegar a los clientes, es necesario

Tabla 2. Estrategias de contenido para redes sociales

Semana	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
1	Frase motivacional	Tema de salud	Bondades del producto	Frase motivacional	Bondades del producto
2	Hoy va a ser tu gran día	Miel de Agave para diabéticos	Beneficios del sirope de Agave	Donde no falta voluntad, siempre hay un camino	Propiedades medicinales del Agave

que exista una experiencia llena de interactividad, valor, claridad y utilidad. También se debe construir un diálogo con el cliente y crear una relación basada en sus necesidades y expectativas. Para lograrlo, se sugiere crear una estrategia de contenido (Tabla 2).

Para tener un historial en internet se sugiere crear un *hashtag*, que es una etiqueta conformada por una cadena de caracteres que forman una o varias palabras, iniciando con

el símbolo de numeral #. Este conjunto de datos ayuda a identificar un tema del que se está hablando.

Para el caso de la empresa de Agave o de productos derivados de esta planta, se sugiere crear etiquetas como las que se mencionan a continuación: #SaludConAgave, #AgaveMix, #MielAgave.

El propósito de utilizar *hashtags* es poder localizar y monitorizar a las personas que están hablando del tema, crear promociones o sorteos, etc.

HERRAMIENTAS DE APOYO PARA CREAR CONTENIDO

En los tiempos de internet es importante crear contenido original. En la Tabla 3 se muestran algunas herramientas que ayudan

Tabla 3. *Herramientas para crear contenido*

Herramienta	Sitio	Características
<i>Boosted</i>	Video Content to Boost Your Social Media Marketing - Boosted (lightricks.com)	Permite crear diseños profesionales para videos.
<i>Capcut</i>	CapCut - Capture the moment and Cut	Aplicación de celular para editar videos.
<i>Tokboard</i>	Tokboard - Top TikTok Songs This Week	Página que muestra los audios mas virales para tus videos.
<i>Canva</i>	www.canva.com/	Permite la creación de imágenes, logos, presentaciones, etc.

a crear imágenes, dibujos, videos, etc., de forma creativa.

CONCLUSIONES

La información recopilada sobre el Agave y su presencia en el área de influencia del municipio de Chilchotla, Puebla, revela que la región cuenta con una riqueza sorprendente de usos tradicionales arraigados y posibilidades potenciales de comercialización en diversas industrias y sectores económicos.

A continuación, se presenta de forma detallada los aspectos clave que se destacan en este manual:

Variedad de usos tradicionales y actuales. La presencia de áreas de plantación de Agave en la región es un indicador de la importancia histórica y actual de esta planta. Los usos tradicionales, como la extracción de aguamiel y la elaboración de pulque, demuestran la conexión cultural profunda con el Agave en la comunidad local.

Sostenibilidad y protección del medio ambiente. El uso del Agave como barreras vivas para delimitar parcelas y la metodología de plantación en curvas a nivel son ejemplos de cómo esta planta puede contribuir a la sostenibilidad agrícola y la conservación del suelo en la región. Esto es esencial para mantener el equilibrio del ecosistema rural.

Potencial nutricional y alimentario. La información sobre las propiedades nutricionales del pulque y el uso de las inflorescencias del Agave para la alimentación humana sugieren un potencial para la diversificación de la dieta local y la creación de productos alimentarios innovadores.

Diversificación de la economía. Los usos potenciales del Agave son prometedores para la diversificación de la economía local. La producción de mezcal, la obtención de fibras para papel y artesanías, así como su uso en la producción de hongos o como fuente de energía y combustible, pueden generar empleo y fuentes de ingreso en la comunidad.

Desarrollo industrial. El aprovechamiento de subproductos del Agave, como el bagazo utilizado como sustrato para la producción de hongo seta, la harina nutritiva y la miel de Agave como probiótico, reflejan oportunidades para la creación de una industria diversificada basada en esta planta.

Mercadotecnia y comercialización. La información sobre el estudio de mercado y las estrategias de *marketing* sugieren la importancia de la planificación estratégica y la promoción efectiva de los productos relacionados con el Agave. Esto puede llevar al éxito en la comercialización tanto a nivel local como regional.

Necesidad de investigación y desarrollo continuo. Para aprovechar al máximo el potencial del Agave en la región, es esencial continuar con la investigación y el desarrollo de nuevas técnicas y productos. Esto incluye la mejora de las prácticas de cultivo, la diversificación de los productos derivados y la búsqueda de nuevos mercados.

El Agave en el área de influencia del municipio de Chilchotla, Puebla, no solo es una fuente de usos tradicionales arraigados, como la extracción de aguamiel y la producción de pulque, sino que también ofrece una amplia gama de usos potenciales en sectores como la alimentación humana, la producción de mezcal, la alimentación del ganado, la producción de hongos, la obtención de fibras y otros productos. Esta versatilidad presenta oportunidades para la comercialización y el desarrollo económico de la región.

REFERENCIAS

- Consejo Estatal Agropecuario de Chihuahua. (16 de mayo de 2021). *El índice del kilo de agave*. <https://brioagropecuario.com/2021/06/03/el-indice-del-kilo-de-agave/>
- Agavespa. (14 de mayo de 2022). *Agavespa Skincare*. <https://www.agavespa.mx/collections/intenciones>
- Alcántara, V. (14 de mayo de 2022). *Bioplástico mexicano hecho con agave. Tecnología del Plástico*. <https://www.plastico.com/es/noticias/bioplastico-mexicano-hecho-con-agave>
- Castro, R. R., Aguilar, B.G y Solís, O. M (2016) *Ensilado de Agave, Una alternativa para la alimentación animal en zonas áridas y semiáridas*. Frontera biotecnológica. Vol 4. IPN.
- Chavez, A., Martinez, H., Guarneros, N., Allen, L. y Peltó, G. (1998). *Nutrición y desarrollo psicomotor durante el primer semestre de vida*. Proyecto Consumo y Función. Programa Internacional de Apoyo a la Investigación Colaborativa del Instituto Nacional, 40 (2).
- CONAFOR. (2013). *Manual de obras y prácticas. Protección, Restauración y conservación de suelos forestales*. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/20/1310Manual%20de%20Conservacion%20de%20Suelos%20.pdf>
- Corbin, Kendall; Byrt, Caitlin S; Bauer, Stefan; DeBolt, Seth; Chambers, Don; Holtum, Joseph A.; Karem, Ghazwan; Henderson, Marilyn; Lahnstein, Jelle; Beahan, Cherie T.; Bacic, Antony; Fincher, Geoffrey B.; Betts, Natalie; Burton, Rachel (2015). *Prospecting for Energy-Rich Renewable Raw Materials: Agave Leaf Case Study*. PLoS ONE. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135382>
- Contreras, M. C., y Rodríguez, A. M. P. (2007). El pulque: características microbiológicas y contenido alcohólico mediante espectroscopia Raman. *Nova*, 5(8), 135-146.
- Elorduy, J. R., Pino, J. M., & Correa, S. C. (1998). Insectos comestibles del Estado de México y determinación de su valor nutritivo. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 69 (1), 65-104. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/458/45869106.pdf>
- Esparza-Frausto, G., Macías-Rodríguez, F. J., Martínez-Salvador, M., Jiménez-Guevara, M. A., & Méndez-Gallegos, S. D. J. (2008). Insectos comestibles asociados a las Agaveeras en el ejido Tolosa, Pinos, Zacatecas, México. *Agrociencia*, 42(2), 243-252.
- Figueredo-Urbina, C., Octavio-Aguilar, P. y Púlido-Silva, M. (2019). Flores comestibles como acervo cultural mexicano. *Ciencia y desarrollo*, 304.
- Garnica, C. H., y Viveros, C. A. M. (2009). *Fundamentos de marketing*. Pearson Educación.

- Giles Gómez, M. y Escalante Lozada, J. (29 de noviembre de 2014). Detectan capacidades probióticas en microorganismos del pulque. *Boletín Informativo UNAM-DGCS-691*. https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2014_691.html
- Gobierno de México. (28 de diciembre de 2016). ¿Sabías que el bacanora cuenta con denominación de origen?. <https://www.gob.mx/se/articulos/sabias-que-el-bacano-ra-cuenta-con-denominacion-de-origen>
- Gobierno de México. (09 de junio de 2017). *Agave: un agave que nos provee diversos productos agroalimentarios nativos*. <https://www.gob.mx/siap/articulos/Agave-un-agave-que-nos-provee-diversos-productos-agroalimentarios-nativos?idiom=es>
- Godoy, A., Herrera, T. y Ulloa, M. (2003). *Más allá del pulque y el tepache. Las bebidas alcohólicas no destiladas indígenas de México* (1a ed.). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas.
- Heredia Solís, A., Esparza Ibarra, E. L., Romero Bautista, L., Cabral Arellano, F. J., & Bañuelos Valenzuela, R. (2014). Bagazos de *Agave salmiana* y *Agave weberi* utilizados como sustrato para producir *Pleurotus ostreatus*. *Revista iberoamericana de ciencias*, 1(5), 103-110. ISSN 234-2501.
- Hernández Becerra, G., Tovar-Puente, A., Madrigal Anzaldúa, M., Chávez-Álvarez A y Herrera-Sosa M.A (2010). *Un prebiótico: Miel de Agave*. RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición, Edición Especial No-5-2010, 251-54
- Herrera Perez, L., Valtierra Pacheco, E., Ocampo Fletes, I., Tornero Campante, M., Hernández Plascencia, J. y Rodríguez Macías, R. (2017). Prácticas agroecológicas en Agave tequilana Weber bajo dos sistemas de cultivo en Tequila, Jalisco. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 18. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i18.216>
- IPN. (2019). *Harina altamente nutritiva de pencas residuales de Agave*. IPN. Comunicados. <https://www.ipn.mx/imageninstitucional/comunicados/ver-comunicado.html?y=2019&n=2>
- Kotler, Philip (2008), *Fundamentos de mercadotecnia*, 8a. ed., México: Pearson, Prentice Hall.
- Madrigal Lugo, R., García Moya, E. y Velázquez Loera, A. (2014). El Agave: cultivo y cultura. *El Agave y el pulque en la región central de México*, 137-157 Gobierno del Estado de Tlaxcala. Fideicomiso Colegio de Historia de Tlaxcala.
- Mataix, J. (2009). *Nutrición y Alimentación Humana*. Oceano/Ergon.
- Matarese, L. (2004). *Nutrición clínica práctica*. Elsevier
- Matías Luis G, Peña Caballero V, Reyna González W, Domínguez Díaz LR, Martínez Hernández JJ. *Nutritional and medicinal value*

- of pulque*. JONNPR. 2019;4(12):1291-303. <https://doi.org/10.19230/jonnpr.3148>
- Mendoza, B., Hernandez, E. M., Gomez, C. A. y Gomez, E. (2017). *Alimentos funcionales de la región del Altiplano y su capacidad antioxidante*. *Ciencias Biológicas y de la Salud, Proceedings*.
- Molina-Guerrero, J. A., Botello-Álvarez, J. E., Estrada-Baltazar, A., Navarrete-Bolaños, J. L., Jiménez-Islas, H., Cárdenas-Manríquez, M., & Rico-Martínez, R. (2007). *Compuestos volátiles en el mezcal*. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 6 (1), 41-50.
- Morales, C. N., y Esparza, F. G. (2002). *Plan Estratégico de Desarrollo para la Región agavera del Sureste de Zacatecas*. *Secretaría de Desarrollo Económico de Zacatecas*. Centro Regional Universitario Norte de la Universidad autónoma de Chapingo. México.
- Morera Camacho, C., Avila, I. S. y Bertrán, S. J. (1982). *Contribución al estudio de la problemática del Agave*. Promotora del Agave y del nopal. Unidad de Investigación Socio-Económica.
- NMX-FF-110-SCFI-2008, N. O. (s.f.). *Productos alimenticios jarabe de agave especificaciones y prueba*. Mexico: Secretaria de economia.
- Parra Negrete, L. A., Villar Quiñones, P. y Prieto Rodriguez, A. (2010). *Extracción de fibras de agave para elaborar papel y artesanías*. *Acta Universitaria*, 20(3), 77-83.
- Penka Mundo Sustentable SA de CV. (14 de mayo de 2022). *Biodegradable products made from agave fiber*. Retrieved. <https://www.penka.mx>: <https://www.penka.mx>
- Ramirez-Rancaño, M. (2000). *Ignacio Torres Adalid y la industria pulquera*. Plaza y Valdés. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=j-2VRtSGtkd0C&oi=fnd&pg=PA7&dq=Ramirez-Ranca%C3%B1o+2000&ots=2J3o-2VzWov&sig=MZzonS-wVY7Vu2CXo_odjio_Zyc#v=onepage&q=Ramirez-Ranca%C3%B1o%202000&f=false
- Reijntjes, C., Haverkort, B. y Waters-Bayer, A. (1992). *Farming for the future*. MacMillan Press.
- Rodriguez-Ortega, A., Equihua-Martinez, A., Llanderal-Cázares, C., Rodriguez-Ortega, L., Pro-Martinez, A., Pino-Moreno., Barrón-Yañez, R y García-Melo, J. (2017). *Infestación de gusano blanco en Agave de cerro (Agave lechuguilla Torrey 1859)*. *Entomología Agrícola*, 4:369-402.
- Saézn , M., Florez, B. y Morán , M. (s.f.). *Borrador: Guía para estudios de mercado y diseño de productos de microcrédito para vivienda*. https://www.habitat.org/lc/lac_eng/pdf/gu%C3%ADA_emyd_de_mfv.pdf

- Sánchez, J. E., y Royse, D. J. (2017). La biología, el cultivo y las propiedades nutricionales y medicinales de las setas *Pleurotus* spp. Libro electrónico.
- Salgado, O. (14 de mayo de 2022). *5 productos derivados del Agave*. <http://foodinea.blogspot.com/2016/03/5-productos-derivados-del-agave-Agave.html>
- Silos-Espino, G., González-Cortés, N., Carrillo-López, A., Guevaralara, F., Valverde-González, ME, & Paredes-López, O. (2007). *Composición química y propagación in vitro de Agave salmiana 'Gentry'*. La Revista de Ciencias Hortícolas y Biotecnología, 82 (3), 355-359.
- Silos-Espino, H., Tovar-Robles, C. L., González-Cortés, N., Méndez-Gallegos, S. J., & Rossel-Kipping, D. (2011). *Estudio integral del Agave (Agave salmiana): propagación y valor nutricional*. Rev. Salud Pública y Nutrición, 5, 75-82.
- Sotelo, A., López García, S. y Basurto Peña, F. (2007). *Content of nutrient and antinutrient in edible flowers of wild plants in Mexico*. Plant Foods for Human Nutrition, 62, 133-138. <https://doi.org/10.1007/s11130-007-0053-9>
- Stewart, R. (2015). *Agave as a model CAM crop system for a warming and drying world*. Plant Sci, 6. [https://doi.org/ https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00684](https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00684)
- Suárez, L. (2013). *Miel de Agave y de agave*. <http://imagenagropecuaria.com>
- Urbina, C. J. F. (2020). *Los gualumbos: deleite gastronómico del estado de Hidalgo*. Herreriana, 2(1), 26-29. <https://doi.org/https://doi.org/10.29057/h.v2i1.5571>
- Vargas Rodriguez, L., García Vieyra, M., León Bata, B. y Lozano Sotomayor, P. (2018). *Propiedades físicas y estructura microscópica de la cutícula de Agave salmiana (mixiote)*. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, 17, 1-9. <https://doi.org/10.5154/r.rchsa.2017.12.017>
- Vazquez Garcia, A., Aliphath Fernandez, M., Estrella Chulim, N., Ortiz Torres, E., Ramirez Juarez, J. y Maria Ramirez, A. (2016). *El Agave pulquero, una planta multifuncional y polifacética: Los usos una visión mestiza e indígena*. XXXVII, 67-87.
- Vela, E. (2014). *El Agave*. Arqueología Mexicana, Edición especial (57), 42-65.
- Verástegui Montemayor, M. D. L. Á. (2000). *Evaluación de la actividad antimicrobiana de compuestos de Agaves y su acción sobre el tigmotropismo y dimorfismo de Candida albicans* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Verdugo Valdez, A., Segura Garcia, L., Kirchmayer, M., Ramírez Rodríguez, P., González Esquinca, A., Coria, R., & Gschaedler Mathis, A. (2011). *Yeast communities associated with artisanal mezcal fermentations from Agave salmiana*. Antonie Van Leeuwenhoek, 100, 497-506.



Viaña, C. (2014). *Utilización de sub-producto de pulque para la elaboración de miel de Agave: formulación y evaluación del proyecto*. Instituto Tecnológico de Apizaco. <http://51.143.95.221/bitstream/TecNM/654/1/33246-2014.pdf>

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Distancia entre curvas a nivel.....	14
Tabla 2. Estrategias de contenido para redes sociales.....	43
Tabla 3. Herramientas para crear contenido.....	44

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Municipios del área de influencia de Rafael J. García, Chilchotla, Puebla	10
Figura 3. Plantaciones de Agave en curvas a nivel.....	13
Figura 4. Tajadera.....	15
Figura 5. Oquedad de Agave.....	16
Figura 6. Extracción de hoja de Agave	18
Figura 7. Palmos	19
Figura 8. Inflorescencia de Agave.....	21
Figura 9. Gusano blanco de Agave	22
Figura 10. Piña Jimada.....	23
Figura 11. Alimentación de ganado con pencas de Agave	24
Figura 12. Crecimiento de <i>Pleurotus ostreatus</i> en sustrato de bagazo de Agave.....	26
Figura 13. Jarabe obtenido de miel de Agave.....	28
Figura 14. Papel de fibras de Agave por la técnica de fibras molidas.....	29
Figura 15. Máscara de penca de Agave	29
Figura 16. Diferentes materiales obtenidos del Agave	31
Figura 17. Muestra de diversas líneas de productos.....	35
Figura 18. Muestra de cómo en una misma línea se ofrece variedad de productos	35
Figura 19. Un solo producto tiene características que deben conocerse perfectamente..	36
Figura 20. Hoja que se desprende de la cutícula del Agave.....	36
Figura 21. Jalador para ventanas a base de Agave.....	37
Figura 22. Productos de belleza cuyo ingrediente principal es el Agave.....	38
Figura 23. Gráfica de precios por kilogramo	40

