

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN AGROPECUARIA**



Participación e Importancia de los Diferentes Ciclos Productivos, Sus Procesos en Tomate (*Solanum lycopersicum L*) y Expectativas en el Mercado Nacional y de Exportación.

POR

**ALICIA MARLEN VELÁSQUEZ VELÁSQUEZ**

Trabajo de Observación, Estudio y Obtención de Información  
**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio 2022

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISION DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN AGROPECUARIA**

Participación e Importancia de los Diferentes Ciclos Productivos, Sus Procesos en Tomate (*Solanum lycopersicum L*) y Expectativas en el Mercado Nacional y de Exportación

POR:

**ALICIA MARLEN VELÁSQUEZ VELÁSQUEZ**

Trabajo de Observación, Estudio y Obtención de Información

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR**

Aprobada por:



M.C. Alfredo Sánchez López

Asesor Principal



M.C. Griselda Valdés Ramos

Coasesor



M.C. Maria Griselda García Pérez

Coasesor



M.C. Rolando Ramírez Segoviano

Coordinador de la División de Ciencias Socioeconómicas

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Junio, 2022



## DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

### DECLARO QUE:

La presente investigación titulada “**Participación e Importancia de los Diferentes Ciclos Productivos, Sus Procesos en Tomate (*Solanum lycopersicum L*) y Expectativas en el Mercado Nacional y de Exportación**” es una elaboración propia, sin contener de forma total o parcial citas, imágenes, tesis, artículos y otras obras sin tener cita referida, donde señale su autor.

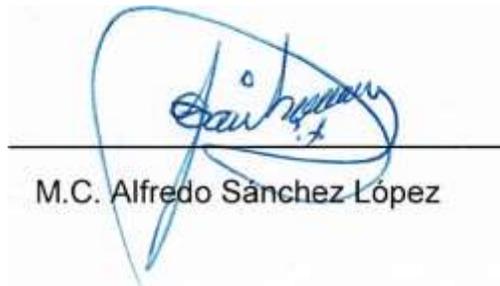
Estando consciente que, en caso de cometer plagio, será objeto de sanción por medio del Comité Editorial y/o legales, así mismo como el derecho de no aprobación de la misma.

ALUMNA



Alicia Marlen Velásquez Velásquez

ASESOR PRINCIPAL



M.C. Alfredo Sánchez López

## **Agradecimientos**

### **A DIOS**

Por permitirme culminar mi carrera, así como cuidarme y cuidar a mi familia y no abandonarnos en los malos momentos y darme muchos momentos de alegría y felicidad.

### **A MI ALMA TERRA MATER UAAAN**

Por brindarme apoyo hospitalidad para lograr una carrera universitaria.

### **Especialmente al Dr. Alfredo Sánchez López**

Por todo el apoyo y tiempo que me ha brindado para poder llevar a cabo esta investigación y así poder titularme.

### **MC. María Griselda García Pérez**

Por el apoyo que me brindo en el trascurso de mi carrera y por apoyarme a dar el último paso para culminar.

### **MC. Griselda Valdez Ramos**

Por su apoyo y colaboración en la elaboración de la investigación.

## DEDICATORIA

### **A Dios**

Por darme salud y nunca dejarme sola.

### **A mis padres**

Antonio Velasquez Millan

y

Amelia Velasquez Rozales

Por su confianza que pusieron en mi para poder salir de casa y hacer una carrera universitaria, un sueño que se convirtió en meta y el día de hoy se ha vuelto realidad gracias por su apoyo desde el inicio de mi preparación hasta la finalización este no es solo un logro mío si no también de ustedes.

### **A mis hermanas y sobrinas (mis pequeñas princesas)**

Jimena, Jatziry, Kimberly, Xochilt, Lilia

Ustedes son mi motivo por el cual nunca me rendiré gracias por alegrar mi vida.

**A mi novio Pedro** por su apoyo incondicional en el trascurso de la carrera por nunca dejar que me diera por vencida y demostrarme que todo lo que uno se proponga lo puede lograr con perseverancia. I love you <3

**A mis primas, primos, Tíos y Tías** que en algún momento me dieron unas palabras de motivación para seguir adelante.

**A mis compañeros de generación** con los cuales conviví 5 años de mi vida con los que pase muchas aventuras, risas, bromas, apoyo, estrés en termino de semestre no voy a olvidar el día que nos presentamos por primera vez en aquel agosto de 2016 a los ya conocía que llegaron conmigo Julisa, Silvia, Javier, a los primeros que me regalaron su amistad Vicky, Paco, y francisco, y con los que en los últimos semestres nos la pasábamos platicando de como ya había pasado el tiempo Erick, Lupita, Angy y Alex con quien conviví mi último semestre de la carrera haciendo las prácticas profesionales. Gracias a todos y cada uno de ustedes por formar parte de mi vida estos últimos años.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
RESUMEN	1
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	3
1.1. Justificación	5
1.2. Planteamiento del problema	5
1.3. Objetivo General	5
1.3.1. Objetivos Específicos	6
CAPITULO II REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Tipos de Tomate	3
2.1.1. Tomate Tipo Bola, Redondo o Beef	3
2.1.2. Tomate Tipo Saladette o Roma	4
2.1.3. Tomates de Especialidad	4
2.1.4. Tomates Tipo Uva	4
2.1.5. Tomate Tipo Cherry o Cereza.	4
2.1.6. Tomates de Tipo Cocktail.	4
2.1.7. Tomates Tipo Pera	5
2.1.8. Tomates Tipo Heirloom.	5
2.2. Inicio de la comercialización del tomate y su historia en México	5
2.3. Producto Interno Bruto (PIB)	6
2.4. Modalidades de producción de tomate	8
2.4.1. Campo abierto	8
2.4.1.1. Piso	9
2.4.1.2. Sistema de estacado	9
2.4.1.3. Acolchado	12
2.4.2. Agricultura protegida	14
2.4.2.1. Invernadero de baja tecnología	15
2.4.2.2. Invernadero de mediana tecnología	15
2.4.2.3. Invernadero de alta tecnología (hidroponía)	16
2.4.2.4. Malla sombra mediana tecnología	17
2.4.2.5. Macro túnel mediana tecnología	17
2.5. Sistemas de riego	18
2.5.1. Gravedad	19
2.5.2. Melgas o inundación	19
2.5.3. Fertirriego	21
2.6. Consumo Per cápita	23

2.7.Oferta y demanda del tomate para consumo en fresco de 2015 – 2020	25
2.8.Contribución del producto tomate en sus diferentes tipos	26
2.9.Métodos de secado empleados para la deshidratación en tomate.	27
2.9.1 Deshidratado por aspersion.	27
2.9.2 Deshidratado al sol.	29
2.9.3 Deshidratado en un secador de túnel.	30
2.9.4 Deshidratado en charolas estáticas.	31
2.10.Deshidratado de tomate Saladette en secador de charolas giratorias	33
2.11.Industrialización del tomate	34
2.11.1.Otros usos	35
2.11.1.1.Mermelada	35
2.11.1.2.Pesto	35
2.11.1.3.Deshidratado	36
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE ANALISIS E INVESTIGACIÓN</b>	<b>37</b>
3.1.Superficies establecidas de producción en las diferentes modalidades del cultivo.	38
3.1.1.Campo abierto	38
3.1.2.Agricultura protegida	43
3.1.2.1.Invernaderos	44
3.1.2.2.Malla sombra	47
3.1.2.3 Macro túnel	50
3.2.Regiones importantes productoras de México.	51
3.2.1 Ciclo productivo P-V en el cual participarían las diferentes regiones del país.	52
3.2.2 Ciclo productivo O-I en el cual participarían las diferentes regiones del país.	55
3.3.Producción y comportamiento de tomate y tipos de mercado	60
3.3.1 Proyección de producción nacional 2017-2030	60
3.3.2 Top 12 Producción Mundial de Tomate 2010-2020	62
3.3.3 Producción nacional	63
3.3.4 Producción en los principales estados	65
3.3.5 Superficie sembrada de tomate en México	66
3.3.6 Comportamiento de Producción	68
3.3.7.Volúmenes y mercado de exportación	69
3.3.8.Comportamiento del precio del tomate	72
3.3.9.Industrialización del tomate	73
3.3.10.Derivados del tomate como posible potencial en el mercado	73
3.3.10.1Tomate deshidratado	74
3.3.10.2 Tomate en mermelada	74

3.3.10.3 Tomate en pesto _____	76
CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN _____	78
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES _____	81
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	82

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Comportamiento del consumo Per cápita en la última década 2010-2020	24
Cuadro 2. Cielo abierto. Información sobre la producción de tomate bajo cielo abierto 2020 _____	39
Cuadro 3. Producción de tomate bajo agricultura protegida en invernadero 2020__	44
Cuadro 4. Producción de tomate en agricultura protegida malla sombra _____	47
Cuadro 5 Producción de tomate en agricultura protegida bajo macro túnel 2020 __	50
Cuadro 6. Principales regiones y estados productores de tomate en sus diferentes tipos, superficie cosechada, rendimientos promedio, participación en la producción y PRM en el ciclo P-V. _____	52
Cuadro 7. Principales regiones y estados productores de tomate en sus diferentes tipos, superficie cosechada, rendimientos promedio, participación en la producción y PRM en el ciclo O-I _____	56
Cuadro 8. Estimaciones, crecimiento acumulado y crecimiento promedio anual 2017-2030 _____	60
Cuadro 9 Producción de tomate nacional _____	64
Cuadro. 10. Producción de tomate en los principales estados del país 2020 _____	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Comportamiento promedio del consumo per cápita de tomate fresco de los periodos 2010-2020 _____	25
Fig.2. Oferta y Fig. 3. Demanda _____	25
Fig. 4. Principales tipos, variedades e Híbridos de tomate que se comercializan en fresco en las diferentes regiones del país tomando en cuenta los ciclos de producción 2020. _____	27
Fig. 5. Metodología utilizada para el deshidratado de tomate Saladette _____	33
Fig. 6. Producción de las difentes variedades de tomate en el ciclo P-V bajo cielo abierto 2020 _____	40

Fig. 7. Producción de las diferentes variedades de tomate en el ciclo O-I bajo cielo abierto 2020 _____	41
Fig.8. Producción de las diferentes variedades bajo agricultura protegida en invernadero en el ciclo P-V _____	45
Fig. 9. Producción de las diferentes variedades bajo agricultura protegida en invernadero en el ciclo O-I _____	46
Fig. 10. Producción de tomate en agricultura protegida bajo malla sombra en P-V _____	48
Fig. 11. Producción de tomate en agricultura protegida bajo malla sombra en O-I 2020 _____	48
Fig.12. Producción de tomate en macro túnel en el año agrícola 2020 _____	50
Fig. 13. Comportamiento de la superficie cosechada en 2016 _____	54
Fig. 14. Participación en la producción nacional de las diferentes regiones productoras del país 2016 _____	54
Fig.15. Rendimiento Promedio en los diferentes tipos de tomates y regiones y modalidades productoras de México _____	55
Fig. 16. Comportamiento de la superficie cosechada en 2016 _____	58
Fig. 17. Participación en la producción nacional de las diferentes regiones productoras del país 2016 _____	58
Fig. 18. Rendimiento promedio en los diferentes tipos de tomate, regiones y modalidades productoras de México _____	59
Fig.19. Proyecciones de producción y exportación de tomate en fresco 2017-2030 _____	61
Fig.20. Participación de los 12 principales países en la producción de tomate. 2020 _____	63
Fig. 21. Producción nacional de tomate _____	64
Fig.22. Aportación de la producción de tomate de los principales estados 2020 _____	65
Fig.23. Superficie sembrada bajo las diferentes modalidades en la última década 2010-2020 _____	67
Fig. 24. Producción obtenida en las diferentes modalidades 2010-2020 _____	67
Fig. 25. Régimen de Humedad y Fig.26. Tipo de Tecnología _____	69
Fig.27. Volumen y valor de las exportaciones de tomate de 2010-2020 _____	70
Fig.28. Comportamiento del precio promedio del tomate mexicano en las 3 principales centrales de abastos de México. _____	72

## RESUMEN

El tomate es la hortaliza que más se cultiva y consume en el mundo y México es un importante productor a nivel mundial, por lo tanto, se ha posicionado dentro del Top 10 de los países más representativos como productores de tomate ocupando en 2020 el lugar número nueve con una producción comerciable de 4,137,342 toneladas.

En el país existen dos modalidades de producción las cuales se encuentran localizadas en un mapa estratégico del país, en los ciclos Primavera-Verano y Otoño-Invierno en los cuales participan 42 regiones comprendidas por varios estados participantes destacando entre ellos la región 21 y 22 que es prácticamente el estado de Sinaloa el cuál es el estado líder en la producción de tomate.

México se ha convertido en el primer lugar dentro del ranking de los mayores exportadores a nivel mundial debido a su calidad de producto y a sus importantes relaciones comerciales del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) ahora Tratado entre México Estados Unidos y Canadá (TMEC) con grandes países que demandan y adquieren el tomate mexicano por su alta calidad en grandes volúmenes, mencionando así el país norteamericano EE: UU, como nuestro principal socio comercial seguido por Canadá en el consumo de esta hortaliza.

Los procesos, a los que está sujeto como el caso de Dumping problema que se presentó en el mercado de EE: UU por varias temporadas afectando el prestigio y movilidad del tomate, específicamente en fresco, afectando la economía de los productores en México. En la investigación se plantea la posibilidad de diversificar este producto con el desarrollo de otros procesos en nuevas formas para ser consumido existiendo las alternativas e Innovaciones y darle un valor agregado en la industrialización del mismo, tal como lo es el caso del tomate de desecho (rezaga), que pueda ser deshidratado, mermelada y pesto para ser incorporado a la cadena de Industrialización en el mercado.

**Palabras Clave:** Producción, Exportación, Industrialización, Deshidratado, Mermelada, Pesto, PRM, TOP, TLCAN, TMEC

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) El tomate es la hortaliza de mayor importancia en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y por lo tanto también su cultivo, producción y comercialización. El incremento anual de la producción en los últimos 10 años se debió principalmente al incremento en el rendimiento, uso de variedades mejoradas, agricultura protegida y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada.

México es un importante productor de tomate a nivel mundial por lo tanto se ha posicionado dentro del TOP 10 de los países más significativos como productor de tomate ocupando en 2020 el lugar número nueve, con una producción comerciable de 4,137,342 toneladas de tomate.

Por lo anterior se ha convertido en el primer lugar dentro del ranking de los mayores exportadores a nivel mundial debido a su calidad de producto y a sus importantes relaciones comerciales (TMEC) con grandes países que demandan y adquieren el tomate mexicano en grandes volúmenes, mencionando así el país norteamericano EE UU, como nuestro principal socio comercial seguido por Canadá en el consumo de esta hortaliza.

Actualmente ha contribuido con un valor de 2,606.10 millones de dólares y una participación de 12.8%, el tomate fue el segundo más importante en el valor de las exportaciones agropecuarias mexicanas en 2020, después del aguacate, el cual su importancia económica se ve reflejado en la participación económica agrícola del 3.45 % del producto interno bruto (PIB) nacional en el 2016.

Dada la importancia del tema a Investigar el presente documento se estructuró principalmente con el objetivo de la recopilación y análisis de la información de diversas organizaciones nacionales e internacionales que se ocupan en los diferentes procesos y análisis sobre la situación comercial, económica y agropecuaria tales como el servicio de Información Agrícola y Pesquera (SIAP), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Secretaria de Agricultura y

Desarrollo Rural (SADER), Consejo Nacional Agropecuario (CNA), Confederación Nacional, de Productores de Hortalizas (CNPH) entre otras.

Posteriormente se procedió a la interpretación y análisis de la información estadística de acuerdo a los niveles de importancia en el ámbito agropecuario, la cual se expresó en Fig., tablas de datos e interpretaciones que nos permitió comprender con mayor facilidad la información acerca de la importancia económica de la producción en sus diferentes modalidades, comercialización y demanda del tomate en México y en el mundo.

La recopilación de la información se llevó a cabo de lo general a lo particular iniciándose con las principales variedades cultivadas de tomate que se consumen, oferta y demanda del producto, en diversos procesos para el mercado Nacional e Internacional, zonas importantes productoras, superficies establecidas de acuerdo a sus modalidades para la producción de las diversas variedades y tipos, el comportamiento de volúmenes, precios del producto en los últimos 10 años finalizándose con el posible potencial del tomate en las diferentes posibles presentaciones y expectativas.

Los procesos y cambios de las normas de calidad en la explotación que ha tenido el tomate ha sido muy críticas específicamente en fresco dejando así a un lado un posible potencial económico que presenta, existiendo la posibilidad de Innovaciones y darle un valor agregado en la industrialización del mismo tal como lo es el tomate en pasta, deshidratado, mermelada y pesto, para poder introducirlo en el mercado de lo anterior se estará abordando en la presente investigación.

## **1.1 Justificación**

El tomate es una hortaliza de gran importancia económica, debido a que es un alimento, de consumo mundial, el cual ha generado un gran impacto en su producción, puesto que los datos estadísticos nos muestran los cambios en los diferentes procesos del cultivo, generándose que cada vez se busquen nuevas alternativas para aumentar los cambios requeridos de acuerdo a cada proceso y de esta manera satisfacer las necesidades, siendo México uno de los 10 países de mayor producción en el mundo, por esa razón se busca realizar estudios de investigación de interés y análisis para evaluar el comportamiento que ha tenido nuestro país en la producción del tomate en sus diferentes modalidades y de qué manera contribuyen en la economía y nuevos mercados de nuestro país.

## **1.2 Planteamiento del problema**

Con el paso de los años el tomate ha tomado mayor importancia tanto a nivel local, nacional e internacional, pero solo se han basado en los tomates más conocidos como son el tomate Bola "Beef", Saladette, Cherry, Grape, Industrial y de Especialidad, ya que son los que más se demandan para consumo en fresco, pero no solo se puede consumir en fresco sino también en diferentes presentaciones que se puedan realizarán a través de diferentes procesos y productos innovadores, aprovechando el ciclo con mayor producción y oferta en el mercado.

## **1.3 Objetivo General**

Dar a conocer la importancia social económica en las exportaciones que tiene presencia el producto en sus diferentes modalidades, tipos y ciclos de cultivo de tomate, así como sus procesos de industrialización.

### **1.3.1. Objetivos Específicos**

- Analizar el comportamiento del mercado nacional e internacional del tomate en los últimos 10 años.
- Determinar los parámetros de producción y calidad en los ciclos (P-V y O-I) así como la importancia de la competitividad de la oferta y la demanda del mercado.
- Analizar los ciclos de producción de tomate que se han establecido, así como los parámetros de calidad obtenidos y volúmenes del producto 2010-2020.
- Obtener la información, así como la importancia de los tipos de tecnologías que se están aplicando en las diferentes regiones sectorizadas del país.
- Dar a conocer los procesos de tomate y proponer otros como posible potencial de presentación y apertura en el mercado.

## CAPITULO II REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Tipos de Tomate

El tomate (*Solanum lycopersicum L.*) es una de las hortalizas más consumidas a nivel mundial. Por la alta demanda del tomate se ha promovido la diversificación de esta hortaliza para satisfacer las exigencias del mercado global, a tal grado que en la actualidad existe una gran segmentación del mercado y, por lo tanto, una gama amplia de tipos y variedades de tomate.

La comercialización de los diferentes tipos de tomates se basa principalmente en función de las demandas del mercado de destino (granel, charola, bolsa, malla), de la infraestructura instalada (invernaderos y malla sombras que van en aumento en relación a campo abierto) y de los insumos disponibles (fertilizantes, riego, mano de obra) entre otros.

En orden de importancia, los principales tipos de tomate son Bola y Saladette seguidos de las especialidades de racimos, uva o grape, cherry, cocktail, pera y heriloom.

En cada uno de los tipos de tomates se pueden encontrar diferentes colores que van desde el verde pasando por diferentes tonalidades de amarillo y anaranjado hasta colores como rosa, el rojo que es el más popular y colores como morado que en los últimos años ha adquirido mayor aceptación atribuido a un mejor sabor.

#### 2.1.1 Tomate Tipo Bola, Redondo o Beef.

Como su nombre lo indica, es un tomate redondo, grande y con mucha pulpa (carnoso), ideal para las salsas, ensaladas y para emparedados. El diámetro promedio del tomate bola oscila entre 54 a 90 mm. Su destino principalmente es el mercado de exportación, ya que es el tipo de tomate demandado por el consumidor norteamericano.

### **2.1.2 Tomate Tipo Saladette o Roma.**

Este tipo de tomate se caracteriza por su forma ovalada, tiene pulpa abundante. Es el tomate más popular en México y se destina principalmente para consumo interno en fresco. En el mercado de semillas existe una gran cantidad de variedades de tomates Saladette con diferentes propiedades organolépticas (sabor, textura, firmeza entre otros.) y para diferentes condiciones ambientales, además existen Híbridos (F1®) que tienen tolerancia o resistencia a patógenos como los virus y hongos. La presentación individual es la más común en los mercados.

### **2.1.3 Tomates de Especialidad.**

Son tomates de racimo son redondos con peso promedio por fruto de 150g los cuales suelen cosecharse y comercializarse en racimos de 4-5 frutos y coloración 3 y homogeneidad, también se les conoce como tomate TOV.

### **2.1.4 Tomates Tipo Uva.**

Son frutos más pequeños dentro de los tomates alargados y con mayor dulzor, su peso varía entre 7-14g y la relación diámetro-longitud oscila entre 1:13 – 1:2.

### **2.1.5 Tomate Tipo Cherry o Cereza.**

Uno de los tomates más conocidos y apreciados por su excelente textura y sabor. Se caracteriza por tener un alto contenido de azúcar y los diámetros de los frutos fluctúan entre 20 a 35 mm. Su recolección generalmente se realiza uno a uno y en racimo (TOV Cherry). Los frutos son de color rojo o amarillo.

### **2.1.6 Tomates de Tipo Cocktail.**

Pesan entre 30-50g, son frutos redondos y generalmente con 2 lóculos, muy utilizados como guarnición de platillos al igual que los frutos de tipo Cherry

### **2.1.7 Tomates Tipo Pera**

Son de tamaño muy pequeño en comparación con los demás tipos, firmes y con mayor contenido de sólidos solubles y acidez.

### **2.1.8 Tomates Tipo Heirloom.**

Muestran una gran variedad de formas tamaños y colores. Son frutos poco resistentes al manejo post-cosecha lo que los hace altamente perecederos; tienen mayor número de lóculos y logran alcanzar precios hasta cinco veces más que los tomates tradicionales. Este tipo de tomates son muy apreciados en restaurantes tipo gourmet. (INTAGRI 2017)

## **2.2 Inicio de la comercialización del tomate y su historia en México**

La producción de tomate comercial fue iniciada hasta después de 1860, cuando los tomates fueron finalmente aceptados por los consumidores. A partir de 1890, mediante el cultivo del tomate con bajas estaciones del cultivo habiendo probado diferentes variedades para su uso en todo el mundo.

El 5 de diciembre de 1886 un extranjero amante de la agricultura llegó al puerto de Topolobampo, del Estado de Sinaloa, de la región Norte, el Doctor Joshua W. Escally, junto con su esposa Marie Clementine y sus hijos Jhoseph, Ida, Sam, Hatie y Nattie.

Escally fue el pionero en el cultivo de la caña de azúcar en la región de los Mochis Sinaloa. Y su hijo mayor Jhosep en el cultivo del tomate. En ese entonces se decía que, en Guaymas, Sonora; los entonces productores de tomate en pequeña escala estaban obteniendo excelentes ganancias enviando esta hortaliza al mercado americano.

En 1907. Jhosep Escally inicio en los Mochis, al Norte de Sinaloa la plantación de tomate en una superficie de 100 hectáreas con el propósito bien definido de competir para el mercado de los estados unidos. De esta manera poco a poco y en vista de la buena aceptación del tomate mexicano en el mercado de los Estados

Unidos se ampliaron las superficies del cultivo invitando a otros agricultores Sinaloenses a este nuevo negocio.

En 1922, Miguel y José María Tarria agricultores de origen griego, aprovecharon la calidad de los barriales y la humedad proveniente del Rio Sinaloa, formaron parte de las primeras plantaciones de tomate arrojándoles excelentes resultados económicos en el Valle de Culiacán Zona Centro del Estado de Sinaloa. Así se dio inicio a la exportación primeramente en el Estado de Sinaloa y después en otros Estados para producir tomate de alta calidad y satisfacer la demanda de los estados unidos en época Invernal en los cuales California y Florida prácticamente no producían (Ibarra, 1990).

Sin embargo, la producción masiva de tomate inició debido a un fenómeno ajeno a las condiciones productivas en México, como lo fue la Revolución Cubana 3 de enero de 1961, ya que este país era el principal proveedor de hortalizas del mercado estadounidense en esa época pero, posteriormente a las oportunidades que abrieron al agro mexicano el fenómeno anterior, la evolución dinámica del tomate en esos años fue seguida de la visión que tuvieron los agentes comercializadores al ver en varias regiones de México era una oportunidad para producir la hortaliza en los meses Invernales y así compensar la caída de la oferta Cubana.

De esta forma la producción de tomate entre 1964 y 1999 se incrementó 446%, lo que implica un crecimiento promedio de 4.45% anual en respuesta de la negativa del producto que venía de cuba así el mercado de exportación. (LInny Kime 2015).

### **2.3 Producto Interno Bruto (PIB)**

El Producto Interno Bruto (PIB) es la suma del valor (en dinero) de todos los bienes y servicios de uso final que genera un país o entidad federativa durante un período.

Los bienes que son de uso final son objetos o mercancías tangibles como televisores, automóviles, alimentos entre muchos más y los servicios son actividades que lleva a cabo una empresa o persona.

La economía de un país crece cuando PIB aumenta de un periodo a otro. Por lo contrario, cuando el PIB disminuye baja la actividad económica.

Es muy importante saber si la economía del país está creciendo o no, es decir, si se produjo más o menos que el año anterior. El cambio en el PIB a lo largo del tiempo es uno de los indicadores más importantes del crecimiento económico.

Un crecimiento en el PIB significa que hay más dinero para construir edificios, casas o comprar maquinaria y que se producirán más bienes y servicios. Esto es beneficioso para todos porque habrá más empleo y más oportunidades para hacer negocios.

Por el contrario, si el PIB disminuye la producción y actividad económica del país disminuirá; en estas condiciones, es probable que haya desempleo y que esto afecte a muchas familias.

El Producto Interno Bruto (PIB) del 2021 avanzó 5% anual en términos reales y con cifras ajustadas por estacionalidad informó el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2021).

Este desempeño se dio tras la contracción de 8.37% que experimentó la economía en el 2020.

Al presentar el dato final del PIB del 2021, el INEGI argumentó que en el periodo octubre-diciembre, la actividad económica avanzó 0.02% respecto del trimestre anterior.

Esta tasa incorpora un ajuste sobre la contracción de 0.1% que proyectó el instituto 20 días atrás, en su estimación oportuna.

Al calcular el desempeño de las actividades productivas en todo el año pasado con la información del último trimestre, el INEGI también actualizó los datos anteriores y divulgó que el trimestre previo, de julio a septiembre, la contracción de la economía fue de 0.7%, una tasa que contrasta con 0.4% anterior.

Por grandes grupos de actividades económicas, el PIB del sector primario, dedicado a la agricultura, pesca y ganadería, creció 2.6% anual. En tanto, el del secundario, que

integra a las actividades industriales, registró un crecimiento anual de 6.8% mientras el del sector terciario, que incluye servicio y comercio, avanzó 4.2%. (SIAP 2021).

## **2.4. Modalidades de producción de tomate**

El tomate como todo cultivo agrícola tiene diferentes modalidades de producción como son el campo abierto del cual es el más económico, pero no se tiene control de los fenómenos climáticos ni de las plagas y enfermedades, ya que está expuesto a todos tipos de cambios en cambió esta la otra modalidad que es la agricultura protegida como su nombre lo dice se puede proteger al cultivo de diversos fenómenos dependiendo del tipo de tecnología depende del control que se tiene sobre el cultivo.

### **2.4.1 Campo abierto**

Los cultivos en campo abierto son aquellos que compiten con los factores Bióticos y Abióticos por lo que no cuentan con ningún tipo de resguardo, sombra o protección que reduzca la luz solar.

Se caracteriza por ser cultivos extensivos como por ejemplo que podemos clasificarlo en hortalizas como el tomate, chile, ejotes, brócoli entre otros. Y cultivos extensivos en producción de granos como por ejemplo maíz, trigo, sorgo, frijol, soya entre otros.

Las plantas y frutos que crecen en cielo abierto se caracterizan principalmente por ser fuertes y sanas, esto debido a que muchos agricultores utilizan semillas mejoradas, que están adaptadas a condiciones adversas, además si éstas llevan una buena nutrición son resistentes a varios factores plagas, enfermedades, cambios ambientales, entre otros.

Las ventajas de la producción a cielo abierto es el apoyo de las temporadas de lluvia al sembrar a cielo abierto es que diversos factores climáticos pueden resultar de utilidad para ayudar a crecer a los cultivos. Las lluvias pueden ayudarte a cumplir con los requerimientos hídricos del cultivo de manera adecuada, al igual que la radiación solar que favorece la sintonización de carbohidratos y por lo tanto el crecimiento de los cultivos.

El no necesitar la construcción de una estructura representa un ahorro significativo y se tiene a lado a los recursos naturales, como son el sol y la lluvia, si se le da un cuidado adecuado a la tierra y se utilizan los abonos orgánicos la inversión será menor. No existen restricciones de tamaño para la maquinaria a emplear En las hectáreas al aire libre existe la probabilidad de apoyarse de múltiples herramientas para cuidar y cosechar los cultivos, como podrían ser tractores, sistemas de riego, entre otros. Puede escogerse la maquinaria más adecuada para realizar el trabajo, sin importar si es grande o pequeña. (Agroware 2020)

#### **2.4.1.1. Piso**

En el ámbito de la producción de tomate existe una gran diversidad en lo que respecta a los marco de plantación para producción, ya que en esta modalidad existe una fuerte cultura en los productores para manejarlo en sistema de piso o suelo dependiendo específicamente de Cultivares e Híbridos ( $F_{1\text{®}}$ ) de hábito compacto o hábito determinado tanto para el mercado en fresco como para la industrial donde también se recurre a la práctica de altas densidades de población así como el sistema de acolchado, riego por goteo y fertirriego balanceada dependiendo del tipo de variedades, de la fecha de siembra y al mercado que se va a destinar el producto.

#### **2.4.1.2. Sistema de estacado**

El marco de plantación bajo esta práctica de los diferentes sistemas de estacado o conducción se establecen en función del hábito de crecimiento de la planta, que a su vez dependerá de la variedad o Híbrido ( $F_{1\text{®}}$ ) comercial a establecerse.

Uno de los sistemas más frecuentemente usado para esta práctica es de 1.5 a 1.84 mts. entre líneas y 0.4 a 0.5 mts entre plantas, cuando se trate de plantas de porte medio es común aumentar la densidad de plantación de 3 a 4 plantas por  $m^2$ , en marcos de diferente plantación, sin embargo, en la práctica de establecimiento de plantas de hábito determinado y/o compacto el tutoreo es una práctica impredecible para materiales de hábito indeterminado para mantener una planta erguida y evitar que los folíolos y sobre todo los frutos del primer racimo floral no tengan un contenido

con el suelo. Mejorado así el aprovechamiento de la radiación solar y labores culturales (poda, des brotes, recolección entre otros) todo ello repercutirá en la producción final que se expresa en la calidad de fruto y la ausencia de algunas enfermedades del cultivo. En esta práctica de tutoreo de acuerdo al historial y manejo en cultivo de tomate a campo abierto se han practicado diferentes sistemas de tutoreo y/o de estacado para lo cual se describen a continuación.

a. Sistema de estacado individual:

Consiste en colocar una estaca de una altura de 2 a 2.30mts por cada planta la cual va a sujetar al mismo a una distancia de 30 a 35 cm iniciando esta práctica después de la difurgación de la misma que sería a un tallo. Este sistema es muy costoso por la gran cantidad de estacones y alambre galvanizado #16 que es colocado en la parte superior de los estacones para el sostenimiento que se requieren para que la planta tenga mejor distribución espacial y de esta manera deberemos colocar la planta a un tallo cuando se trate de una variedad o Híbrido ( $F_1^{\circledR}$ ) indeterminado no siendo así para las variedades e Híbridos ( $F_1^{\circledR}$ ) de hábito determinado.

b. Sistema regional:

Consiste en colocar un estacón de una altura de 2 a 2.5mts y de diámetro de 5 a 7cm a una distancia de 2.5 a 3mts sobre la línea del surco del cultivo de tomate y 4 vararas intercaladas de estacón y estacón para conducirlos durante su desarrollo vegetativo, lleva un alambre galvanizado #16 en la parte superior del estacón y a partir del suelo están a 30 cm se tiene de un doble hilo ya sea rafia blanca o negra a lo largo del surco para sostener el desarrollo de la planta, en este sistema podemos manejar la planta de hábito determinado y hábito indeterminado, solo que deberá realizarse con poda a uno o dos tallos únicamente las indeterminadas.

c. Sistema regional modificado:

Consiste en la colocación de estacones con las mismas características del anterior a una distancia de 2 a 2.5mts entre estacón y estacón colocando en la parte superior alambre galvanizado #16 y el sostén de la planta se realiza con rafia o meca hilo de henequén en este sistema se utiliza en las variedades de hábito determinado e

indeterminado con la práctica de poda a dos tallos en las variedades e Híbridos ( $F_1^{\circledR}$ ) de hábito indeterminado

d. Sistema Regional Modificado Modificado (SRMM):

consiste en la colocación de estacones a una distancia de 2mts entre estación y estación y de las mismas características del estación del sistema regional para lo cual ya no se utilizará el alambre galvanizado en la parte superior del estación par lo que se recomienda surcos no mayores a 50mts de longitud con la utilización de patas de gallo en cada cabecera al inicio y final del surco, este sistema se diferencia del regional modificado en que no se coloca alambre en la parte superior del alambre sosteniendo la planta con la rafia y el meca hilo a una distancia cada 30cm entre hilos e hilos hasta lograr el crecimiento y desarrollo de la planta bajo este sistema se maneja para variedades de hábito determinado e indeterminado practicando la poda a dos tallos solo para variedades e Híbridos ( $F_1^{\circledR}$ ) de hábito indeterminado ya sea manejado a 1 o 2 tallos (Sánchez,2010).

**Nota:** la fijación del estación que se va a realizar para un buen desarrollo de la planta, se deberán llevar a cabo con un implemento denominado “niño” que consiste en un tuvo acerado de 6 a 8pug sellado en la parte superior del mismo y una dimensión de 80 a 70cm con 2 varillas solidad de 3pug de ancho por 25cm de longitud dejando una distancia de 15 a 20 cm de la parte superior que serán soldadas y de esta manera quedara listo el implemento para golpear el estación en la parte superior y fijarlo firmemente para el sostén del sistema destacado que se vaya a utilizar.

e. Sistema de Colgado:

Este sistema es utilizado en agricultura protegida y consiste en extender un alambre sobre la parte superior de las camas donde es colocada la planta de tomate a una altura de 2 a 2.2mts y sobre este se estará colgando una cuerda (hilo de henequén o rafia) para cada tallo de la planta. Es el más costoso, pero facilita un mejor control y manejo de la planta para realizar las prácticas de poda, deshoje, des brote, destallado, entre otros. ya sea un tallo o dos tallos y así como el control fitosanitario, proporcionándole a la planta una mejor distribución espacial para filtración de luz y

facilitar las labores de poda, conducción y cosecha. Esta práctica es utilizada para Variedades e Híbridos (F<sub>1</sub><sup>®</sup>) de hábito Indeterminado. (Sánchez 2010)

### **2.4.1.3 Acolchado**

El acolchado es una técnica agrícola cuyo objetivo es elevar la temperatura del suelo alrededor de la planta para que las raíces de estas estén en mejores condiciones para el desarrollo de la planta.

Su uso también contribuye a reducir el consumo de agua en las explotaciones intensivas y extensivas debido a que limita la evaporación desde la superficie del suelo. Es muy utilizada tanto en cultivo en exterior como en cultivo bajo invernadero.

Beneficios del acolchado

- Mayores rendimientos con mejores calidades.
- Precocidad.
- Control de malezas.
- Ahorro de agua, conservación de agua.
- Ahorro de fertilizantes.
- Anticipo de la fecha de siembra.
- Protección de la estructura del suelo, control de erosión.
- Control de insectos.
- Mayor eficiencia en los métodos de desinfección químico de suelo.
- Desinfección de suelo por solarización.

Tipos de acolchado

Los tipos de acolchado se clasifican según los aditivos y el color de la película de polietileno, ya que según el color que posee el acolchado tiene unas propiedades distintas.

- Trasparente:

Es el polietileno sin ningún tipo de pigmento ni aditivo y se utiliza para elevar la temperatura del suelo y evitar la evaporación del agua de la superficie del suelo. No realiza control sobre malas hierbas, ya que pueden crecer bajo el plástico.

- Negro:

Se utiliza para el control de maleza y evitar la evaporación de agua del suelo. Debido a su color absorbe en torno a un 91% de la radiación solar que incide sobre él, por lo que es el tipo de acolchado que más se calienta, aunque no transmite la radiación al suelo. Puede llegar a producir quemaduras en los órganos de la planta en contacto con el film.

- Gris:

Asegura el control de malas hierbas, calienta el suelo menos que el plástico negro, debido a su coloración absorbe menos calor ya que refleja parte de la radiación solar. Además, al reflejar parte la radiación solar, provoca el aumento de la fotosíntesis al incidir parte de la radiación en las plantas.

- Metalizado:

Se comporta igual al plástico gris. Además, repele a aves e insectos debido a la reflexión de la plata. Puede estar totalmente impreso en plata o en una franja central.

- Biodegradable:

El plástico para acolchado biodegradable está amparado bajo la norma NFU 52001, UNI 11495 y/o bajo la certificación de Vinçotte OK Biodegradable Soil. Se extiende en el terreno con la misma maquinaria utilizada para los acolchados de plástico tradicional. Se reduce a cero la producción de residuos de plástico a eliminar al final del cultivo. El plástico no se tiene que retirar del terreno, simplemente se ara junto con el resto de la cosecha. Permite reducir significativamente los costes de mano de obra, eliminando los trabajos de retirar y gestionar adecuadamente el residuo plástico generado al final del ciclo del cultivo. La biodegradación del plástico no provoca contaminación en el suelo. Reduce las emisiones globales de gases de efecto invernadero.

- Bicolor:

Sus propiedades bicolors son ideales para que el color plata refleje la luz directo al follaje de las plantas, y el color negro a la tierra, evita la evaporación del agua y el crecimiento de maleza (floración de hierba)

- Marrón o verde traslúcido:

Ofrece un adecuado control de la maleza permitiendo el calentamiento del suelo, ya que transmite parte de la radiación que incide sobre él. Reduce la pérdida de calor durante la noche (NOVAGRI, 2015).

#### **2.4.2 Agricultura protegida**

La agricultura protegida es aquella que se realiza bajo condiciones en las que el agricultor puede controlar algunos factores del medio ambiente. Con lo cual, minimiza el impacto que los cambios de clima ocasionan a los cultivos.

Las estructuras más utilizadas de la agricultura protegida son los invernaderos, malla sombra, túneles altos y bajos.

Estas instalaciones pueden ser muy diversas, ya que deben considerar la mayor o menor capacidad de control ambiental. La clasificación puede ser la siguiente:

- Microtúnel: Se trata de una hilera de arcos entre los cuales se tiende una malla que protegerá los cultivos.
- Macrotúnel: Son túneles altos, generalmente construidos con arcos de bambú, tubos de PVC o hierro galvanizado y cubiertos con una o más capas de plástico de tipo invernadero.
- Mallas sombra, mallas antiinsectos, mallas antipájaros, entre otras protecciones, con el objetivo de disminuir la incidencia de los rayos solares y moderar la temperatura en noches frías.
- Invernaderos: Son estructuras herméticamente cerradas con materiales transparentes, con suficiente capacidad de altura y ancho para permitir cultivo de especies de altura diversa, incluso árboles frutales.

Bajo este sistema especializado los productores logran productos de excelente calidad, en cualquier época del año, sin daños por factores climáticos y mucho menos por plagas y enfermedades (SENASICA, 2016)

#### **2.4.2.1 Invernadero de baja tecnología**

Con baja tecnología, el productor cuenta con ventilación pasiva (ventilación cenital y lateral), no dispone de calefacción, y cultiva en sustrato. En este caso, es muy importante conocer las variaciones entre las temperaturas diurnas y nocturnas a causa de la falta de calefacción y refrigeración

Los invernaderos de baja tecnología ofrecen equipamiento manual y básico, como la ventilación natural con manivela.

Modelos adaptados a baja tecnología

- Invernaderos individuales: Ovaltech<sup>MR</sup>
- Invernaderos de túnel de “Marco frío”

Estos niveles de tecnología son ideales si:

- Produce un cultivo de menor volumen
- Cuenta con un presupuesto modesto
- El costo de mano de obra es muy accesible.

#### **2.4.2.2. Invernadero de mediana tecnología**

En el invernadero de media tecnología, el productor emplea una combinación de ambos niveles de tecnología, alto y bajo, y el control de ambiente por lo general es muy sencillo. Utiliza un sistema de enfriamiento pasivo y activo, de manera que existen modelos de estructuras que tienen sistemas de calefacción y otros que no.

Los invernaderos de media tecnología ofrecen la capacidad de agregar equipos y ser automatizados.

Modelos adaptados a la media tecnología

- Invernaderos individuales: Ovaltech<sup>MR</sup>

- Invernaderos – Luminosa<sup>MR</sup>
- TunnelPro<sup>MR</sup>

Este nivel de tecnología es ideal si:

- Cuenta con un volumen del cultivo medio
- Desea pasar de un invernadero de baja tecnología a un nivel superior
- Desea ahorrar en costos de mano de obra

#### **2.4.2.3 Invernadero de alta tecnología (hidroponía)**

Los invernaderos de alta tecnología generalmente se basan en la respuesta de la planta al ambiente. Con estos sistemas el productor puede optimizar el crecimiento de la planta y maximizar producción y calidad de frutos. Utiliza sistemas cerrados o de recirculación, y también sistemas hidropónicos. Además, es posible controlar el ambiente, la temperatura, el riego, y el nivel de sombra por computadora. Debido a todas estas características altamente desarrolladas, el costo promedio es el más alto de todos.

Los invernaderos de alta tecnología ofrecen equipos totalmente automatizados con un sistema controlado por computadora que le permite controlar con precisión el clima dentro de su invernadero.

Este nivel de tecnología es ideal si:

- Produce un alto volumen de cultivo
- Desea ahorrar en costos de mano de obra
- Tiene un gran presupuesto
- Desea mover la producción a un alto nivel de tecnología

Resultados con invernaderos

- Varios productores alcanzan una proporción de calidad de exportación superior al 95%

- La mayoría de los clientes redujeron sus costos de la mano de obra y vieron su rendimiento al triple (en kilogramos por metro cuadrado) (HARNOIS 2020)

#### **2.4.2.4. Malla sombra mediana tecnología**

La malla sombra es una estrategia utilizada para proteger a las plantas de la radiación solar directa, reducir la temperatura y evitar la quemadura de los frutos por el sol (Ayala-Tafoya, 2011, 2015). El uso de una malla fija disminuye la radiación en los días nublados, reduciendo la posibilidad de recibir una radiación adecuada en estos días. Mediante el empleo de mallas, se puede reducir entre 10 a 95% del total de la radiación solar. La cantidad de luz que se deja pasar al interior depende de la especie que se tenga en el cultivo y una malla sombra ideal debe ser un filtro selectivo que detenga la radiación en exceso sin afectar la parte visible o útil para la fotosíntesis (Juárez, 2011; Medina, 2012). Con las mallas no se evita el paso del agua de lluvia, además son permeables al viento, evitando el exceso de temperatura. El control automático para abrir y cerrar las mallas no puede realizarse mediante el uso de foto celdas o fototransistores, ya que se saturan por lo que es necesario contar con un sensor de iluminación que alcance a medir 100 klux (Hahn, 2011).

#### **2.4.2.5. Macro túnel mediana tecnología**

Los Macro túneles son estructuras económicas muy sencillas, que permiten cubrir grandes superficies de cultivo cuando no se precisa controlar en exceso las condiciones interiores del invernadero. Permite proteger con plástico y malla. Están diseñados con estructura modular, de acero galvanizado de fácil y rápido ensamblaje y pueden ser adaptados a posibles modificaciones o ampliaciones posteriores.

Entre las opciones de macro túneles se encuentran aquellas suficientemente fuertes como para apoyar cultivos de viña, o suficientemente altos como para la producción de zarzamoras. “Existen túneles telescópicos multi-bayas que, en su posición baja, se mantienen bien selladas al principio y final de la temporada, mientras que en posición levantada mantienen buena ventilación y proveen buen acceso a equipo de producción.

Los macrotúneles con estructuras simples y temporales (en algunos casos) permiten la apertura de las paredes laterales y frontales para regular la temperatura al interior.

El macrotúnel provee un nivel de protección y control del ambiente intermedio, entre la producción a campo abierto y la producción en invernadero. Una característica de los macrotúneles, a diferencia de los invernaderos, la cubierta puede retirarse o colocarse temporalmente. Sin embargo, también tiene sus ventajas y desventajas, en cuanto a: Calidad. “Con la producción de algunos frutos en túneles, se pueden tener menos enfermedades, menos fruto partido y se obtiene una mejor calidad — es fácil ver la diferencia, ya que en campo abierto tal vez se puede perder un promedio de 40-50% de los cultivos, mientras que en los túneles se pierde muy poco dado a la alta humedad, pero es mínimo.” En cuanto a la Polinización; la utilización de túneles tiene sus desventajas. Dado a que el ambiente es más seco, a veces los insectos se tornan un problema. Además, la polinización puede llegar a ser un reto. “Es un poco más difícil que las abejas se muevan entre los árboles,” pero cambiar de abejas a abejorros ayuda con este problema. “Los abejorros no se pierden, como solían perderse las abejas.”

Por otra parte, el riego puede llegar a ser también un reto. “Es más lúdico regar cuando mantienes la lluvia fuera de la producción. La irrigación funciona, pero no hay nada mejor como la lluvia para regar. Por ello en cuanto a Calidad de frutos con la utilización de macro túneles. Se tiene un suministro constante, gracias a la utilización de túneles altos, la producción de tomate ha sido mucho mejor que en años anteriores, en comparación con otros productores que han tenido que lidiar con el Tizón tardío, la mayor parte de los productores que utilizan macro túneles, evitan ese tipo de problemas y sus cultivos suelen tener mayor calidad. Actualmente los macro túneles están siendo utilizados en la producción de hortalizas y más recientemente en berries, principalmente en los períodos fríos para el crecimiento vegetativo de estos cultivos. (SADER 2018)

## **2.5 Sistemas de riego**

En la actualidad existen diferentes sistemas de riego, pero en la antigüedad comenzaron a ser utilizados los que no implicaban algún costo extra en la compra de

infraestructura, sin en cambio con el paso del tiempo se han diseñado diferentes sistemas de riego que a pesar que implican costo extra es de muy gran ayuda, ya que reduce el consumo del agua solo aportando la necesaria.

### **2.5.1 Gravedad**

La característica principal del riego por gravedad es la forma de distribuir el agua en el suelo. Esta distribución es por gravedad. Al avanzar el agua sobre la superficie del suelo se produce simultáneamente la distribución del agua en la parcela y la infiltración de la misma en el perfil del suelo.

#### Ventajas

- Simplicidad de instalaciones e infraestructura
- Fácil mantenimiento
- El empleo de energía gravitatoria, conlleva necesidades energéticas escasas o nulas

#### Inconvenientes

- Generalmente, menor eficiencia de aplicación que los riegos por aspersion y goteo (mayor consumo de agua).
- Puesto que muchos están situados en tierras bajas, los sistemas por superficie tienden a estar afectados por inundación y salinidad si no se ha previsto un adecuado drenaje.
- Pueden provocar pérdidas de nutrientes por lixiviación y pérdidas de suelo por erosión.
- La superficie del terreno es el sistema de conducción y distribución por ello se requiere que la parcela esté nivelada.
- Dificultad de aplicar dosis bajas.
- Requerimientos elevados de mano de obra.
- Dificultades para la automatización y el telecontrol (MAPA 2020)

### **2.5.2 Melgas o inundación**

El riego por inundación o de superficie, es uno de los métodos de riego más antiguos que conocemos. Los métodos de riego por superficie se pueden clasificar por el terreno en donde se encuentra la siembra, si es una pendiente o por el grado de cubrimiento del agua en el terreno.

Entre los tipos de riego por inundación, podemos distinguir los 3 más utilizados, el riego por surco, el riego por fajas y el riego por canteros.

#### El riego por Surcos

Este tipo de riego es el que más se usa en huertos y cultivos en línea. Mediante el surco, el agua se va desplazando por la parte inferior y las plantas colocadas en la parte superior de los lomos de los surcos no se llegan a mojar.

Los surcos son un buen método de riego, cuando el caudal de agua no permite el riego de grandes superficies, ya que podemos ir llenando cada surco individualmente según nuestro caudal y necesidades. Este método es uno de los más sencillos a la hora de realizar un riego por inundación.

#### El riego por Fajas

El riego por fajas, es un método de riego, en el cual se realiza una división en franjas rectangulares estrechas (las fajas) separadas entre ellas por medio de caballones dispuestos longitudinalmente. Al contrario que en el riego por surco, en este caso la planta queda cubierta por el agua a la hora del riego.

Este tipo de riego suele utilizarse en cultivos extensivos tales como la alfalfa, pastos, cereales, así como los cultivos arbóreos.

#### Riego por Tablares o Canteros

Es un tipo de riego en el que el terreno se divide con diques de medio metro de altura. Los tablares se realizan en forma cuadrada y en ellos se vierte el agua, dejándola estancada para que se filtre al suelo poco a poco.

Lo ideal en el riego por tablares, es que el terreno esté bien nivelado y las dimensiones sean acordes al caudal del agua y tipo de suelo donde se realiza el cultivo.

El riego por inundación sigue siendo muy utilizado, pero para grandes plantaciones y explotaciones agrícolas, no es muy recomendado. La cantidad de agua que es necesaria y que se pierde con estos métodos es muy superior a riegos como la aspersión o el goteo, siendo este último uno de los más recomendados (soluciones hidráulicas 2019).

### **2.5.3 Fertirriego**

El fertirriego es un método de aplicación de agua y fertilizantes, nutrientes de la planta, en proporción controlada, lo que permite obtener máximos resultados, minimizar el uso de agua y otros recursos.

El fertirriego se puede realizar mediante diversos sistemas como el riego por goteo, micro aspersión, aspersión, pivote central y cañón entre otros. Con un buen diseño, instalación y manejo adecuado del sistema, se pueden obtener los siguientes resultados:

- Incremento de la producción hasta en 200% y 300%.
- Cultivos de mayor calidad, lo cual permite alcanzar niveles de exportación.
- Ahorro en el consumo de agua y energía, los ahorros por concepto de agua van de 10% a 12%
- Ahorro en la utilización de fertilizantes y agroquímicos, los cuales oscilan entre 10% y 15%.

El uso de programas computarizados en el fertirriego es una herramienta adicional, pero no es lo más importante, la computadora es un complemento, pero no se deberá considerarse como la solución a todos los problemas, es simplemente un accesorio que se debe combinar con la preparación del suelo, el manejo y distribución de agua y fertilizantes, así como las condiciones Bióticas y Abióticas que afecten al cultivo.

No se puede pensar en regar un invernadero o un cultivo sólo mediante la programación que se hace en una computadora, en este proceso intervienen diversos factores y el riego moderno depende de ellos.

Antes de decidirse a comprar un equipo para fertirriego es necesario evaluar cuál es el que usted necesita, de acuerdo con las condiciones de su cultivo.

Cambiar del sistema de riego tradicional a fertirriego no es tarea fácil, pues implica cambiar tradiciones y costumbres en la forma de operar y regar un cultivo.

La inversión para un equipo de fertirriego es elevada al inicio (no se proporcionaron costos, pues el valor de cada equipo varía en función de la extensión del cultivo y del sistema de riego que se desee utilizar).

No obstante, si se evalúan los beneficios de adoptar el fertirriego como una herramienta para mejorar la productividad y calidad de los cultivos, así como el ahorro en el uso de agua y otros recursos, sin duda vale la pena invertir en este sistema.

Además, si el cultivo en el que se utilizará el fertirriego tiene mucha demanda en el mercado, la inversión en un equipo de éstos vale la pena porque de esta manera encontrará más seguridad en la producción, cosecha y venta del mismo.

Conscientes de que la realidad del campo mexicano es diversa y está compuesta en su mayoría por minifundios, un equipo de fertirriego puede adaptarse a las posibilidades económicas de los productores.

La inversión en equipos de fertirriego puede ser pequeña si no se utilizan equipos sofisticados, basta con instalar un tanque sobre la superficie del cultivo para que trabaje con la fuerza de la gravedad y desde ahí administrar el agua y los fertilizantes durante el proceso del riego. Esta práctica es muy recomendable para los minifundios pues con ello pueden lograr duplicar o triplicar la productividad.»

No se debe confundir que para perfeccionar el sistema de riego se debe comprar el equipo más moderno o el más avanzado, siempre es posible mejorar desde el riego más tradicional, hasta el más moderno, pues existen muchas posibilidades y opciones para hacerlo.

El fertirriego implica adoptar una nueva concepción en el trabajo propio del riego. Es saber con exactitud cuáles son los nutrientes que necesita una planta, así como la cantidad y momento en que éstos se deben suministrar, sucesos que varían en función de las etapas de desarrollo y reproducción de las plantas o cultivos.

Los sistemas computarizados que se emplean en el fertirriego permiten evaluar la cantidad de agua que la planta necesita, la periodicidad en que debe ser regada, así como la cantidad de nutrientes que deben ser aplicados.

El cultivo de tomate, al igual que el resto de productos hortícolas, requiere una determinada cantidad de agua para obtener buenos rendimientos comerciales en épocas en las que la precipitación resulta insuficiente para el cultivo (Rojas y Castillo 2007)

El fertirriego garantiza un suministro de nutrimentos directamente en el bulbo de humedecimiento, sitio donde se encuentra el mayor volumen de raíces absorbentes (Imas 2009). Esto favorece la eficiencia en el uso del agua y los fertilizantes, lo que mejora su distribución y localización. Si se emplea este recurso en forma adecuada, con el aporte de los nutrimentos que la planta demanda en el tiempo y la cantidad precisa para cada etapa fenológica, la mejora en el rendimiento alcanzado y en parámetros de calidad de la fruta (tamaño, firmeza, sanidad, sólidos solubles) es notable (Alcántar *et al.* 1999).

El fertirriego es una técnica exitosa; no obstante existen problemas que es necesario resolver, entre ellos la dosis de los fertilizantes y el momento de aplicación tal y como lo informan Bugarin *et al.* (2002). La duda surge para el productor cuando tiene ante sí diferentes programas de fertirriego para un mismo cultivo y creados con diferentes estrategias, sean estas experiencias previas (propias o de terceros), diseños a partir de curvas de absorción o recomendaciones literarias. (Revista Técnico Ambiental, 2002).

## **2.6. Consumo Per cápita**

Es el consumo total (de productos, de alimentos, de agua, de energía, entre otros) de un país o región dividido por el número de sus habitantes en determinado periodo de tiempo. Es un indicador que permitirá medir y analizar los índices y estabilidad de consumo en una población, en este concepto se considera el producto que se consume en fresco, enlatado y otros procesos.

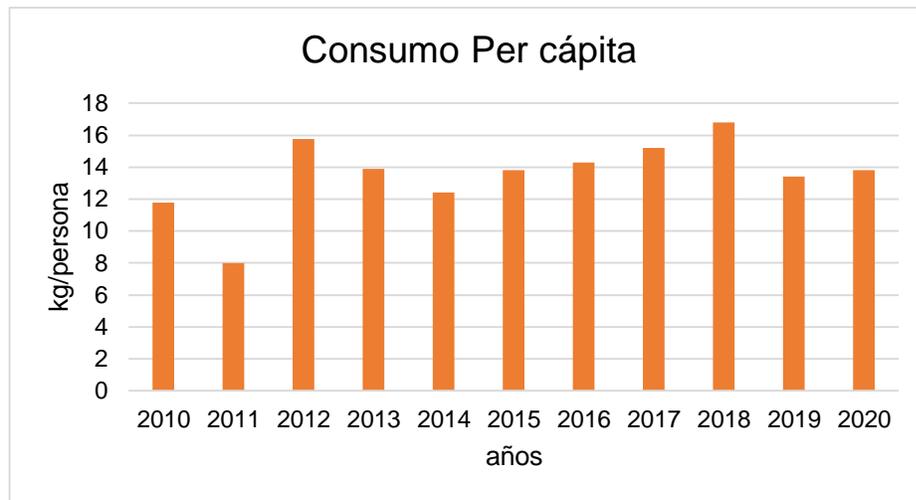
Durante el periodo del 2020, el consumo nacional aparente de tomate se ubicó en un máximo de 2.31 millones de toneladas, volumen que representó el 55.8 % de la producción nacional. Las variaciones en el consumo nacional aparente de tomate dependerán de las fluctuaciones de la producción, así como del nivel de las exportaciones (SIAP, 2021)

Por otra parte, el consumo per cápita anual de tomate en México se ubica en alrededor de 14.00 kg/año, volumen que es inferior al consumo per cápita promedio mundial, de 19.00 kg/año.

**Cuadro 1 Comportamiento del consumo Per cápita en la última década 2010-2020**

<b>Consumo Per cápita</b>	
<b>Años</b>	<b>kg/persona/año</b>
2010	11.79
2011	7.98
2012	15.75
2013	13.87
2014	12.4
2015	13.8
2016	14.3
2017	15.2
2018	16.8
2019	13.4
2020	13.8

Fuente: Atlas Agroalimentario 2010-2020

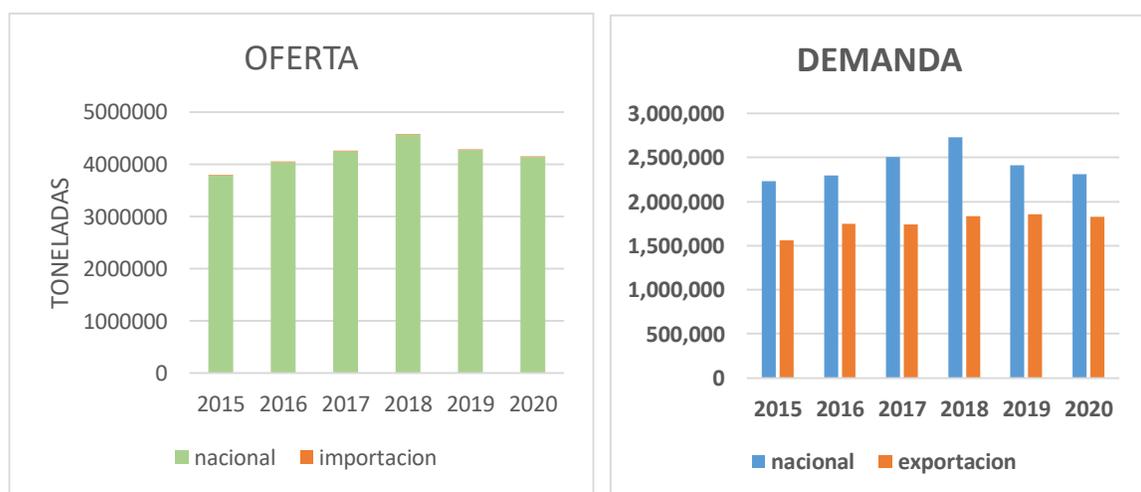


**Fig. 1. Comportamiento promedio del consumo per cápita de tomate fresco de los periodos 2010-2020**

Fuente: Atlas agroalimentario 2010-2020.

De acuerdo a la Fig.1 se puede observar en el año 2018 fue un consumo per cápita mayor, esto se debió probablemente a que en dicho año se obtuvo mayores volúmenes de producción, sin embargo, se observó en los siguientes 4 ciclos de producción se determinó una disminución del consumo per cápita reflejándose por el efecto oferta demanda en estos ciclos productivos por los estragos causados por la Pandemia COVID 19. (Atlas Agroalimentario, 2010-2020).

### 2.7 Oferta y demanda del tomate para consumo en fresco de 2015 – 2020



**Fig.2. Oferta y Fig. 3. Demanda**

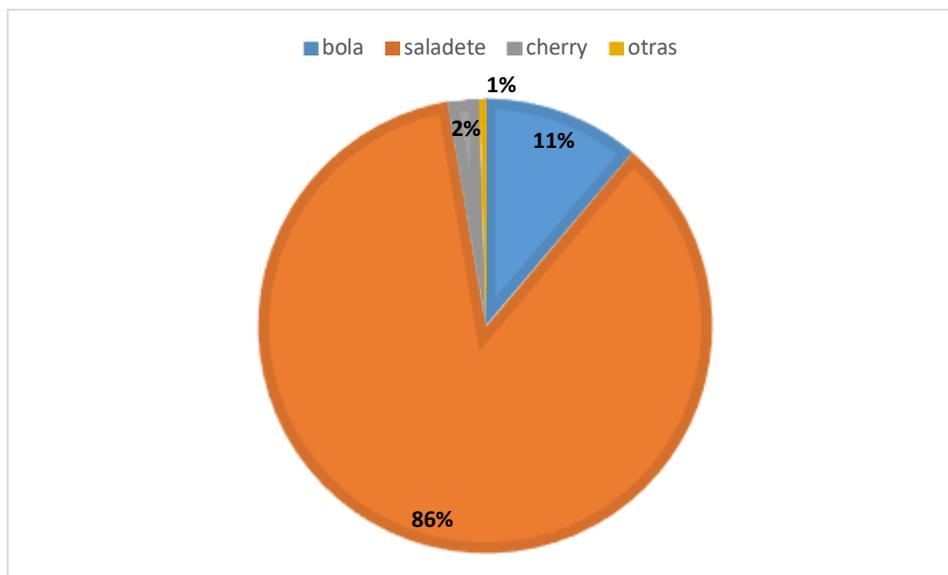
Fuente: FAO, 2021

De acuerdo a la Fig. 2 La producción de tomate del 2015 al 2018 tuvo un aumento significativo, por lo tanto, las importaciones del tomate fresco fueron disminuyendo pasando de 7,426 toneladas a 2,487 en 2018 sin embargo, a pesar de que en los años 2019 y 2020 la producción tuvo una disminución las importaciones siguieron disminuyendo llegando a tan solo 255 millones de toneladas en 2020 (SIAP, 2021)

Con base a la Fig. 3. Así como la producción nacional se incrementó así fue creciendo también su consumo y sus exportaciones de acuerdo a la FAO en las exportaciones aumentaron año con año pasando en 2015 con 1.56 millones de toneladas (41.26%) al 2019 con 1.85 millones de toneladas (43.51%) determinándose una disminución en volúmenes de la exportación en 2020 con 1.82 millones de toneladas (44.15%) esto es atribuible sin duda al fenómeno de la pandemia **COVID19**. FAO 2021

## **2.8 Contribución del producto tomate en sus diferentes tipos**

Existen una gran diversidad en las Variedades mejoradas e Híbridos (F1®) y tipos de tomate en todo el mundo, pero no todos son muy reconocidos ya que no tienen mucha aceptación o se consideran de mercados muy selectivos en la cadena y el potencial de mercados internacionales por lo mismo que no los conocen en México, en otro entorno las variedades de tomate que más se comercializan Fig.4 son el tomate Bola “Beef”, el tomate Saladette, el tomate Cherry y Grape entre otros.



**Fig. 4. Principales tipos, variedades e Híbridos de tomate que se comercializan en fresco en las diferentes regiones del país tomando en cuenta los ciclos de producción 2020.**

Fuente: SIAP, 2021

De acuerdo con la información del SIAP la producción de tomate fresco que se obtuvo en el año 2020 del tipo Saladette corresponde al 86.13% del total de la producción, el tomate bolo el 11.19%, el tomate Cherry el 2.23% y el .45% restante lo componen el resto de los tipos de Variedades e Híbridas (F<sub>4</sub>) (SIAP, 2021).

## **2.9 Métodos de secado empleados para la deshidratación en tomate.**

Actualmente, existe una infinidad de métodos para el procesamiento de tomate. Entre ellos se pueden contar la extracción de jugos, obtención de pastas, tomate en polvo y el tomate deshidratado. Dentro de este último, hay diferentes métodos, entre los cuales se encuentran el secado al sol, por aspersion, osmótico, en túnel y en charolas. A continuación, se llevará a cabo una breve descripción.

### **2.9.1 Deshidratado por aspersion.**

En el secado por aspersion, un líquido o suspensión se atomiza en una corriente de gas caliente para obtener una lluvia de gotas finas. El agua se evapora de dichas gotas con rapidez, y se obtienen partículas secas de sólido que se separan de la corriente

de gas. El flujo del líquido y del gas a la cámara de aspersión puede ser a contracorriente, en paralelo o una combinación de ambos

En la obtención de tomate en polvo se emplean temperaturas entre 120-220 °C (Candelas Cadillo, 2005). El secado por aspersión es un proceso rápido, por lo que se generan productos amorfos, los sólidos amorfos son termoplásticos y muy higroscópicos. El tomate y sus derivados son productos ricos en azúcares, por lo cual al llevarse el proceso de secado por aspersión el producto se vuelve termoplástico e higroscópico, y esto favorece el pegado del producto en las paredes del secador, disminuyendo los rendimientos finales (Goula et al., 2005).

La adherencia en las paredes de la cámara es un efecto conocido en el secado por aspersión en soluciones que tienen azúcares de peso molecular bajo y principalmente aquellos que tienen azúcares con una temperatura baja de transición vítrea ( $T_g$ ), (Goula et al., 2004). Los azúcares encontrados en los productos del tomate son principalmente glucosa y fructosa con una  $T_g$  de 31 y 5 °C respectivamente (Bhandari et al., 1997, véase Goula et al., 2005)

En el 2003, Goula et al., encontraron que aproximadamente del 12–17% el producto deshidratado se pierde en la salida de aire. La acumulación de los residuos fue significativa (60-71% de la masa sólida) debido a la tendencia del producto a pegarse a la superficie interna de la cámara de secado y el ciclón. Por tal motivo se recomienda el uso de maltodextrinas de 10 a 15 equivalentes de glucosa (Candelas-Cadillo et al., 2005).

Este método de secado afecta el color y el contenido de licopeno del tomate. En el 2005, Candelas-Cadillo et al., observaron que el color del polvo rehidratado se modifica por efecto de la concentración de maltodextrinas. Los valores de los componentes de color (ángulo de matiz, cromaticidad y luminosidad) en el polvo rehidratado se alejaron de los valores encontrados en el jugo de tomate natural.

También, se observó que existe una relación directa entre el color y la pérdida de licopeno. Particularmente, en el secado a 180 °C y con 80% de maltodextrinas se

presentó una disminución del 74.9% de licopeno asociado al cambio más significativo de color.

### **2.9.2 Deshidratado al sol.**

La energía solar se usa como la única fuente de energía o como una fuente complementaria. El aire puede ser generado de forma natural o por convección forzada. El proceso de calentamiento puede involucrar el paso de aire precalentado a través del producto, por exposición directa a la radiación solar o la combinación de ambos. En el secado por radiación directa, parte de la radiación solar penetra el material y se absorbe por el mismo producto, generándose calor en el interior y superficie de este (Basunia et al., 2001, véase Rajkumar et al., 2007a).

El secado al sol se limita a climas calurosos y humedades relativas bajas (40-60%) con vientos fuertes. El secado al sol tradicional tiene la ventaja de ser sencillo y de bajo costo, sin embargo, requiere de largos tiempos de secado, lo cual puede generar consecuencias adversas en la calidad del producto. El alimento se encuentra expuesto al polvo, viento, insectos, roedores y otros animales por lo que la calidad del alimento se ve degradada (Sacilik et al., 2006).

En el 2007a, Rajkumar et al., empleando un secador solar de charolas, obtuvieron tiempos de secado de 5, 7 y 9.5 horas para rebanadas de tomate de 4, 6 y 8 mm de espesor respectivamente. El contenido final de humedad fue de  $11.5 \pm 0.5\%$ , En cuanto al color observaron que se obtenían productos ligeramente más oscuros con respecto al tomate fresco.

Rajkumar et al. (2007a), también determinaron que el contenido de ácido ascórbico en las rebanadas de tomate (de 4, 6 y 8 mm de espesor) disminuía hasta un 57.1%. Las rebanadas más gruesas exhibieron la mayor degradación, En cuanto a la capacidad de rehidratación encontraron valores de 3.25, 3.56 y 3.91 kg agua/kg de TS para rebanadas de tomate de 4, 6 y 8 mm de espesor respectivamente.

Los resultados muestran que el secado al sol no afecta de manera importante los parámetros de color del tomate deshidratado. Sin embargo, el contenido de ácido ascórbico disminuye drásticamente. Consecuentemente, se concluye que el

deshidratado al sol produce tomate de apariencia aceptable, pero con un nivel nutritivo bajo.

### **2.9.3 Deshidratado en un secador de túnel.**

Los secadores continuos de túnel suelen ser compartimentos de charolas o de carretillas que operan en serie. Los sólidos se colocan sobre charolas o en carretillas que se desplazan continuamente por un túnel con gases calientes que pasan sobre la superficie de cada bandeja. El flujo de aire caliente puede ser a contracorriente, en paralelo, o una combinación de ambos. Muchos alimentos se secan por este procedimiento (Geankoplis, 1998).

El tiempo de residencia en el secador debe ser lo suficientemente grande como para reducir al valor deseado el contenido de humedad del sólido. Para operaciones a temperaturas relativamente bajas (50-80 °C), generalmente se calienta el gas mediante aire calentado con vapor. En el secado en túnel se puede lograr una calidad aceptable de frutas deshidratadas; sin embargo, el costo de energía de un deshidratador de túnel puede ser alto comparado con los precios de venta de los productos (Unadi et al., 2002).

En el 2002, Unadi et al., propusieron una escala de calidad para el deshidratado de tomate basada en el parámetro de cromaticidad. También, en ese trabajo se reporta el estudio del deshidratado de tomate en un secador de túnel comercial operado con gas para calentar el aire. El trabajo consistió en el uso de dos modos de operación, uno a contracorriente y el otro por lote en dos etapas, la primera etapa se llevó a cabo a 60 °C y la segunda a 55 °C. La cromaticidad en el tomate deshidratado en el modo de operación a contracorriente fue de 20.5, mientras que en el modo por lote fue de 19.6. De acuerdo a la clasificación de calidad, los autores concluyeron que el mejor método de secado es usando el flujo a contracorriente.

El por ciento de humedad en los tomates deshidratados fue de aproximadamente un 15%. El tiempo requerido para obtener esta humedad, dependió del método utilizado. En el caso del deshidratado a contracorriente el tiempo fue de 29 h y para el método por lotes fue de 33.8 h. Generalmente, se puede apreciar que los tiempos de secado

son largos. A partir de estos resultados se puede concluir que el tiempo de secado afecta al color del producto deshidratado.

#### **2.9.4 Deshidratado en charolas estáticas.**

En este secador, el material que puede ser un sólido en forma de terrones o una pasta, se esparce uniformemente sobre una charola de metal de 10 a 100 mm de profundidad. Estos secadores tienen charolas que se cargan y se descargan de un gabinete (Geankoplis, 1998).

La transmisión de calor puede ser directa del gas a los sólidos, con circulación de aire caliente; o indirecta, utilizando repisas o bases calientes, serpentines de radiador o paredes refractarias al interior de la cubierta. En unidades de calor indirecto, exceptuando los equipos de repisas al vacío, casi siempre se necesita la circulación de aire para eliminar el vapor de humedad de la cámara de secado y evitar la saturación y condensación del aire.

Alrededor del 10 al 20% del aire que pasa sobre las charolas es nuevo, y el resto es aire recirculado (Geankoplis, 1998). El funcionamiento satisfactorio de los secadores de charolas depende de la conservación de una temperatura constante y una velocidad de aire uniforme sobre todo el material que se esté secando. Conviene tener una circulación de aire con velocidades de 1 a 10 m/s para mejorar el coeficiente de transferencia de calor en la superficie y con el propósito de eliminar bolsas de aire estancado. La corriente de aire no uniforme es uno de los problemas más graves que se presentan en el funcionamiento de los secadores de charolas. Los secadores de charolas pueden ser del tipo de carretillas de charolas o de charolas estacionarias. En el primer caso, las charolas se cargan sobre carretillas que se empujan hasta el interior del secador y, en el segundo estas se cargan directamente en bastidores fijos dentro del secador.

Los secadores de charolas resultan convenientes cuando la capacidad de producción es pequeña. Prácticamente pueden secar cualquier producto, pero la mano de obra necesaria para la carga y descarga da lugar a costos de operación elevados (McCabe, 1998).

Son varios los estudios sobre el deshidratado de tomate empleando un secador de charolas. En el 2000, Zanoni et al. emplearon tomates de 6.5 cm de diámetro, lo cuales fueron cortados a la mitad, se les removieron las semillas y el parénquima. Se secaron en un secador de charolas, empleando temperaturas de 80 y 110 °C con un flujo de aire de 1.5 m/s. Bajo estas condiciones, obtuvieron tiempos de secado de siete y cuatro h, respectivamente. Cuando las mitades de tomate se deshidrataron a 80 °C, con una humedad final de 8.6% se observó una disminución del 92.4% en el contenido de ácido ascórbico, mientras que a 110 °C ya no se detectó la presencia de ácido ascórbico desde un contenido de humedad del 47.6%. El tomate deshidratado a 80 °C no produjo pérdidas significativas de licopeno; mientras que a 110 °C se presentó una pérdida del 12%.

Kerkhofs et al., en el 2005 deshidrataron cuartos de tomate en un secador de charolas empleando una temperatura de  $42 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$  y una velocidad del aire de 2 m/s. Los tomates provenían de tres cultivos de Nueva Zelanda (Aranka, Encore y Flavourine). El cultivo Encore muestra una mayor disminución del color rojo y luminosidad. Mientras que en los otros cultivos no se observan cambios importantes de color.

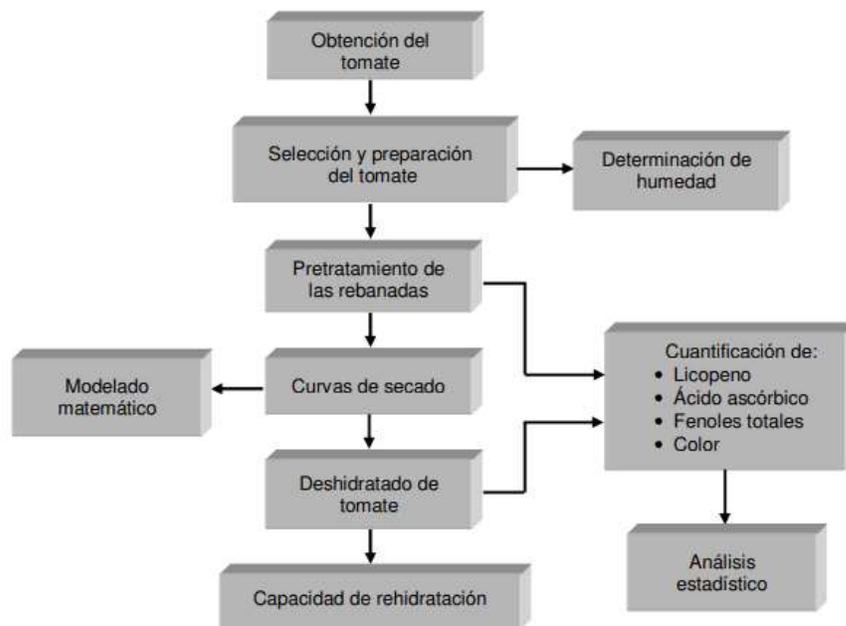
En el estudio anterior, también cuantificaron el contenido de ácido ascórbico, fenoles totales y licopeno en tomate fresco y tomate deshidratado. Como resultado de esto, observaron que en las variedades Aranka y Encore no había una marcada disminución de esos constituyentes. Sin embargo, para el caso de Flavourine se observa una disminución tanto en el contenido de ácido ascórbico (74.4%), como de fenoles totales (33.4%). Respecto al contenido de licopeno, observaron un incremento hasta del 55.0%, esto contrasta con otros estudios donde el contenido de licopeno disminuye cuando se deshidrata a temperaturas entre 55 y 110 °C. Los autores sugieren que el incremento en la concentración de licopeno se debe a la temperatura baja,  $42 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ , que utilizaron para el deshidratado. Esta temperatura favoreció la liberación del licopeno enlazado al tejido celular del tomate.

En otro estudio, Doymaz en el 2007 deshidrató mitades de tomate a 55, 60, 65 y 70°C en un secador de charolas, con una velocidad de aire de 1.5 m/s. Realizó pruebas de secado empleando muestras pretratadas con una solución de oleato de etilo alcalino

(AEEO, por sus siglas en inglés) y muestras sin pretratamiento (NAT, naturales). Los tomates pretratados se secaron en 32.5, 25, 22.5 y 21 h mientras que los tomates sin pretratar en 35.5, 28, 26.5 y 24 h, para el secado a 55, 60, 65 y 70 °C, respectivamente. En este estudio Doymaz encontró que el uso de un pretratamiento no sólo ayuda a disminuir los tiempos de secado, sino además ayuda a que la capacidad de rehidratación aumente.

## 2.10 Deshidratado de tomate Saladette en secador de charolas giratorias

De acuerdo a Mayra.G.G.2009 su trabajo de investigación se realizó empleando los pasos que se muestran en la Fig.5 Se utilizó tomate Saladette proveniente de la región Mixteca, el cultivo era de crecimiento Indeterminado y se cultivaba bajo la modalidad en suelo. Cabe señalar que el cultivo de crecimiento indeterminado consiste en obtener varias cosechas de una misma planta.



**Fig. 5. Metodología utilizada para el deshidratado de tomate Saladette**

Fuente: Mayra. Gómez 2009

De acuerdo a Mayra G. 2009 en su investigación del deshidratado de tomate Saladette, la rotación de charolas tuvo una contribución importante sobre los valores positivos (rojos) con un (7%), licopeno (23.1%) y ácido ascórbico (2.5%), a un nivel de

significancia del 5%. Las concentraciones de ácido ascórbico se conservan mejor cuando se emplea la rotación de charolas y usando temperaturas de 45 y 50 °C. Los fenoles totales se afectaron por la velocidad del aire, mientras que la capacidad de rehidratación no dependió de las condiciones de operación utilizadas en su investigación. La incorporación de la rotación de charolas permitió disminuir la variación de temperatura dentro de la cámara de secado desde 2 °C hasta 0.2 °C. Los tiempos de secado de tomate fueron afectados por las variables de operación de la siguiente manera: temperatura > rotación de charolas > velocidad del aire. Los tres modelos matemáticos utilizados para representar al secado de tomate tuvieron buena correlación; sin embargo, el modelo de Page arrojó la mejor representación de la rotación de charolas a través de la constante de velocidad de secado (k). El contenido de licopeno (0.90) y de ácido ascórbico (0.91) tienen una correlación muy fuerte con el color rojo. Por lo tanto, se pueden utilizar indistintamente para medir la calidad del tomate deshidratado.

## **2.11 Industrialización del tomate**

La historia de la industria del tomate se remonta al año 1847(Wilbur A. Gould) cuando El desarrollo de un tomate apto para conservas ha sido una especialidad en sí mismo. Para este fin, el fruto deberá tener las características del de ser modernamente grande, liso, de modo que se desprenda y pueda ser removida con facilidad su cutícula del fruto para que se le quite la cascara fácilmente, maduro uniformemente hasta el pedúnculo que deberá ser pequeño, de un color rojo intenso claro, y con una gran proporción de carne solida de buen sabor. Las variedades que maduran de manera desigual o presentan dificultad al retirar su cutícula y el porcentaje de desperdicio es demasiado alto. Los tomates que son amarillos o morados no tienen una apariencia atractiva al abrirlos y aquellos con demasiada semilla o que son blandos y acuosos destinaran a otro proceso el cual se le darán a la lata la apariencia de estar floja lleno o empacado con agua por lo tanto un buen paquete depende de tener una variedad idónea que posea las cualidades adecuadas para este fin.

### **2.11.1 Otros usos**

El tomate actualmente su uso más común es para consumo en fresco, aunque también hay otras formas de consumirlo como son los purés, salsas, mermelada deshidratado y pesto entre otras. En la presente Investigación se pretende justificar algunos métodos de interés en el procesado y contribuir a las Innovaciones en el futuro para dar un valor agregado al producto, sobre todo en las épocas de mayor producción y dar un nuevo plus en el mercado, ya que en estas épocas es cuando el tomate más se desperdicia porque no tiene un buen precio; en cambio sí se emplea algún método para aprovechar la mayor parte del producto que no cuenta con los estándares de calidad se estaría desperdiciando menos producto y por ende el productor tendría menos pérdidas.

#### **2.11.1.1 Mermelada**

La mermelada es un producto que se elabora con fruta (puré o pulpa) mezclando azúcares o edulcorantes no calóricos y por medio de la cocción se obtiene una textura viscosa que es deseada por el consumidor (Codex stan 296-2009). El producto final debe ser untable, tener componentes de frutas en trozos o entera y su proporción de fruta debe ser mayor al 40% del producto. Actualmente, el mercado de las mermeladas es competitivo y esto se debe porque es un producto relativamente fácil de elaborar, por lo tanto, las industrias innovan sus productos, incorporando nuevos ingredientes o sabores para diferenciarse (Barrantes 2015). Las mermeladas se han vuelto uno de los productos más consumidos en distintos estratos socioeconómicos y está ligada a la canasta familiar en algunos países.

#### **2.11.1.2 Pesto**

El pesto es un condimento originario de la región de la Liguria italiana y el puerto de Génova a partir del que se extendió en barco por todo Italia. La técnica de elaboración original de esta salsa es la que da nombre a la misma. El término pesto proviene del genovés «pestare», que significa machacar en mortero. Según esto, cualquier salsa o condimento machacado en mortero como un mojo canario podría denominarse pesto.

Los ingredientes básicos de un pesto genovés clásicos son albahaca, parmesano, pecorino, piñones, ajo y aceite de oliva. Sin embargo, existen otras muchas variantes en las que se sustituye el piñón por otro fruto seco más barato o la albahaca por tomate seco o rúcula, por ejemplo.

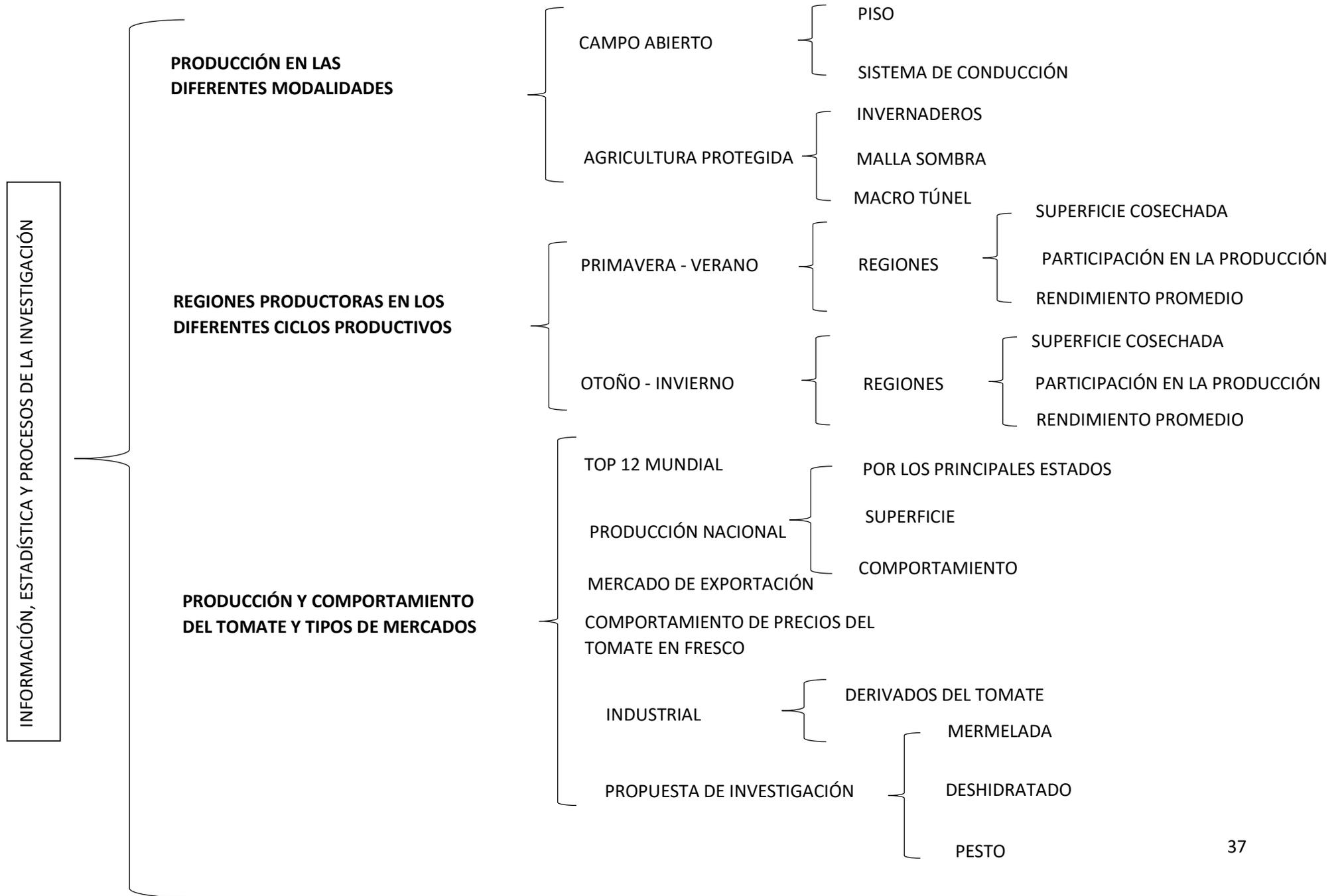
Existe otra variante de pesto tradicional originario de la región siciliana de Trapani. En este caso, los ingredientes principales son tomates, albahaca, ajo, almendras y aceite de oliva.

El origen del pesto, como casi siempre, es algo turbio. No se sabe con exactitud de dónde procede. Una de las teorías sitúa su germen en la época romana en la que elaboraban una salsa a base de hierbas aplastadas, aceite y queso y a la que llamaban *moretum*. (Cookstorming. 2014)

### **2.11.1.3 Deshidratado**

El deshidratado de frutas y hortalizas es uno de los métodos más antiguos y más empleados para su conservación. El deshidratado consiste en la extracción del agua contenida en los alimentos por medios físicos hasta que el nivel de agua sea adecuado para su conservación por largos periodos, el nivel de agua se reduce por debajo del 10%. Con el deshidratado se aumenta la vida de anaquel de los alimentos mediante la reducción de la actividad de agua, lo que inhibe el crecimiento microbiano y la actividad de las enzimas. La reducción del peso y volumen en el secado también reduce los costos de transporte y almacenamiento (Sharma, 2003).

### CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE ANALISIS E INVESTIGACIÓN



### **3.1 Superficies establecidas de producción en las diferentes modalidades del cultivo.**

En el cultivo de tomate existen dos principales modalidades para llevar a cabo los diferentes sistemas de producción a cielo abierto en sistema de estacado y piso o suelo con y sin acolchado y bajo agricultura protegida (invernadero, malla sombra, macro túnel) considerando los diferentes tipos y hábitos de crecimiento, que son compactos, determinados e indeterminados.

#### **3.1.1 Campo abierto**

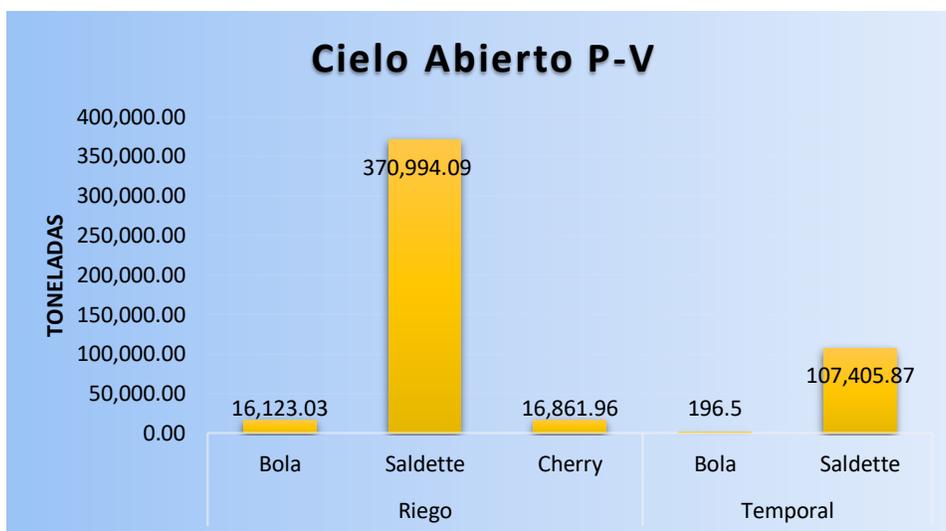
En esta modalidad engloba a todas las tecnologías que se aplican a cielo abierto como son Variedades, Híbridos (F1®), densidad, fechas de siembra, manejo de plantas con acochado, podas, sistemas de riego y fertirrigación

En el año 2020 bajo cielo abierto se obtuvo una producción de tomate de 1,105,018.23 toneladas estas se dividen por en ciclos Primavera–Verano y Otoño–Invierno en los cuales de acuerdo a su modalidad ya sea que la producción se llevó a cabo por un sistema de riego o con el temporal y a su vez se dividen por el tipo que se está manejando (tomate bola, Saladette, Cherry, Uva, Saladette roma, Saladette rio grande) en el cuadro 2. se muestra la división de la producción de tomate al igual que sus parámetros como lo son las hectáreas que se sembraron, así como las que se cosecharon y las siniestradas por factores Bióticos y Abióticos, la producción obtenida, el rendimiento (UDM/ha.), su Product Market Regulation (PRM) (\$/UDM) y en valor que tiene la producción (en miles de pesos).

**Cuadro 2. Cielo abierto. Información sobre la producción de tomate bajo cielo abierto 2020**

Tipo de Tecnología	Ciclo	Modalidad	Variedad	Superficie (ha)			Producción	Rendimiento (UDM/ha)	PRM (\$/UDM)	Valor producción (miles de pesos)	
				Sembrada	Cosechada	Siniestra					
CIELO ABIERTO	Primavera Verano	Riego	Bola	299.5	299.5	0	16,123.03	53.83	15,719.13	253,294.86	
			Saldette	9,284.15	9,234.57	49.58	370,994.09	39.88	7,302.32	2,689,054.33	
			Cherry	470	470	0	16,861.96	35.88	12,677.61	213,769.31	
			<b>Total</b>	<b>10,122.15</b>	<b>10,072.57</b>	<b>49.58</b>	<b>403,979.08</b>	<b>40.11</b>	<b>7,857.96</b>	<b>3,174,451.68</b>	
		Temporal	Bola	6.5	6.5	0	196.5	30.23	8,509.59	1,672.13	
			Saldette	4,496.30	4,481.80	14.50	107,405.87	23.85	6,242.48	667,232.42	
			<b>Total</b>	<b>4,528.80</b>	<b>4,514.30</b>	<b>14.50</b>	<b>107,602.37</b>	<b>23.84</b>	<b>6,262.36</b>	<b>673,844.55</b>	
	<b>TOTAL CICLO</b>				<b>14,650.95</b>	<b>14,586.87</b>	<b>64.08</b>	<b>511,581.45</b>	<b>35.07</b>	<b>7,522.35</b>	<b>3,848,296.23</b>
	Otoño Invierno	Riego	Bola	1,091.45	1,091.45	0.00	55,149.62	50.53	10,598.00	584,475.44	
			Saldette	12,907.64	12,862.44	45.20	515,018.99	39.67	22,032.64	4,230,711.91	
			Cherry	343.5	343.5	0.00	9,026.25	26.28	10,198.49	92,054.08	
			<b>Total</b>	<b>14,342.59</b>	<b>14,297.39</b>	<b>45.20</b>	<b>579,194.86</b>	<b>40.12</b>	<b>8,472.52</b>	<b>4,907,241.43</b>	
		Temporal	Bola	21.5	21.5	0	402.05	18.7	6,254.52	2,514.64	
			Saldette	603.61	603.61	0	13,811.81	22.88	6,077.03	83,934.74	
			Cherry	4.7	4.7	0	28.06	5.97	7,840.00	219.99	
	<b>TOTAL CICLO</b>				<b>14,972.40</b>	<b>14,927.20</b>	<b>45.20</b>	<b>593,436.78</b>	<b>39.39</b>	<b>8,415.24</b>	<b>4,993,910.80</b>
	<b>TOTAL TECNOLOGÍA</b>				<b>29,623.35</b>	<b>29,514.07</b>	<b>109.28</b>	<b>1,105,018.23</b>	<b>37.26</b>	<b>8,001.87</b>	<b>8,842,207.03</b>

Fuente: SIAP, 2021



**Fig. 6. Producción de las diferentes variedades de tomate en el ciclo P-V bajo cielo abierto 2020**

Fuente: SIAP, 2021

Uno de los procesos más importantes en la producción de tomate se involucra la producción bajo cielo abierto tanto como para el mercado nacional como al de exportación, lo antes mencionado se puede observar el comportamiento y volúmenes de este tipo de tecnología Fig. 6 en el ciclo de Primavera Verano en la modalidad de riego se registró una producción de 403,979.08 toneladas el tomate en sus diferentes tipos.

Considerando que en este cultivo predomina en los productores del país el manejo bajo cielo abierto es cuando favorece al cultivo las condiciones requeridas no siendo así en el precio del mercado ya que es cuando más se manifiesta una curva importante en la oferta del tomate para el mismo dentro de los cuales destaca el tipo Saladette manifestando una producción de 370,994.09 toneladas de tomate, con los atributos de la calidad requerida para el mercado, siguiéndolo del Cherry con una producción de 16,861.96 toneladas, por último, el Bola con una producción de 16,123.03 toneladas.

Sin embargo, considerando que el cultivo de tomate es de alto riesgo para el productor aun con estas condiciones se arriesga al manejo y establecimiento bajo el sistema de temporal benéfico. Los rendimientos esperados nunca serán comparándose contra un sistema de riego, lo anterior se demuestra con las

siguientes estadísticas registradas en el año 2020 Fig. 6 obteniendo una producción de 107, 602.37 toneladas de siguiendo el mismo patrón que en la modalidad de riego del cual el Saladette se obtuvo una producción de 107,405.87 toneladas, y el Bola con una producción de 196.05 toneladas.

Valorizando el total de la aportación de este producto que se obtuvo de los 2 diferentes procesos en \$3,848,296.23. (SIAP, 2021)

La presente investigación tiene como finalidad aprovechar los esquimos que se tengan del producto cuando se existe la oferta por los tantos volúmenes obtenidos destinado el producto denominado rezaga a la alimentación y engorda de ganado para calidad de carne, a sabiendas que es un producto de alta inversión el propósito es brindar una nueva opción a los productores dando un valor agregado con algunos procesos de alto impacto para evitar estas pérdidas y de esta forma incrementar los beneficios esperados por el productor con la utilización de nuevas presentaciones de producto como el tomate deshidratado, mermeladas y pesto muy poco conocidas en el mercado.



**Fig. 7. Producción de las difentes variedades de tomate en el ciclo O-I bajo cielo abierto 2020**  
Fuente: SIAP,2021

Dado que el un cultivo de tomate requiere condiciones agroecológicas muy específicas solo algunos estados compiten en este ciclo de producción, donde el producto obtenido en un porcentaje muy alto se destina al mercado de exportación con tomate bola “beef”, Cherry, grape entre otros. Compitiendo con producto de alta calidad en exportación en mercado invernal de los estados de california y florida principalmente registrándose los precios más altos del producto y demanda del mismo del mercado nacional, De acuerdo a la Fig. 7. En el ciclo Otoño – Invierno se obtuvo una producción total de las 2 modalidades de 593,436.78 toneladas de tomate de las cuales 579,194.86 toneladas corresponden al manejo de riego en sus diferentes sistemas bajo campo abierto en el ciclo Otoño -Invierno. De las diferentes variedades e Híbridos (F1®) de tomate en sus diversos tipos de hábitos el tipo Saladette, se obtuvieron 515,018.99 toneladas, seguidas del tomate Bola con una producción de 55,149.62 toneladas, y los tipos Cherry obtuvieron una producción de 9,026.25 toneladas en el ciclo Otoño–Invierno 2020.

A pesar de los altos riesgos que se corren con el establecimiento de este cultivo bajo temporal, se registran volúmenes muy favorables, dado que es un caso crítico para obtener la calidad de temporal sin embargo se registraron volúmenes interesantes como 14,241.92 toneladas bajo esta modalidad, de los cuales los tipos Saladette obtuvieron una producción de 13,811.81 toneladas, seguidas del tomate Bola con una producción de 402.05 toneladas y por último los tipo Cherry con una producción de 28.06 toneladas. (SIAP, 2020)

En este ciclo de producción se puede aprovechar los productos de rezaga para darle un valor agregado sin la pérdida de sus componentes organolépticos (componentes físicos químicos) sin perder valor nutrimental del mismo en nuevas presentaciones para consumidores como un producto artesanal.

Como se muestra en la tabla y figuras en cielo abierto en el ciclo en el que se produce más es en Otoño-Invierno en la modalidad de riego destacando el Saladette.

Valorizando el total de la aportación de este producto que se obtuvo de los 2 diferentes procesos en \$4,993,910.80 (SIAP, 2021)

Obteniendo así un valor de la producción de ambos ciclos en sus diferentes modalidades con un valor de \$8,842,207.03 (SIAP, 2021)

### **3.1.2 Agricultura protegida**

La modalidad de agricultura protegida engloba la producción que se lleva a cabo en invernadero en todas sus tecnologías como baja tecnología, mediana y alta tecnología al igual que la malla sombra y el macro túnel.

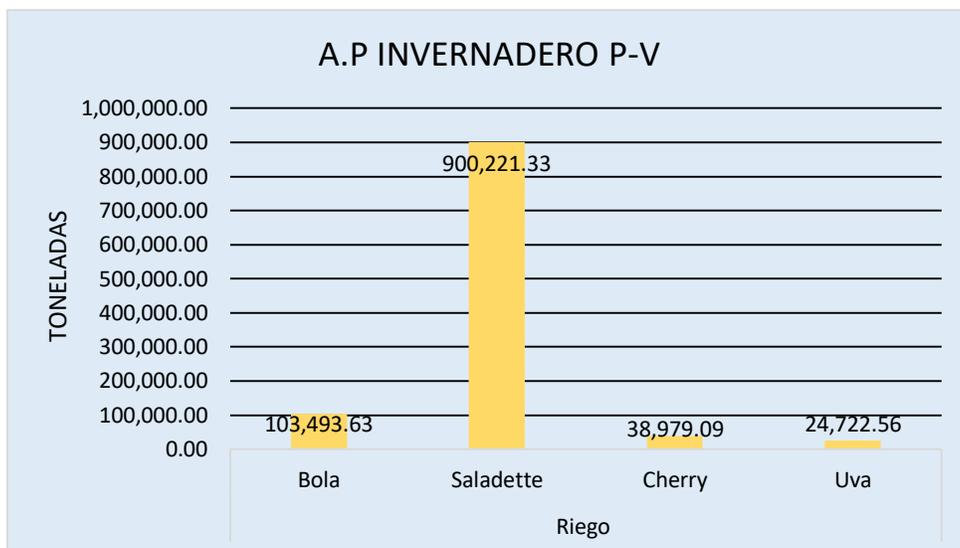
### 3.1.2.1 Invernaderos

En esta modalidad engloban a todos los tipos de invernaderos de baja, mediana o alta tecnología

**Cuadro 3. Producción de tomate bajo agricultura protegida en invernadero 2020**

Tipo de tecnología	Ciclo	Modalidad	Variedad	Superficie (ha)			Producción	Rendimiento (UDM/HA)	PMR (\$/UDM)	Valor Producción (miles de pesos)	
				Sembrada	Cosechada	Siniestra					
Agricultura Protegida	Invernadero	Primavera - Verano	Riego	Bola	374	374	0	103,493.63	276.72	10,208.71	1,056,536.26
				Saladette	4,885.12	4,885.12	0	900,221.33	184.28	8,043.74	7,241,144.20
				Cherry	360	360	0	38,979.09	108.28	9,459.79	368,734.13
				Uva	173.3	173.3	0	24,722.56	142.66	11,007.58	272,135.54
				<b>Total</b>	<b>5,792.42</b>	<b>5,792.42</b>	<b>0.00</b>	<b>1,067,416.61</b>	<b>184.28</b>	<b>8,374.00</b>	<b>8,938,550.13</b>
		Temporal	SIN PRODUCCIÓN								
		<b>Total ciclo</b>	<b>5,792.42</b>	<b>5,792.42</b>	<b>0.00</b>	<b>1,067,416.61</b>	<b>711.94</b>	<b>8,374.00</b>	<b>8,938,550.13</b>		
	Otoño - Invierno	Riego	Bola	310.31	310.31	0	40,708.11	131.19	15,461.86	628,423	
			Saladette	1,154.13	1,149.13	5	234,819.91	204.35	9,511.92	2,233,588.95	
			Cherry	18.5	18.5	0	3,372.46	182.3	6,656.92	22,450.20	
			Uva	27.86	27.86	0	3,173.25	113.9	13,725.21	43,553.53	
			<b>Total</b>	<b>1,510.80</b>	<b>1,505.80</b>	<b>5.00</b>	<b>282,073.73</b>	<b>187.32</b>	<b>10,383.87</b>	<b>2,929,015.69</b>	
		Temporal	SIN PRODUCCIÓN								
	<b>Total ciclo</b>	<b>1,510.80</b>	<b>1,505.80</b>	<b>5.00</b>	<b>282,073.73</b>	<b>187.32</b>	<b>10,383.87</b>	<b>2,929,015.69</b>			
<b>TOTAL TECNOLOGÍA</b>				<b>7,303.22</b>	<b>7,298.22</b>	<b>5.00</b>	<b>1,349,490.34</b>	<b>184.91</b>	<b>8,794.11</b>	<b>11,867,565.82</b>	

FUENTE: SIAP, 2021

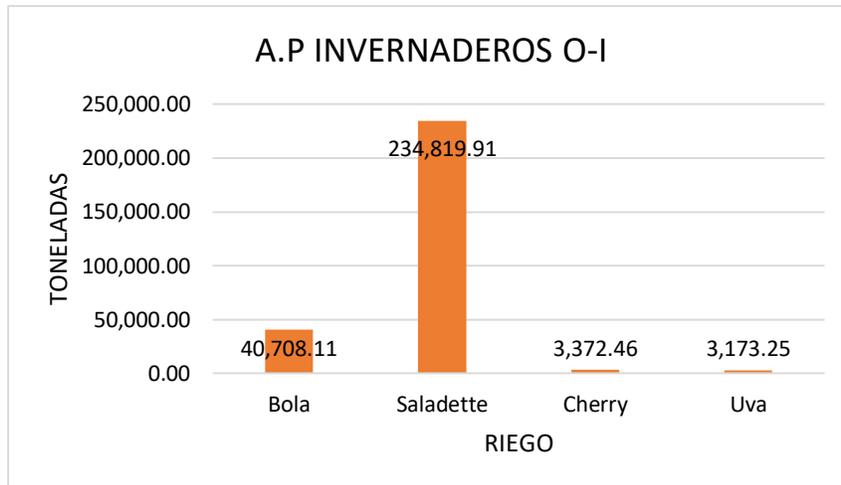


**Fig.8. Producción de las diferentes variedades bajo agricultura protegida en invernadero en el ciclo P-V**

Fuente: SIAP, 2021

La producción bajo invernaderos con el paso del tiempo se ha hecho más popular, esto se debe que al tener un cultivo bajo condiciones que se pueden controlar es más rentable, por lo tanto, con menor hectáreas sembradas se obtiene mayor producción que en campo abierto y por lo tanto la producción en invernaderos es mayor Como se puede observar en la Figura 8 en el ciclo Primavera-Verano tuvo una producción de 1,067,416.61 toneladas de tomate en la modalidad de riego ya que en este tipo de tecnología no se tiene registro de producción bajo temporal. Del total de la producción el tomate Saladette se registró una producción de 900,221.33 toneladas, seguido del tomate Bola con una producción de 103,493.63 toneladas, los tipos Cherry con una producción de 38,979.09 y con un poco menos el tomate uva con una producción de 245,722.56 toneladas de tomate.

Valorizando el total de la aportación de este producto que se obtuvo en \$8,938,550.13 (SIAP, 2021)



**Fig. 9. Producción de las diferentes variedades bajo agricultura protegida en invernadero en el ciclo O-I**

Fuente: SIAP,2021

En el ciclo Otoño–Invierno es menor la producción esto se debe a que en este ciclo de producción las regiones que más producen son la 21 y 22 comprendidas por Sonora y Sinaloa donde Sinaloa la mayor producción se lleva a cabo en bajo cielo abierto. De acuerdo a la Fig. 9 en el ciclo Otoño-invierno se obtuvo una producción de 282,073.73 toneladas de tomate del cual 234,819.91 toneladas fueron de Saladette, 40,708.11 toneladas, de tomate Bola, 3,372.46 el tomate Cherry, y 3,173.25 de tomate uva. (SIAP,2021)

Valorizando el total de la aportación de este producto que se obtuvo de los 2 diferentes procesos en \$2,929,015.69(SIAP, 2021)

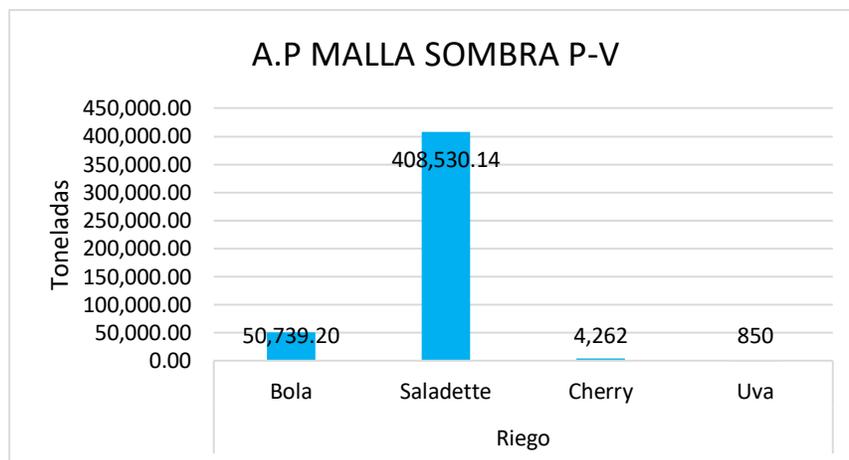
Obteniendo así un valor de la producción de ambos ciclos en sus diferentes modalidades con un valor de \$11,867,565.82 (SIAP, 2021)

### 3.1.2.2 Malla sombra

**Cuadro 4. Producción de tomate en agricultura protegida malla sombra**

tipo de tecnología	Ciclo	Modalidad	Variedad	Superficie (ha)			Producción	Rendimiento (udm/ha)	PMR (\$/udm)	Valor Produccion (miles de pesos)	
				Sembrada	Cosechada	Siniestra					
Agricultura Protegida	Primavera-Verano	Riego	Bola	443.6	443.6	0	50,739.20	114.38	18,719.82	\$ 949,828.60	
			Saladette	2,859.86	2,857.15	2.71	408,530.14	222.72	10,814.06	\$ 4,424,849.68	
			Cherry	82	82	0	4,262	51.98	22,681.46	\$ 96,668.40	
			Uva	10	10	0	850	85	5,664.71	\$ 4,815.00	
		Temporal	SIN PRODUCCIÓN								
		<b>Total ciclo</b>	<b>3,395.46</b>	<b>3,392.75</b>	<b>2.71</b>	<b>464,381.34</b>	<b>136.49</b>	<b>11,792.38</b>	<b>\$ 5,476,161.68</b>		
	Otoño - Invierno	Riego	Bola	1006	1006		110,521.13	103.68	18,069.79	\$ 1,997,090.60	
			Saladette	3,208.67	3,208.67		312,786.99	94.16	10,005.11	\$ 3,208,506.54	
			Cherry	53.5	53.5		2,649.47	49.52	15,262.70	\$ 40,438.05	
			Uva	7	7		560.00	80	7,312.50	\$ 4,095.00	
		Temporal	SIN PRODUCCIÓN								
		<b>Total ciclo</b>	<b>4,275.17</b>	<b>4,275.17</b>	<b>0.00</b>	<b>426,517.59</b>	<b>95.52</b>	<b>12,309.29</b>	<b>\$ 5,250,130.19</b>		
	<b>Total Tecnologia</b>			<b>7,670.63</b>	<b>7,667.92</b>	<b>2.71</b>	<b>890,898.93</b>	<b>113.24</b>	<b>12,039.85</b>	<b>\$ 10,726,291.87</b>	

Fuente: SIAP,2021

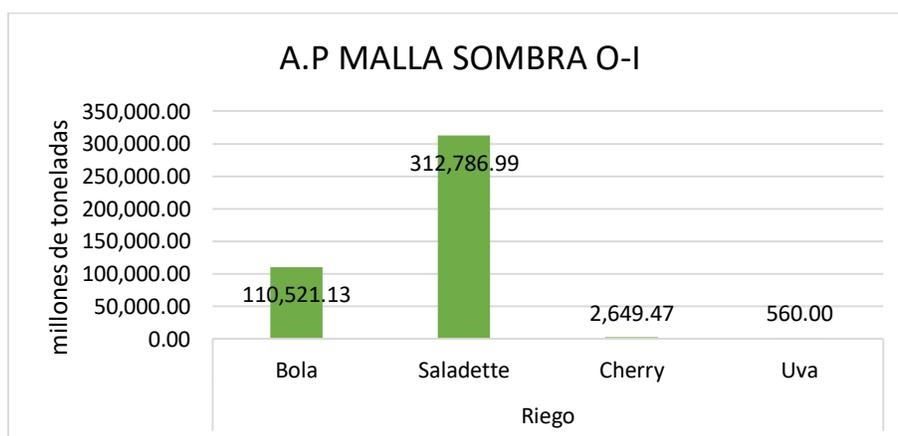


**Fig. 10. Producción de tomate en agricultura protegida bajo malla sombra en P-V**

Fuente: SIAP, 2021

La producción bajo la tecnología de malla sombra es más rentable que a cielo abierto, pero menos rentable que bajo invernaderos. De acuerdo a la Figura 10 En agricultura protegida con esta tecnología en modalidad de riego en el ciclo Primavera-Verano tuvo una producción de 464,381.34 toneladas de tomate de las cuales 408,530.14 toneladas fueron de tomate saladette, 50,739.20 toneladas las apporto el tomate Bola, 4,262 toneladas del tomate Cherry y 850 toneladas del tomate Uva.

Valorizando el total de la aportación de este producto que se obtuvo de los 2 diferentes procesos en \$5,476,161.68 (SIAP,2021)



**Fig. 11. Producción de tomate en agricultura protegida bajo malla sombra en O-I 2020**

Fuente: SIAP,2021

En el ciclo otro-invierno tuvo menor producción como se muestra en la Fig. 11 se registró una producción de 426,517.59 toneladas de tomate aportando el tipo Saladette con una producción de 312,786.99 toneladas, el tomate Bola con una producción de 110,521.13 toneladas, el tomate Cherry con 2,649.47 toneladas y con 560 toneladas el tomate Uva.

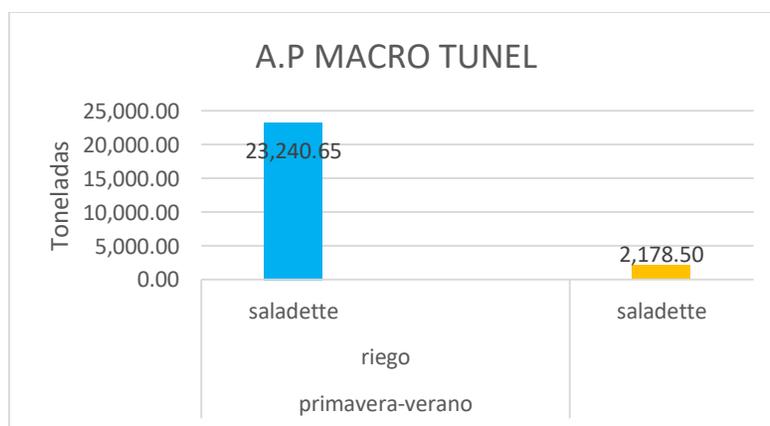
Valorizando el total de la aportación de este producto que se obtuvo de los 2 diferentes procesos en \$5,250,130.19(SIAP, 2021)

### 3.1.2.3 Macro túnel

**Cuadro 5 Producción de tomate en agricultura protegida bajo macro túnel 2020**

Tipo de tecnología	Ciclo	Modalidad	Variedad	Superficie (ha)			Producción	Rendimiento (UDM/HA)	PRM (\$/UDM)	Valor producción (miles de pesos)	
				Sembrada	Cosechada	Siniestra					
Agricultura Protegida	macro túnel	Primavera-Verano	Riego	Saladette	283.27	283.27		23,240.65	82.04	9,956.31	231,391.21
		Otoño-Invierno	Riego	Saladette	65	65		2,178.50	33.52	6,647.46	14,481.49
	TOTAL TECNOLOGÍA			<b>348.27</b>	<b>348.27</b>	<b>0</b>	<b>25419.15</b>	<b>115.56</b>	<b>16603.77</b>	<b>245872.7</b>	

Fuente: SIAP, 2021



**Fig.12. Producción de tomate en macro túnel en el año agrícola 2020**

Fuente: SIAP, 2021

la producción bajo macro túnel es la menos popular por lo tanto la que menor producción tiene como se muestra en la Fig.12 en la cual solo se manejó la modalidad de riego en ambos ciclos Primavera-Verano y Otoño-Invierno del cual solo se produjo el tomate Saladette con una producción de 25,419.15 toneladas con un valor de \$245,872.7

De acuerdo al SIAP con la información interpretada en las tablas y graficas en la agricultura protegida en los tres tipos de tecnologías invernadero, malla sombra y macro túnel solo se maneja la modalidad de riego, en invernadero el 79% de la producción se lleva a cabo en el ciclo Primavera-Verano, al igual la mayor producción en la malla sombra se lleva a cabo en Primavera – Verano pero en un poco menor proporción el cual es con un 52% de la producción y en macro túnel el 91% de la producción se lleva a cabo en el ciclo Primavera Verano.

En todos los tipos de tecnologías la variedad que más se produce es el tomate Saladette eso se debe a que es la variedad con mayor demanda en México, seguida del tomate bola que es la variedad de mayor demanda para a la exportación

### **3.2 Regiones importantes productoras de México.**

México es uno de los países con mayor producción de tomate en el mundo, pero ¿Cómo se desarrollan los diferentes sistemas de producción? En este País se llevan a cabo dos ciclos productivos en el primero es el de Primavera-Verano y el segundo ciclo el de Otoño-Invierno. Para definir la importancia de los ciclos de producción se utilizó el mapa estratégico (SAGARPA, 2017) el cual se encuentra dividido en 42 regiones de los diferentes Estados los cuales no todas producen en ambos ciclos, sin embargo, algunas solo producen en un determinado ciclo por lo cual la metodología de muestreo se determinó considerando dividiendo los ciclos productivos y determinar minando la importancia que tiene cada región por ciclo.

### 3.2.1 Ciclo productivo P-V en el cual participarían las diferentes regiones del país.

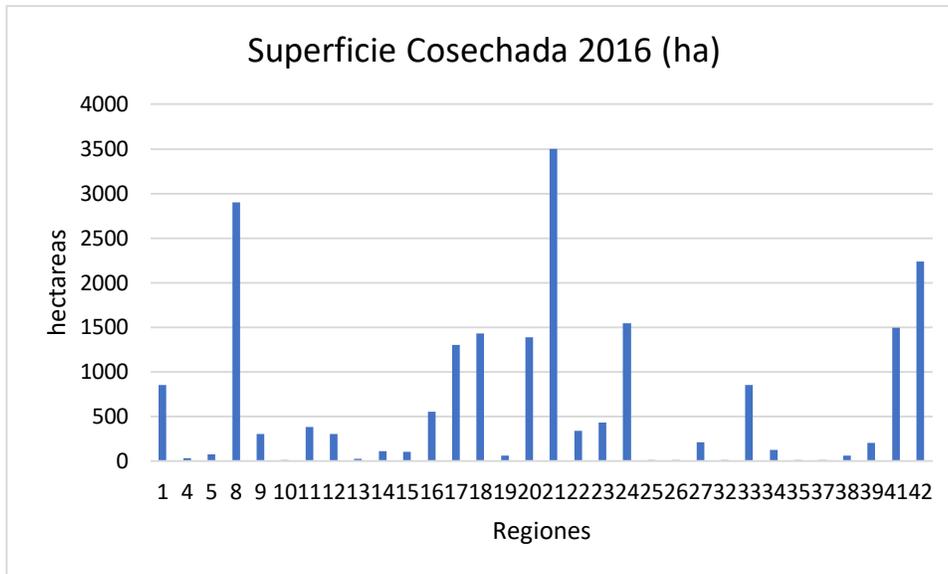
Para ser claros en el planteamiento de la Investigación en las cual se destacarán diferentes características como los estados de la republica que los comprenden, su tipo de región productora en los microclimas específicos de acuerdo a (bitácora histórica y con potencial), la superficie expresada en hectáreas con características con potencial, mercado y demanda del producto la superficie cosechada en el 2016, su participación que registro en la producción nacional en este año, el rendimiento promedio que se obtuvo en el mismo año y su (Product Market Regulation) PRM.

**Cuadro 6. Principales regiones y estados productores de tomate en sus diferentes tipos, superficie cosechada, rendimientos promedio, participación en la producción y PRM en el ciclo P-V.**

Regiones	Estados que comprende	Tipo de región (productora)	Frontera agrícola (ha)	Has. con potencial	Superficie cosechada 2016 (ha)	Participación en la producción nacional 2016	Rendimiento promedio 2016 (ton/ha)	PRM (\$/ton) 2016
1	Chiapas, Tabasco, Veracruz	Con Potencial	2,021,413	1,867,758	848.70	1.42%	56.00	8,497
4	Oaxaca	Histórica	51,689	21,471	32.32	0.19%	194.56	7,655
5	Oaxaca	Con Potencial	96,480	82,171	74.13	0.32	146.50	7,528
8	Guerrero, Edo México, Morelos, Puebla	Con Potencial	340,367	271,250	2,897.58	4.11%	47.52	6,497
9	Puebla	Histórica	215,128	31,609	300.52	1.62%	180.62	7,106
10	Oaxaca, Puebla	Histórica	6,970	6,605	0.45	0.00%	169.80	10,015
11	Hidalgo, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Veracruz.	Con Potencial	1,884,808	1,542,716	382.75	0.40%	34.76	6,113
12	Hidalgo, Puebla, Tlaxcala.	Histórica	399,432	92	302.98	1.84%	203.26	7,997
13	Hidalgo	Histórica	53,279	0	22.42	0.13%	195.50	10,381
14	Estado de México.	Histórica	116,699	0	109.15	1.23%	378.78	8,919
15	Guerrero, Edo México, Michoacán.	Con Potencial	183,691	179,960	106.00	0.08%	26.59	7,521
16	Michoacán.	Histórica	43,810	17,055	555.00	0.39%	23.33	9,161

17	Jalisco, Michoacán.	Con Potencial	213,568	212,184	1,303.00	0.78%	20.07	6,587
18	Colima, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Zacatecas.	Con Potencial	784,621	742,425	1,429.87	2.96%	69.32	7,476
19	Jalisco.	Histórica	11,389	38	62.00	0.20%	107.52	8,158
20	Guanajuato, Jalisco, Michoacán.	Histórica	288,360	571	1385.14	2.68%	64.68	7,238
21	Aguascalientes, Guanajuato, Durango, Hidalgo, Jalisco, Edo. México, Querétaro, San Luis potosí, Zacatecas.	Con Potencial	3,334,687	2,877,092	3,499.37	7.08%	67.77	7,262
22	San Luis Potosí	Histórica	51,372	11,046	336.00	2.29%	228.04	6,529
23	Nuevo león, San Luis Potosí, Querétaro, Tamaulipas.	Con Potencial	3,027,254	2,762,593	429.70	0.41%	31.95	8,108
24	Coahuila, San Luis Potosí, Tamaulipas.	Histórica	276,213	203,436	1,542.04	6.39%	138.76	5,974
25	Zacatecas	Histórica	17,641	0	0.03	0.00%	217.33	6,344
26	Zacatecas	Histórica	13,870	0	0.85	0.00%	152.94	6,200
27	Jalisco, Nayarit	Con Potencial	195,102	167,600	206.85	0.62%	100.79	7,486
32	Chihuahua.	Histórica	11,046	1,405	13.00	0.05%	134.00	7,975
33	Coahuila, Durango,	Histórica	142,501	142,426	850.45	3.34%	131.49	8,081
34	Chihuahua	Histórica	31,535	31,535	122.00	0.25%	67.30	11,505
35	Chihuahua	Histórica	42,767	8,329	3.60	0.06%	574.44	21,556
37	Chihuahua	Histórica	151,910	17,755	11.77	0.13%	380.80	10,644
38	Sonora	Con Potencial	108,417	97,918	61.00	0.15%	83.93	5,887
39	Sonora	Histórica	76,879	21,157	202.00	0.33%	54.40	9,448
41	Baja california sur	Histórica	96,645	96,645	1,493.10	2.52%	56.45	11,258
42	Baja california	Histórica	100,411	51,678	2,236.00	5.18%	77.62	19,067
Nacional			16,043,940.	12,843,072	20,818.77	47.16%	75.86	7,481

Fuente: SAGARPA, 2017



**Fig. 13. Comportamiento de la superficie cosechada en 2016**

Fuente: SAGARPA, 2017

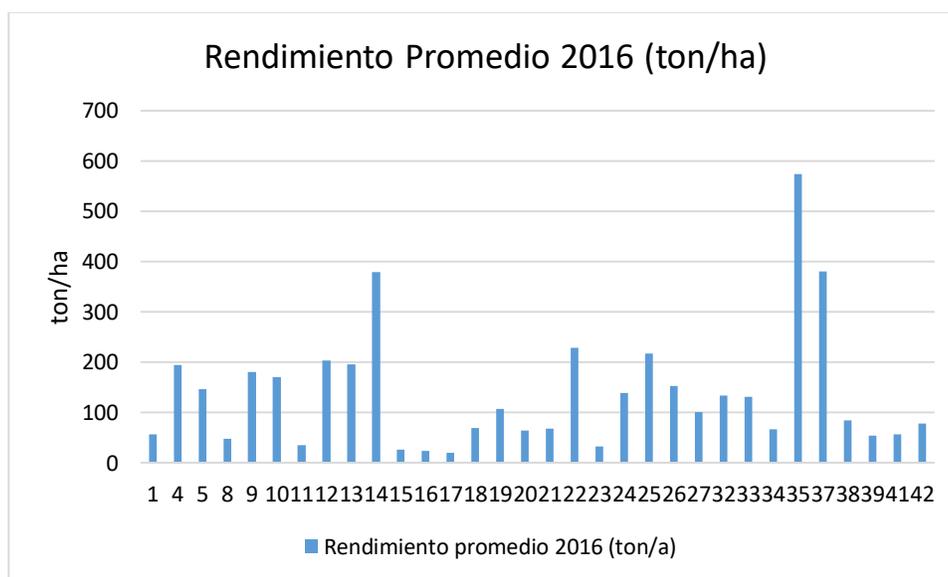
Como se puede mostrar en la Fig.13 la región con mayor superficie cosechada en el ciclo Primavera – Verano es la región 21 comprendida por los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Durango, Hidalgo, Jalisco, Edo. México, Querétaro, San Luis potosí, Zacatecas. Con una superficie cosechada de 3,499.37 hectáreas seguida de la región 8 comprendida de los estados de Guerrero, Edo México, Morelos, Puebla con una superficie cosechada de 2,897.58 hectáreas.



**Fig. 14. Participación en la producción nacional de las diferentes regiones productoras del país 2016**

Fuente: SAGARPA ,2017

De acuerdo al porcentaje (47.16%) de participación en la producción del 2016 Fig. 14 en el ciclo Primavera–Verano las regiones con mayor aportación son la región 21 con una aportación de un 7.08% seguida de la región 24 con una participación de un 6.39%, la región 41 con una aportación de 5.18%, la región 8 con una aportación de un 4.11% como se puede observar el hecho de que la región tenga más hectáreas cosechadas no quiere decir que su aportación a la producción será mayor esto depende del tipo de tecnología que se utilice ya que en agricultura protegida en poca superficie se puede producir más que en campo abierto.



**Fig.15. Rendimiento Promedio en los diferentes tipos de tomates y regiones y modalidades productoras de México**  
Fuente: SAGARPA, 2017

En relación a la Fig15 el rendimiento promedio en las superficies es variable la región con mayor rendimiento la región 35 con un rendimiento del 574.44 ton/ha seguida de la región 37 con un rendimiento de 380.80 ton/ha. Con un poco menos con la región 14 con un rendimiento de 378.78 ton/ha.

### 3.2.2 Ciclo productivo O-I en el cual participarían las diferentes regiones del país.

En este ciclo productivo se destacarán las diferentes características de cada una de las regiones como los estados de la republica que los comprenden, su tipo de región productora en los microclimas específicos de acuerdo a (bitácora histórica y con

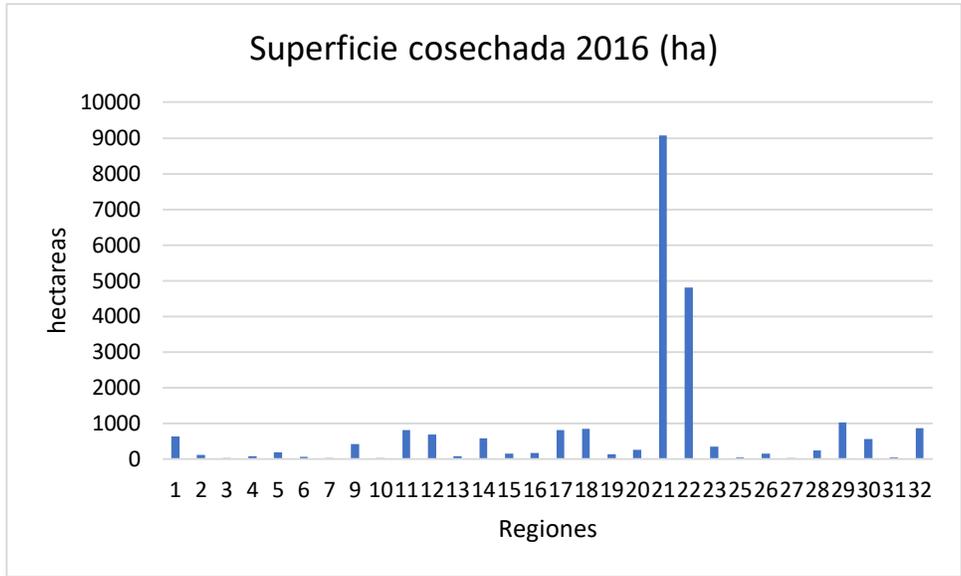
potencial), la superficie expresada en hectáreas con características con potencial, mercado y demanda del producto la superficie cosechada en el 2016, su participación que registro en la producción nacional en este año, el rendimiento promedio que se obtuvo en el mismo año y su Indicador Product Market Regulation (PRM).

**Cuadro 7. Principales regiones y estados productores de tomate en sus diferentes tipos, superficie cosechada, rendimientos promedio, participación en la producción y PRM en el ciclo O-I**

Regiones	Estados que comprende	Tipo de región (productora)	Frontera agrícola (ha)	Ha. con potencial	Superficie cosechada 2016 (ha)	Participación en la producción nacional 2016	Rendimiento promedio 2016 (ton/Ha)	PRM. 2016
1	Chiapas, Tabasco, Veracruz.	Con Potencial	2,021,413	1,867,758	626.25	0.74%	39.71	8,138
2	Veracruz	Con Potencial	130,179	102,516	112.50	0.07%	19.72	5,305
3	Oaxaca, Veracruz.	Con Potencial	507,240	332,878	24.00	0.01%	14.55	8,633
4	Oaxaca	Histórica	67,535	21,320	86.69	0.57%	218.98	6,616
5	Oaxaca	Con Potencial	90,149	79,519	181.69	0.84%	154.27	6,978
6	Guerrero, Oaxaca.	Con Potencial	273,502	260,117	55.44	0.03%	16.65	7,628
7	Oaxaca	Histórica	6,760	0	0.07	0.00%	220.00	6,538
9	Guerrero, Edo México, Morelos, Puebla.	Con Potencial	276,496	250,938	417.43	1.19%	95.70	6,144
10	Puebla	Histórica	45,962	0	17.50	0.11%	217.37	6,425
11	Hidalgo, Oaxaca, Puebla, san Luis Potosí, Veracruz	Con Potencial	1,884,056	1,545,129	812.80	0.60%	24.88	5,269
12	Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, edo. México Querétaro, San Luis potosí, Zacatecas	Con Potencial	3,109,133	2,856,008	677.90	2.22%	109.83	5,862
13	Michoacán	Histórica	2,271	0	85.00	0.15%	59.00	4,200
14	Guanajuato, Jalisco, Michoacán.	Histórica	193,500	0	586.80	1.00%	57.01	6,847

15	Jalisco, Michoacán	Histórica	24,720	295	150.00	0.36%	80.00	5,550
16	Guerrero, Edo México, Michoacán.	Con Potencial	183,679	179,948	169.40	0.13%	25.30	7,643
17	Jalisco, Michoacán.	Con Potencial	210,837	210,837	812.00	0.58%	23.86	4,938
18	Colima, Jalisco Michoacán, Nayarit Zacatecas.	Con Potencial	778,563	742,635	852.10	1.86%	73.24	5,842
19	Jalisco, Nayarit.	Con Potencial	256,041	168,628	134.70	0.11%	26.47	5,641
20	Nayarit	Histórica	37,189	1,117	253.00	0.19%	24.80	7,239
21	Sinaloa, Sonora.	Con Potencial	1,171,848	701,940	9,075.72	16.20%	59.79	6,445
22	Sinaloa	Histórica	243,909	14,661	4,805.90	11.51%	80.21	4,732
23	San Luis potosí	Histórica	15,416	15,416	344.00	0.34%	33.20	2,561
25	Tamaulipas, Veracruz	Histórica	261,825	200	41.00	0.04%	30.00	9,270
26	Nuevo león, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas.	Con Potencial	2,942,682	2,860,376	144.73	0.12%	27.41	8,510
27	Coahuila.	Histórica	46,502	38,651	4.00	0.02%	205.79	8,187
28	Sonora	Con Potencial	131,705	97,918	232.32	0.65%	93.56	5,891
29	Sonora	Histórica	389,031	209,056	1,018.50	1.99%	65.47	6,631
30	Baja california	Histórica	100,411	51,678	560.00	1.55%	92.92	15,437
31	Sonora	Histórica	8,517	8,517	35.50	0.09%	87.32	7,880
32	Baja california Sur	Histórica	96,645	96,645	859.00	1.38%	53.76	10,9988
Nacional			15,534,788	12,742,510	23,175.94	44.65%	64.53	6,628

Fuente: SAGARPA, 2017



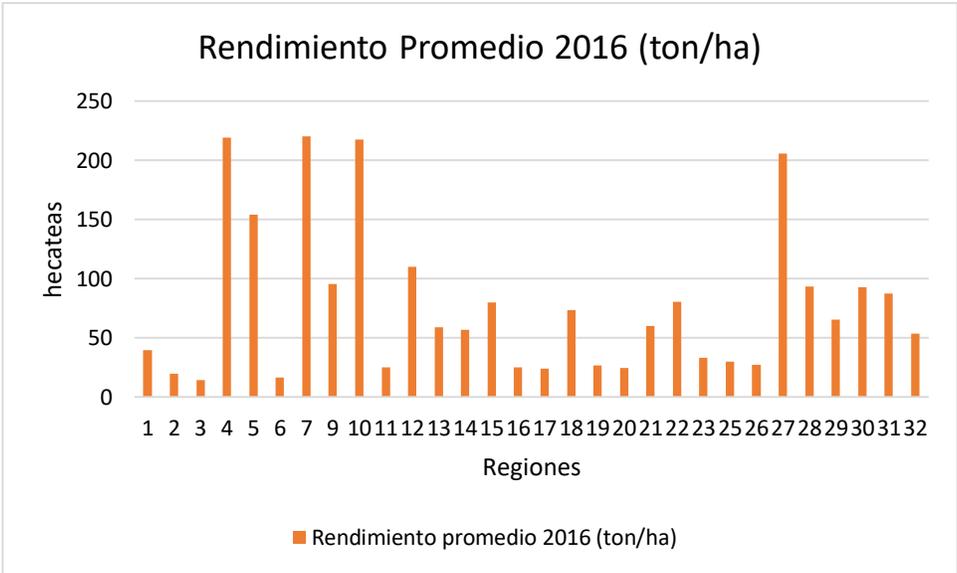
**Fig. 16. Comportamiento de la superficie cosechada en 2016**  
 Fuente: SAGARPA, 2017

Como se puede observar en la Fig. 16 la región con mayor superficie cosechada en el ciclo Otoño-Invierno es la región 21 comprendida por los estados Sonora y Sinaloa, con una superficie de 9075.72 hectáreas seguida de la región 22 comprendida por Sinaloa con una superficie de 4,805.90 hectáreas, como se puede apreciar. En este ciclo tiene mayor importancia ya que es cuando Sinaloa produce siendo este el estado mayor productor de México.



**Fig. 17. Participación en la producción nacional de las diferentes regiones productoras del país 2016**  
 Fuente: SAGARPA, 2017

De acuerdo en la participación en la producción total de México en el ciclo Otoño-Invierno Fig. 17 (44.65%) las regiones con mayor participación en 2016 fue la región 21 con una participación de 16.20% y la región 22 con una participación de un 11.51% tan solo con estas dos regiones se compone el 27.71% de la aportación, las otras regiones aportan, pero ya con un porcentaje mucho menor



**Fig. 18. Rendimiento promedio en los diferentes tipos de tomate, regiones y modalidades productoras de México**  
Fuente: SAGARPA, 2017

De acuerdo a la Fig.18 las regiones con mayor rendimiento fueron la región 7 con un rendimiento de 220 ton/ha con un poco menos la región 4 con un rendimiento de 218.98 ton/ha, seguido de la región 10 con un rendimiento de 217.37 ton/ hectárea

Durante el año agrícola 2017, 52.9% de la cosecha se obtuvo durante el ciclo Primavera-Verano (P-V) y el 47.1% en el ciclo Otoño-Invierno (O-I). En Sinaloa, 51.9% de la producción se obtuvo en agricultura protegida, mientras en San Luis Potosí, dicha proporción fue de 87.2%, en Michoacán de 26.8%, en Jalisco 74.6%, en Zacatecas de 37.9% y en Baja California de 75.8%.

Producción en las principales entidades productoras, 2017 (Miles de toneladas) a) Por ciclo b) Por tipo de tecnología

### 3.3 Producción y comportamiento de tomate y tipos de mercado

El tomate que se produce en México tiene diferentes fines en el mercado internacional, la demanda principal es la del tomate para consumo en sus diferentes tipos de Variedades para en fresco, así como para para consumo nacional, otro fin es el tomate de exportación el cual es principal consumidor y el mercado potencial mexicano en la temporada Invernal de los EE: UU y el otro fin es la industrialización este es tanto para consumo nacional como para la exportación.

#### 3.3.1 Proyección de producción nacional 2017-2030

La estacionalidad de la producción de tomate muestra dos picos importantes, el primero en febrero y abril, que corresponde a la cosecha del ciclo Otoño-Invierno, y el segundo, en mayor magnitud que el primero, de octubre a noviembre, resultante de la cosecha del ciclo Primavera-Verano.

De acuerdo con la Planeación Agrícola Nacional 2017-2030 elaborada por la SAGARPA (2017), se estima que para el año 2030 la producción de tomate ascienda a 7.56 millones de toneladas y las exportaciones se ubiquen en 5.50 millones de toneladas, con un valor a precios de 2016 de 6,641 millones de dólares. En 2016, se exportó 48.1% de la producción nacional; dicha proporción sería de 66.7% en 2024 y de 72.8% en 2030.

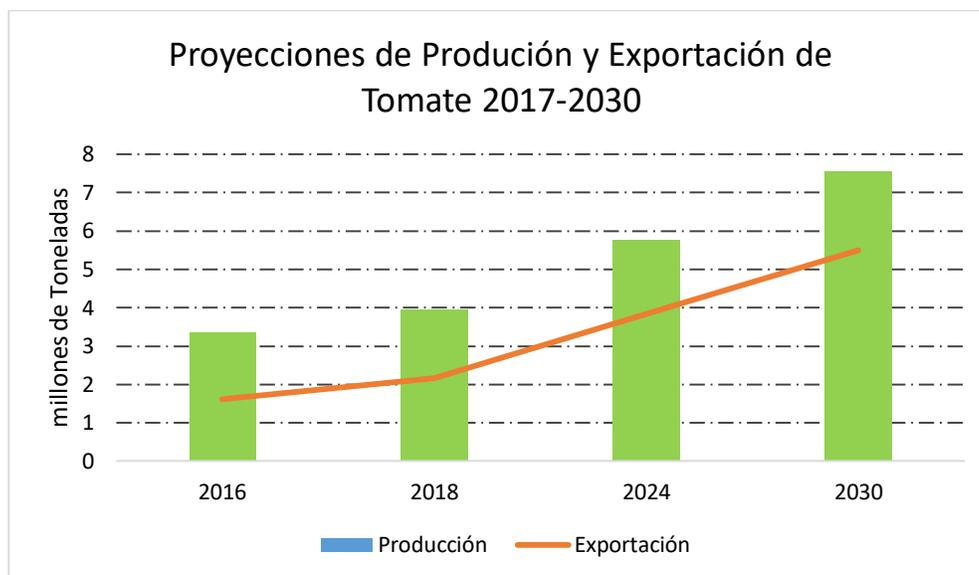
**Cuadro 8. Estimaciones, crecimiento acumulado y crecimiento promedio anual 2017-2030**

AÑOS/ PERIODOS	ESTIMACIONES				CRECIMIENTO ACUMULADO				CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL	
	2016	2018	2024	2030	2003-2016	2016-2018	2018-2024	2024-2030	2003-2016	2016-2030
<b>Producción potencial</b> (millones de toneladas)	3.35	3.95	5.76	7.56	54.26%	17.97%	45.70%	125.80%	3.39%	5.58%
<b>Exportaciones</b> (millones de toneladas)	1.61	2.17	3.84	5.5	77.88%	34.76%	77.29%	242.48%	4.53%	8.55%
<b>Valor de exportaciones</b> (millones de dolares a precio de 2016)	1,939.12	2,613.25	4,633.02	6,641.02						

Fuente: SAGARPA,2017

De acuerdo con las proyecciones, se estima que la producción y las exportaciones de tomate entre 2016 y 2030 aumentarán a un ritmo de crecimiento mayor al registrado durante los trece años previos a ese período.

De acuerdo a las predicciones establecidas lo que indica tanto a la producción y exportaciones no se han cumplido, ya que no se contaba con el fenómeno pandemia (COVID19) el cual manifestó gran impacto en la producción y las exportaciones.



**Fig.19. Proyecciones de producción y exportación de tomate en fresco 2017-2030**

Fuente: SAGARPA, 2017 (Proyección de Producción y Exportación de tomate)

En la Planeación Agrícola Nacional 2017-2030 se proyecta un incremento en la demanda mundial de tomate rojo, que pasarían de 8.92 millones de toneladas en 2016 a 11.78 millones de toneladas en 2030. Ante este escenario, es factible destinar del total de la producción nacional proyectada al 2030, 2.06 millones de toneladas al consumo nacional y 5.50 a las exportaciones. Los principales competidores de México en la proveeduría internacional de tomate rojo son: Países Bajos, Estados Unidos, Guatemala, Nueva Zelanda, España, Marruecos, Corea del Sur, Francia, Portugal, China, Perú y Honduras. Los países con mayor oportunidad comercial para la exportación de tomate rojo son: Estados Unidos, Alemania, Francia, Reino Unido, Canadá, España, Italia, El Salvador, Bélgica, Hong Kong, Japón y Chile. En cuanto a las estrategias de mercado, tomando como prioridad el impulso de la producción y las exportaciones de tomate rojo en 2030, las recomendaciones son:

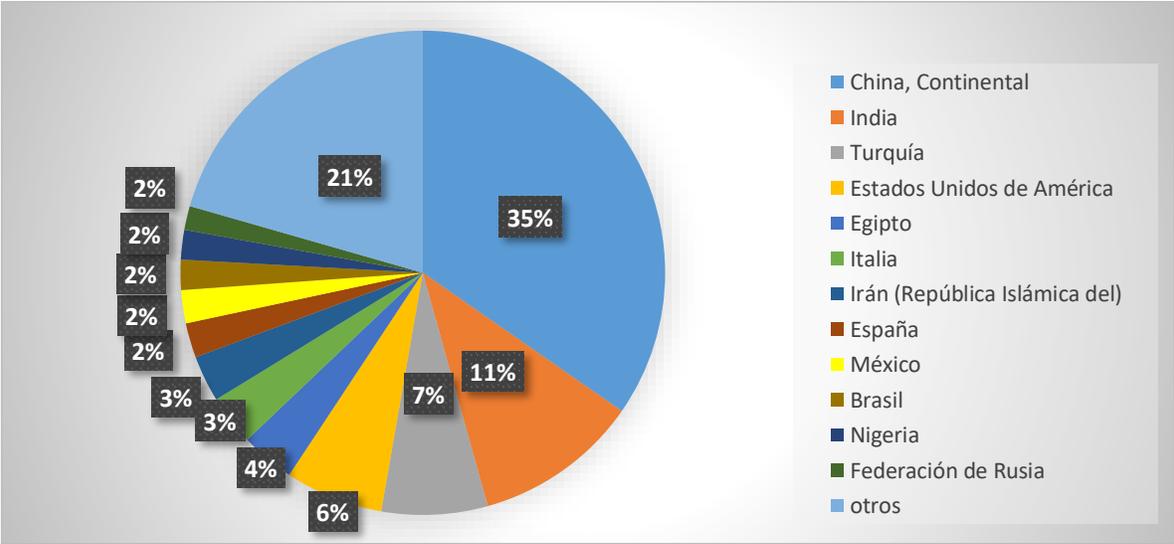
- Invertir en el mantenimiento y mejoramiento del estatus fitosanitario y así lograr los reconocimientos por parte de otras autoridades sanitarias para diversificar las exportaciones.

- Incursionar en los esquemas de protección de la propiedad intelectual que permitan posicionar el tomate de alta calidad en mercados de mayor poder adquisitivo.
- Fortalecer una postura que evite la implementación de medidas no arancelarias que resulten en la restricción del comercio de tomate rojo mexicano en los mercados de exportación. Para la producción de tomate rojo, México se dividió en 42 regiones potenciales para el ciclo Primavera-Verano y 32 para el ciclo Otoño-Invierno, con una superficie de 25.6 millones de hectáreas (áreas históricamente productoras en 2011-2016, más áreas con nivel alto y/o medio de potencial productivo) y 32 y 30 regiones estratégicas para cada uno de los ciclos agrícolas, respectivamente (áreas productoras en 2016), sobre la que se implementa la estrategia de “maximizar”. Para el desarrollo productivo nacional del tomate rojo se identificaron dos estrategias: maximizar y organizar.
- La estrategia de “maximizar” consiste en generar e implementar tecnología de producción y de manejo poscosecha, impulsar el desarrollo de la agricultura protegida, diseñar e implementar un esquema de transporte basado en red de cadena de frío y trazabilidad a nivel nacional, elaborar y /o actualizar estudios de mercado para el producto en fresco y procesado, fomentar la industrialización, implementar una estrategia innovadora nacional para el desarrollo de una cultura de aseguramiento de riesgos, impulsar el manejo orgánico y promover la reconversión en unidades productivas e instalar una seleccionadora y central de empaque nacional que atienda la producción bajo invernadero y cielo abierto.
- La estrategia de “organizar” consiste en impulsar la consolidación y el fortalecimiento de empresas exportadoras de producto en fresco y procesado. (SAGARPA, 2017 Planeación Agrícola Nacional)

### **3.3.2 Top 12 Producción Mundial de Tomate 2010-2020**

México es un importante productor de tomate nivel mundial por lo tanto se ha posicionado en el dentro del top 12 de los países mayores productores de tomate ocupando en 2020 el lugar número 9.

La producción mundial de tomate en el 2010 fue de 153'287,127 toneladas de tomate, México participo con una producción de 2,997,641 toneladas (1.96 %) pasando en 2020 con un registro de producción mundial de 186'821,216 toneladas de tomate, México aportó una producción de 4,137,342 toneladas (2.21%) aumentando así un .26% de importancia de México en el mundo con la producción de tomate. (FAO).



**Fig.20. Participación de los 12 principales países en la producción de tomate. 2020**  
Fuente: FAO, 2021

México ha pasado del 2010 con una producción de 2,997,641 toneladas de tomate a una producción de 4,137,342 toneladas de tomate en el 2020 a lo largo de estos últimos 10 años ha aumentado 138% con un promedio de un 14% por año en los últimos 10 años.

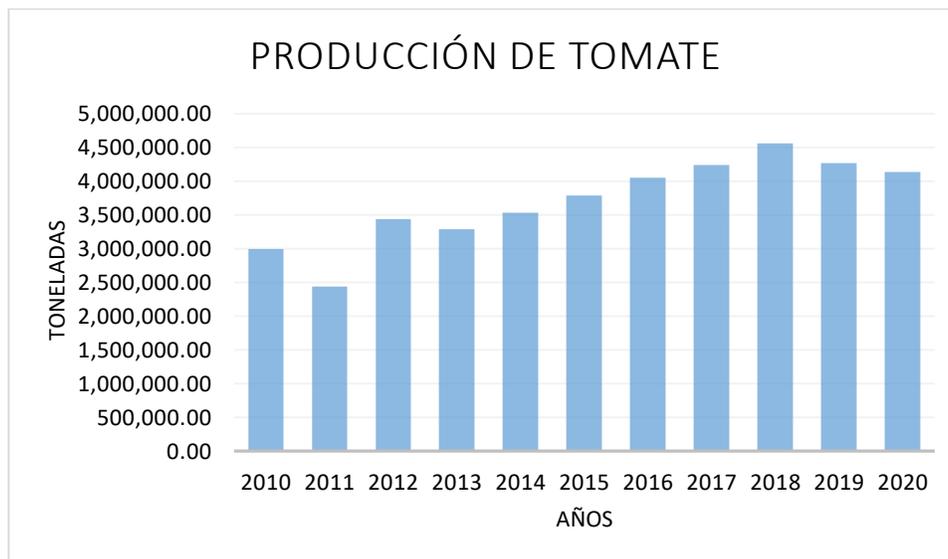
**3.3.3 Producción nacional**

El cultivo del tomate ocupa el lugar número cinco en México de los productos con mayor producción con una producción de 4'137,342 toneladas de tomate en el 2020, por debajo de la caña de azúcar, el maíz, la leche entera de vaca, el sorgo y las naranjas, de acuerdo a la FAO.

**Cuadro, 9. Producción de tomate nacional**

AÑOS	MILLONES DE TONELADAS
2010	2'997,641.00
2011	2'435,788.00
2012	3'433,567.00
2013	3'282,583.00
2014	3'536,305.00
2015	3'782,314.00
2016	4'047,171.00
2017	4'243,058.00
2018	4'559,375.00
2019	4'271,914.00
2020	4'137,342.00

Fuente: FAO, 2021



**Fig. 21. Producción nacional de tomate**

Fuente: FAO, 2021

De acuerdo a la FAO como se puede observar en el cuadro 9 y la Fig. 21 del 2010 al 2020 la producción de tomate tuvo más aumento que disminución, su crecimiento más notable fue el año 2011 al 2012 aumentando un 141% (997,779) toneladas, pero el año con mayor producción ha sido en 2018 con una producción de 4,559,375 toneladas de tomate.

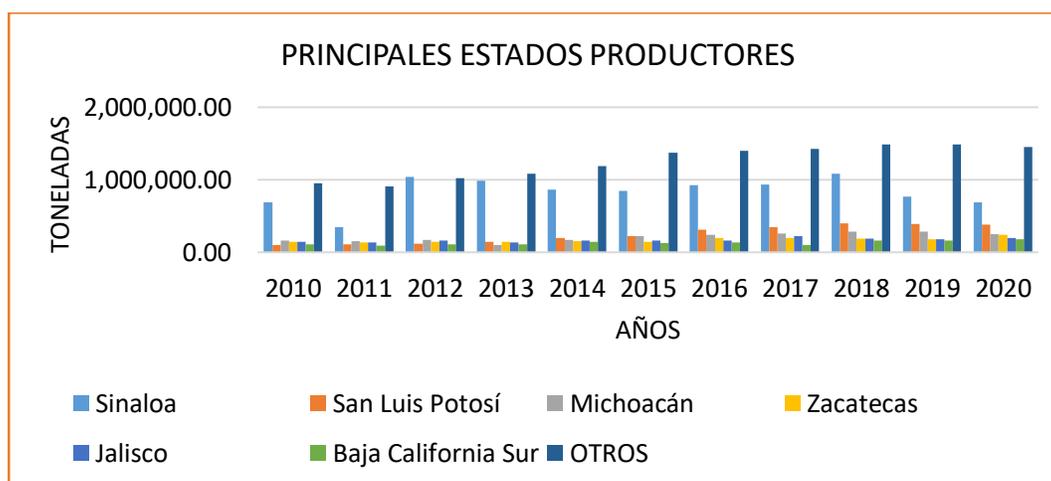
### 3.3.4 Producción en los principales estados

En México en todos los estados de la república mexicana se produce tomate, pero hay estados que producen más que otros, en la siguiente tabla se muestran los estados con mayor producción del 2010 al 2020.

**Cuadro. 10. Producción de tomate en los principales estados del país 2020**

ESTADOS / AÑOS	Sinaloa	San Luis Potosí	Michoacán	Zacatecas	Jalisco	Baja California Sur	OTROS
2010	687,056.78	98,093.00	155,354.04	144,360.83	140,801.90	103,212.02	948,912.86
2011	345,011.10	108,613.50	148,080.85	134,369.40	136,539.82	92,882.72	906,984.30
2012	1,039,367.64	116,136.93	171,038.52	139,131.08	156,660.03	106,858.54	1,026,399.71
2013	983,288.14	141,108.25	98,435.06	143,905.20	134,436.65	108,421.60	1,084,763.29
2014	867,832.04	196,011.25	169,768.98	151,691.99	158,561.46	141,236.90	1,190,061.46
2015	849,341.95	221,561.27	223,677.84	145,234.17	161,804.59	123,031.89	1,373,677.70
2016	924,152.51	306,621.25	235,784.89	191,654.25	158,231.97	135,222.94	1,397,486.41
2017	937,795.61	340,836.12	253,575.87	193,362.52	219,134.47	99,378.90	1,425,623.79
2018	1,088,251.51	393,581.64	281,847.89	182,773.48	189,847.96	157,879.03	1,486,768.50
2019	764,435.29	391,719.19	280,477.81	180,319.18	175,999.31	159,422.73	1,489,265.86
2020	684,333.47	380,174.99	248,498.79	234,866.15	196,897.01	175,026.99	1,451,029.25

Fuente: SIAP, 2021



**Fig.22. Aportación de la producción de tomate de los principales estados 2020**

Fuente: SIAP, 2021

Como se puede observar Fig. 22. Sinaloa es el estado mayor productor de México en los últimos 10 años, seguido de san Luis potosí, Michoacán, Zacatecas, Jalisco, Baja California y el resto de los estados. En el 2020 Sinaloa participo con un 20% en la producción total de México, seguido de san Luis potosí con un 11%, Michoacán con 8%, Zacatecas con 7%, Jalisco con un 6%, baja California sur con un 5% y el 43% restante lo componen los otros estados.

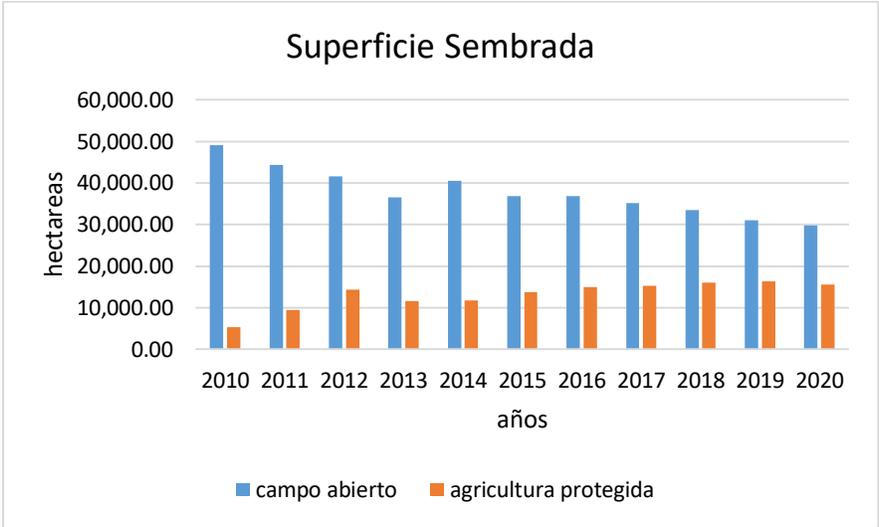
### **3.3.5 Superficie sembrada de tomate en México**

La superficie total cultivada con tomate disminuyó a una tasa promedio anual de 1.6% durante la última década. En 1992, año en el que se registró la superficie máxima histórica, se sembraron 90,159 hectáreas, en el 2000 se sembró un área de 75,899 hectáreas, en 2010 las siembras fueron de 54,511 hectáreas, en 2015 se sembraron 50,596 hectáreas y en 2020 se sembraron 45,285 hectáreas.

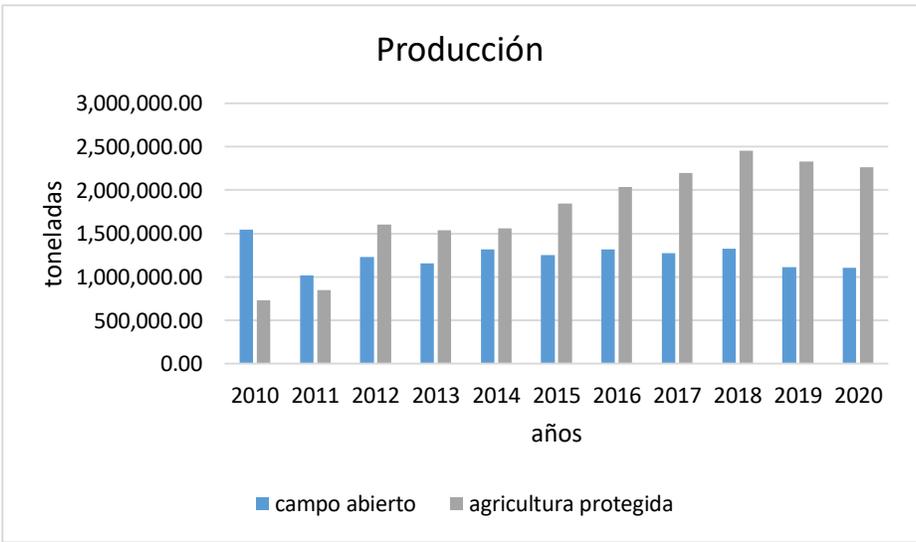
Por tecnología de cultivo, el comportamiento de la superficie destinada a el tomate, es diferente en campo abierto y en agricultura protegida (invernadero, malla sombra y macro tunel). En campo abierto, la superficie sembrada se redujo a una tasa promedio anual de 6% entre 2010 y 2020 (Fig. 23), al pasar de 49,170 a 29,764 hectáreas. La disminución de la superficie cultivada en esta modalidad de cultivo ha sido mayor en Sinaloa, Baja California, San Luis Potosí, Tamaulipas y Nayarit, principalmente. Por otra parte, la superficie establecida con agricultura protegida pasó de 5,341 a 15,522 hectáreas en el período mencionado, es decir, creció a una tasa promedio anual de 14%. El cultivo en agricultura protegida se concentra en Sinaloa, Baja California y San Luis Potosí, aunque también ha adquirido mayor importancia en otras entidades como Jalisco, Coahuila, Puebla, Sonora, Guanajuato, Baja California Sur y Oaxaca.

De esta forma, el volumen de tomate producido en campo abierto disminuyó a una tasa promedio anual de 1.6% entre 2010 y 2020 (Fig. 24), mientras que la producción obtenida en agricultura protegida creció a una tasa promedio anual de 14%. sin embargo, en la modalidad de campo abierto se han observado cambios

poco significativos a partir de la temporada 2012, por lo que sigue siendo este proceso muy importante para los horticultores nacional en las diferentes ciclos y regiones en el país, como respuesta a la pandemia COVID19 era de esperarse que en esta modalidad esto sucediera en virtud que hay trabajadores de campo provenientes de varias entidades del país se corrían alto riesgo de que se acentuará el problema. Fig. 23.



**Fig.23. Superficie sembrada bajo las diferentes modalidades en la última década 2010-2020**  
Fuente: SIAP, 2021.



**Fig. 24. Producción obtenida en las diferentes modalidades 2010-2020**  
Fuente: SIAP, 2021

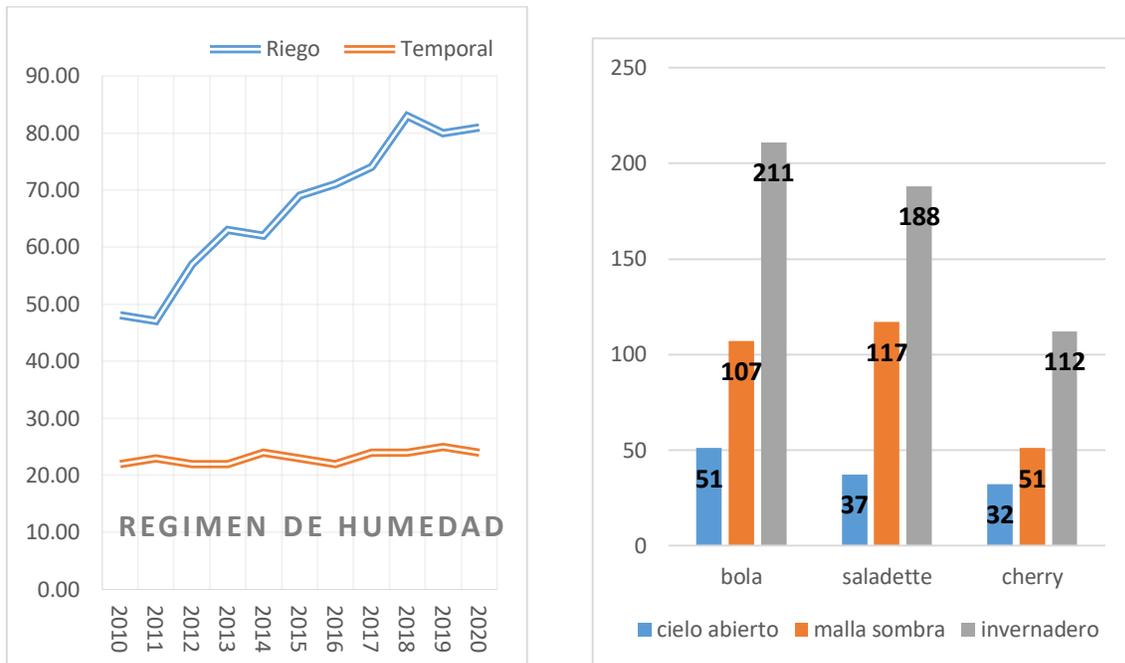
### 3.3.6 Comportamiento de Producción

Desde el 2003, el volumen de tomate obtenido en agricultura protegida ha aumentado, y desde 2012 supera a la obtenida en campo abierto. Así, pasó de 19,268 toneladas (0.9% del total) en 2003 a 733,178 toneladas en 2010 (32.2% del total), a 2,197,459 toneladas en 2017 (63.3% del volumen total) a 2,265,808 toneladas en 2020 (67.2% del volumen total). La agricultura protegida ayuda a ejercer determinado grado de control sobre los diversos factores del medio ambiente, permitiendo con ello minimizar las restricciones que las condiciones climáticas adversas tienen sobre los cultivos.

Con el fin de obtener producto de calidad de exportación, algunos productores de Sinaloa están produciendo en los estados de Michoacán, Jalisco y Querétaro, con el propósito de tener acceso a la ventana de exportación del verano luego de que concluye la ventana de invierno en mayo. El incremento en la superficie con infraestructura de agricultura protegida se asocia principalmente con la obtención de cosecha de tomate de mayor calidad para el mercado de exportación a Estados Unidos.

Las inversiones en agricultura protegida buscan mejorar los niveles de rentabilidad en la producción, principalmente en la que se destina al mercado de exportación. Lo anterior, a través del incremento en la productividad por unidad de superficie, lo que implica un uso más intensivo de los insumos utilizados para la producción. Así, es posible observar que los rendimientos de tomate varían en función de un amplio rango de tecnologías empleadas, desde el cultivo en campo abierto hasta la producción en invernaderos altamente tecnificados con sistemas automatizados de hidroponía, nutrición y control fitosanitario. En Querétaro, Puebla, Nuevo León y Coahuila se obtienen los rendimientos más altos en la producción de tomate. A lo anterior se le puede atribuir las mejores condiciones agroecológicas y comportamiento en las Variedades e Híbridos ( $F_1^{\circledR}$ ) además del avance en el cultivo de invernadero, la eficiente aplicación de programas (MIP) de control de plagas y enfermedades.

### Rendimientos de tomate rojo en México, 2010-2020



**Fig. 25. Régimen de Humedad y Fig.26. Tipo de Tecnología**

Fuente: SIAP, 2021

Como se puede observar Fig. 25, con el paso del tiempo 2010-2020 los rendimientos que se han obtenido con el régimen de humedad de riego han aumentado considerablemente, sin embargo, en el régimen de temporal no se manifiestan cambios significativos.

En el año 2020 los rendimientos más significativos fueron en la producción de tomate Bola en invernadero.

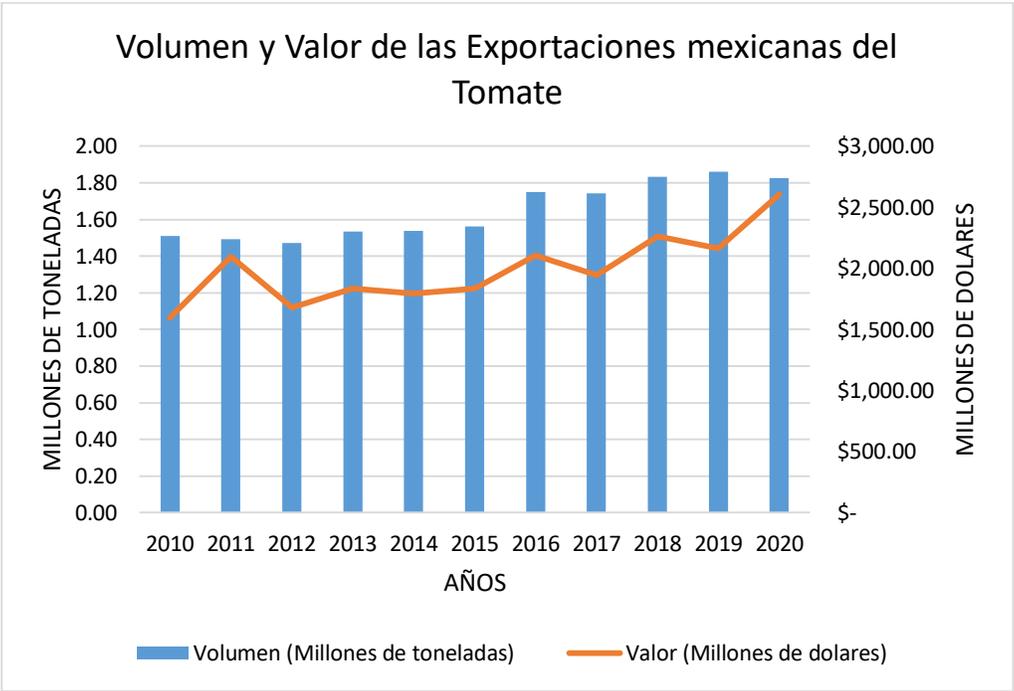
### 3.3.7 Volúmenes y mercado de exportación

México cuenta con el primer lugar dentro del ranking de los mayores exportadores a nivel mundial debido a sus importantes relaciones comerciales con grandes países que demandan y adquieren el tomate mexicano en grandes cantidades.

En respuesta a la demanda del producto mexicano se registró un valor de 2,606.10 millones de dólares y una participación de 12.8% siendo el tomate que se colocó en

el segundo productor agropecuario más importante en el valor de las exportaciones agropecuarias mexicanas en 2020, después del aguacate. Se exportaron un volumen de 1'826,715 de toneladas, equivalente al 44.2% de la producción nacional de esta hortaliza.

Entre 2010 y 2020, el valor de las exportaciones mexicanas de tomate creció a una tasa promedio anual de 5.4%, mientras que el volumen lo hizo a una tasa promedio anual de 4.7%. de esta manera se determinó que el valor incremento en forma más significativa que el volumen Fig. 27.



**Fig.27. Volumen y valor de las exportaciones de tomate de 2010-2020**

Fuente: FAO, 2021

La actividad hortofrutícola represento el 45% de las exportaciones, ubicándola como la actividad más dinámica en términos de exportaciones a partir de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TELCAN) (Avendaño y Schwentesius, 2012; Ávila y González, 2012), destacando la exportación de otros productos tales como aguacate (2.4%), limones (2.86%), cebolla (2.23%), pepino (3.31%), pimienta (3.9%) y tomate (7.77%) (FAOSTAT, 2021). El sector agrícola en México mantiene una balanza comercial muy importante en cuanto a la superavitaria

(SADER, 2021), coadyuvando a incentivar la economía nacional con la generación empleos y mayores ingresos de los productos hortofrutícola.

La ventaja de ser el principal país exportador de tomate en todo el mundo abre a México grandes oportunidades de comercialización, como la que actualmente tiene con el mercado de Estados Unidos, en el marco del TLCAN ahora TMAC. Sin embargo, deberá procurarse la inserción hacia otros países de Europa como Rusia y Alemania, al ser también grandes importadores o de Asia como Japón.

Es notable que varios de los países participantes como productores, importadores y/o exportadores según el Top mundial, no solo fungen con una sola figura, tal es el caso de China que ocupa el primer lugar como productor del cultivo en todo el mundo, pero no figura como importador o exportador, implicando que es un país de autoconsumo, aunque no cumpla con la autosuficiente.

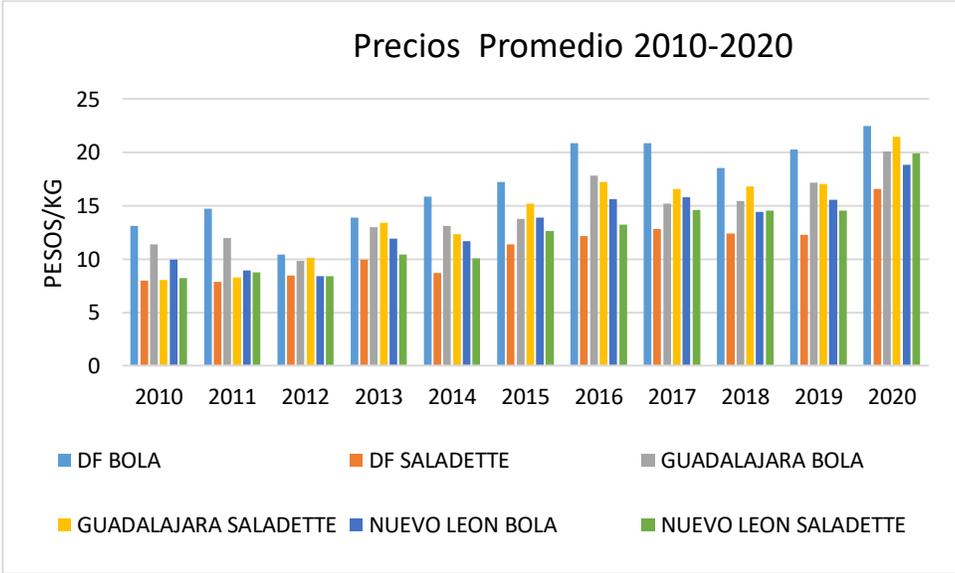
En el caso de Estados Unidos se asume que es un país deficitario puesto que produce una cantidad importante de tomate, pero es además el primer importador. Aunado a ello este país se caracteriza por la capacidad de procesamiento de este cultivo para así poder exportarlo en diferentes formas y presentaciones.

México cuenta con el primer lugar dentro del ranking de los mayores exportadores a nivel mundial, debido a sus importantes relaciones comerciales con grandes países que demandan, prefieren y adquieren el tomate mexicano en grandes cantidades. En la temporada 2020 como principal comprador se encontró Estados Unidos adquiriendo 1, 950,329 toneladas, significando esto el 98% de las exportaciones de México. En el segundo lugar Canadá con una adquisición de 10, 092 toneladas, siendo un 0.6% dentro de las mismas exportaciones, con una cantidad mucho menor se encuentran Japón y Alemania adquiriendo solamente 157 y 9 toneladas respectivamente, esto quiere decir que principalmente el tomate cultivado en México se exporta en su mayoría dentro del continente americano reflejando la demanda de un país tan importante como lo es Estados Unidos (ITC 2020).

En lo que respecta a los países importadores de tomate Estados Unidos se encuentra a la cabeza de todas las importaciones a nivel mundial con un total de 21%, mientras que Rusia ocupó el segundo lugar del listado con el 17% y en tercer sitio Alemania con el 11%. Estados Unidos representa un área de oportunidad importante, a pesar de la rigidez normativa de su mercado. (Karina Reyes 2005).

**3.3.8 Comportamiento del precio del tomate**

Los precios del tomate al productor son muy volátiles ya que compiten diferentes calidades y tipos del mismo, reportándose diferencias muy significativas en este producto en fresco. Los precios de las variedades e Híbridos (F<sub>1</sub><sup>®</sup>) Saladette y Bola, son variables por su calidad en el mercado nacional y exportación, la estacionalidad de la producción nacional y de las exportaciones determinan la disponibilidad para el consumo nacional y como consecuencia, definen las variaciones de los precios en los principales mercados de abastos y cadenas comerciales Fig. 28.



**Fig.28. Comportamiento del precio promedio del tomate mexicano en las 3 principales centrales de abastos de México.**

Fuente: SNIIM, 2022

De acuerdo a la Fig. 28. donde se muestra el precio desde el año 2010 hasta 2020 en las 3 principales centrales de abasto tomando en cuenta un promedio del precio más alto es del tomate bola vendido en la central de abastos de Iztapalapa en la

Ciudad de México, el año con mayor precio fue en el año 2020 debido a la pandemia COVID-19 llegando a costar \$22.49 promedio por kg. (SNIIM 2022). Este fenómeno se debió principalmente a la pandemia ya que escaseo la mano de obra calificada en campo por el fenómeno antes mencionado.

### **3.3.9 Industrialización del tomate**

La industrialización del tomate se lleva a cabo con tomates que se encuentren en su punto no deben ser verdes y muy maduros, tienen que ser de un color uniforme y con poca semilla para que tengan buena presentación y coexistencia al llevar el tomate a la fábrica donde se inicia el proceso de la industrialización se toma una caja al azar y se sumergen en agua para detectar los tomates que no cumplen con los requisitos establecidos los que ya están muy maduros se tienen que desechar y los que aún no están maduros se conservan por uno o dos días para que se maduren completamente.

El primer paso en la fabricación debe ser la clasificación adecuada, después se debe lavar y dejar secar, posteriormente se vierten en agua caliente para que se puedan pelar pero al punto donde el tomate esté cocido, se le vierte agua fría y se pasa a la peladora separando los tomates para saber cuáles son los tomates escaldados y los pelados después con un cuchillo se le quita la semilla y las partes indeseables del tomate para así ya poderlos enlatar ya sea a mano o en máquinas después se pasan las latas para poder cerrarlas y esterilizar.

Las cáscaras se pueden utilizar para hacer puré de tomate siempre y cuando estén limpias y en buen estado. (Wilbur A. Gould 1983)

### **3.3.10 Derivados del tomate como posible potencial en el mercado**

El tomate tiene presencia en todo el mundo en fresco, pero existen diversas formas de tenerlo presente en la mesa como son el tomate deshidratado el tomate en mermelada en pesto y en pasta en el ciclo Primavera-Verano hay una gran oferta de dicho producto porque en este ciclo es el que menos se exporta en cambio en el ciclo Otoño-invierno es cuando hay mayor demanda y por lo tanto el precio aumenta.

Cuando existe mayor oferta de cualquier producto tanto en la producción como en el empaque o la venta a los productores o comerciantes, si los productos no cuentan con la calidad para la venta su principal opción es desechar para evitar más gastos sin tener a cambio una rentabilidad en cambio en el producto de tomate se puede utilizar para industrializarlo en diferentes presentación que permitan utilizar la mayoría del producto que no cumplen los estándares de calidad y así agregando un valor agregado y así obtener una rentabilidad.

#### **3.3.10.1 Tomate deshidratado**

El tomate es la hortaliza que más se cultiva y consume en México. Este fruto tiene una capacidad antioxidante alta; sin embargo, cuando se procesa, disminuye el contenido de antioxidantes, tales como el licopeno, ácido ascórbico y fenoles. A pesar de esto, el uso del tomate deshidratado cada vez es más común debido a que se puede utilizar en alimentos gourmet.

El secador de charolas es uno de los equipos más empleados a nivel planta piloto. En la Universidad Tecnológica de la Mixteca se construyó un secador de charolas giratorias, el cual opera de forma automática a las siguientes condiciones: temperatura de 20 a 60 °C, velocidad de aire de 0 a 1.2 m/s y rotación de charolas a 20 rpm. Las condiciones de temperatura y velocidad de aire son estables porque tiene un sistema electrónico que los controla (Pérez et al., 2006).

El secado en secador de charolas es el método más empleado. Además, las condiciones de operación a las que trabaja el secador de charolas giratorias son apropiadas para el deshidratado de tomate, así como para conservar su valor nutritivo. Asimismo, se ha observado que en el secado en charolas estáticas las charolas se tienen que rotar manualmente para obtener un producto homogéneo (Singh et al., 1998, véase Pérez et al., 2006).

#### **3.3.10.2 Tomate en mermelada**

La mermelada se obtiene por medio de la cocción de frutas o verduras y azúcar, y como resultado se obtiene un producto viscoso, dulce y calórico.

La mermelada de tomate es una de las más deliciosas e inusuales al mismo tiempo. Normalmente se acostumbra a preparar mermeladas de frutas, como la de fresa, ciruela, entre otros., y dejamos de lado las hortalizas cuando también pueden hacerse postres espectaculares.

La mermelada es, en términos prácticos, un método de conservación de alimentos en el cual se mezclan frutas y/o verduras con azúcar, acidificantes y en algunos casos pectinas, de consistencia pastosa o gelatinosa y un color brillante y atractivo que refleja el color del producto (Coronado Trinidad & Hilario Rosales, 2001).

Se hace una distinción entre jalea y mermelada, la cual radica principalmente en la presencia de trozos de fruta, los cuales solo se encuentran en las mermeladas mientras que en las jaleas no, ya que son elaboradas a partir de concentrados o zumos de fruta. La consistencia final varía, ya que la jalea tiene una consistencia uniforme y la mermelada tiene consistencia variable por la presencia de pedazos de fruta

Al igual que todos los alimentos procesados para consumo humano, la mermelada se debe elaborar con las máximas medidas de higiene y calidad para evitar poner en riesgo la salud de los consumidores.

Procedimiento:

Lo primero que debes hacer antes de preparar la mermelada de tomate es pelar y trocear todos los tomates. Si te cuesta un poco pelar los tomates, te recomendamos que les hagas una cruz en la base, pongas agua a hervir y los calientes durante unos segundos. Seguro que así no tendrás problemas para retirar la piel.

Una vez pelados y troceados, pesa los tomates para equilibrar la cantidad de azúcar. Para hacer la mermelada de tomate necesitarás calcular el azúcar en función del peso de los tomates. Debes utilizar la mitad del peso de tomates en azúcar. Así, si ahora son 450 g de tomates, necesitarás 225 g de azúcar.

Añade a los tomates troceados, el azúcar y el zumo de limón a una cazuela y déjalo reposar durante 2 horas o 3. De esta manera se empezarán a mezclar bien todos los ingredientes y será más fácil disolverlos en el fuego. Cabe decir que si te

preguntas cómo hacer mermelada de tomate en la licuadora puedes batir todos los ingredientes y luego disolver la mezcla en el fuego.

Pasado el tiempo, pon la cazuela a calentar a fuego lento y remueve constantemente la mezcla con una cuchara de madera, u otro utensilio de cocina, hasta convertirse en una masa homogénea consistente.

Comprueba su espesor dejando caer algunas gotas, si son líquidas todavía necesita más tiempo, si por el contrario caen lentamente y se agrupan quiere decir que la mermelada de tomate está lista. Aproximadamente requerirá de 45 minutos.

Retira la mermelada del fuego unos minutos antes de alcanzar el espesor adecuado puesto que al enfriarse todavía se hará más compacta y consistente. Guarda la mermelada de tomate en tarros con cierre hermético para que no se estropee y conserve hasta el momento de la toma.

Como ves, hacer mermelada de tomate es muy sencillo y no requiere de ingredientes difíciles de encontrar ni costosos. Con esta mermelada puedes hacer postres con tomate diferentes y originales, o preparar meriendas con tostadas utilizando una distinta a la mermelada de frutas que uses normalmente. (Eva López)

### **3.3.10.3 Tomate en pesto**

El Pesto rojo o Pesto rosso tiene como ingrediente principal el tomate, y no únicamente los secados al sol como puede parecer, también se elabora esta salsa con tomates frescos, por ejemplo del Pesto transparente. El resto de ingredientes que acompañan a este majado, mojo o salsa (el término pesto, del verbo pestare, alude a cualquier preparación para salsa en la que se procede a aplastar los ingredientes, no exclusivamente al pesto de albahaca) no es tan riguroso como suele ser el Pesto genovés.

Así que podemos encontrar muchas y muy variadas recetas de Pesto rojo, desde la más básica con tomates secos, ajo, queso, piñones y orégano o albahaca, hasta las que incluyen pimiento rojo, pulpa de tomate, anchoas, alcaparra.

También hay variantes en la elección de los frutos secos, siendo los piñones y las nueces los más utilizados, se pueden incluir también almendras o avellanas, entre otros.

Sobre los quesos a utilizar para este pesto rosso, igual que con el pesto de albahaca, los más recomendados son el queso pecorino y el queso parmesano, tanto uno de los dos como la mezcla de ambos. Luego está la proporción de los ingredientes, y una vez más hay que alegar al gusto del cocinero o del comensal.

### Ingredientes

- 12 tomates secos en aceite
- 60 gramos de aceite de oliva virgen extra (o un poco más según el uso)
- 15 gramos de piñones
- 1 ajo
- 2 gramos de albahaca fresca
- guindilla al gusto
- 15 gramos de parmesano
- una pizca de azúcar
- 1 c/c rasa de sal
- unas gotas de zumo de limón.

### Elaboración

Los tomates secos, si no los tienes en aceite, puedes ponerlos a rehidratar en agua y después escurrirlos bien, el tiempo dependerá de los tomates utilizados, hemos probado distintas marcas y cada uno se encuentra en un punto de secado diferente. Una vez que están un poco tiernos hay que secarlos bien y ponerlos en aceite, aunque en realidad no es imprescindible para hacer esta receta. Lo que si será ideal es retirar las semillas que contengan.

Pon en el recipiente que vayas a utilizar para triturar el pesto, sea manual o eléctrica, los tomates, los piñones, el ajo pelado y sin el germen interior, las hojas de albahaca, las gotas de zumo de limón, la guindilla, el azúcar y la sal. Añade también la mitad

del aceite de oliva, tritura y ve añadiendo más aceite hasta obtener la textura y densidad deseada.

Finalmente incorpora el parmesano rallado y mezcla bien, añadiendo más aceite de oliva si fuera necesario. Deja reposar el pesto en el frigorífico para que todos los sabores se pronuncien y amalgamen.

Producto terminado y presentación

En este procedimiento se podrá utilizar sin que pierda los atributos de calidad en los diferentes preparados de la cocina gourmet el pesto rojo, rosso o siciliano untado sobre una tostada, bruschetta u otros tipos de masas de pan como la focaccia o la pizza, es ideal para hacer una salsa para la pasta o para servir sobre un risotto blanco, para acompañar unas patatas o unas verduras asadas (Cookstorming 2014)

## **CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**

Con la finalidad de fortalecer la propuesta en esta investigación, es importante determinar la calidad del producto y dar a conocer la importancia que tiene el tomate bajo otros nuevos procedimientos que pueden desarrollarse en México y en el mundo, que año tras año la producción ha visto un incremento al igual que las exportaciones del producto reflejándose de esta manera con mayores pérdidas de volúmenes en desecho del tomate al momento de aplicar los diferentes procesos de calidad en los empaques certificados y bandas de selección, considerándose como un producto con baja calidad (rezaga) o bien cuando la oferta del producto se incrementa existe la posibilidad de que este sea utilizado para la engorda de ganado de carne, existiendo la posibilidad de darle otro uso con un valor agregado mayor de acuerdo a los diferentes círculos sociales en las diferentes regiones del país se puede llevar a cabo la deshidratación de tomate que en los últimos años ha comenzado a tomar mayor importancia en las cocina gourmet sin que pierda los atributos nutricionales al igual que se puede usar en la preparación de mermeladas y pesto que algún que el tomate deshidratado no perdiendo su valor nutrimental.

En la amplia revisión que fue realizada para hacer un planteamiento innovador en la presente investigación se puede considerar que el producto de tomate en algunas circunstancias pierde su valor, considerando que para producir un m<sup>2</sup> se hacen fuertes inversiones sobre todo cuando se habla de una agricultura altamente tecnificada y asumiendo que es un producto que puede ser utilizado en diferentes formas siempre y cuando se cuente con la capacitación y tecnología bien experimentada se pueden manejar diferentes alternativas para hacer propuesta en las diferentes niveles de la sociedad, asumiendo que tendrán preferencia por alguna de estas.

Uno de los procesos de mayor interés en la industrialización de tomate se basa solamente en producir tomate para ser procesado y darle un valor agregado con las diferentes etiquetas que la industria registra para su proceso de comercialización en cátsup, purés y jugos. No descartando la posibilidad de ampliar a otros productos en la cadena de la Industria de productos procesados.

Las maneras en las que se puede utilizar la rezaga de tomate son en mermelada ya que no pide que el tomate cuente con características físicas específicas, el tomate deshidratado ya sea entero o en pedazos y el pesto que consiste en una salsa gourmet.

Para el proceso de la deshidratación del tomate se tiene que adquirir un implemento especializado para este proceso se puede ser establecido con los productores con poder adquisitivo ya que el implemento es una inversión mayor, no dejando la importante participación oficial de las instituciones de certificación SENACICA y COFEPRIS para que el tomate deshidratado pueda ser comercializado sin ningún problema.

Actualmente como el tomate deshidratado ha comenzado a tener presencia en el mercado como un importante producto Gourmet por lo que el precio pagado es elevado.

La mermelada es un producto que se puede elaborar con facilidad por lo tanto es muy recomendable tanto para productores con mayor poder adquisitivo, así como productores con menor poder adquisitivo.

El pesto siendo una salsa italiana se puede elaborar para ser vendida como una salsa Gourmet en los diferentes mercados.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES**

En el ciclo en el cual más se produce una mayor cantidad de tomate es bajo cielo abierto en O-I y bajo agricultura protegida es en el ciclo P-V.

La producción en México de tomate fue en aumento del 2010 a 2018 bajo la modalidad de agricultura protegida, sin embargo, en 2019 y 2020 manifestó una disminución bajo esta modalidad, por lo que se le atribuye al fenómeno Pandemia (COVID19) y por ende las importaciones tuvieron una baja sustantiva de 2010 a 2020.

Las exportaciones han ido en aumento a pesar del fenómeno pandemia (COVID19) ya que de acuerdo a la información oficial de los estragos causo que el precio del producto por bulto aumentara considerablemente en los mercados nacionales e internacionales.

El porcentaje mayor de las exportaciones es en el ciclo Otoño-Invierno se debe a que nuestro principal consumidor EE UU Prácticamente no produce la demanda requerida en época invernal ya que tiene problemas de producción por los fenómenos climáticos que se presentan en este ciclo.

La diversificación de las tecnologías y aun entre tecnologías similares, para la producción de tomates hace difícil la realización de un análisis de rentabilidad por promedio de producción y de las diferentes etiquetas de la calidad del fruto. Por lo que dificulta determinar este parámetro para cada una de las tecnologías de producción en esta investigación y elaborar su rentabilidad y costo-beneficio.

Las regiones que mayor producción reportaron fueron la 21 y 22 esto se debió que el mayor potencial se registra en Sinaloa el estado número uno en la producción de esta hortaliza.

La industrialización de productos está enfocada solo en cátsup, purés, y jugos, aunque en los últimos años se ha vuelto más popular el tomate deshidratado.

La deshidratación de tomate en sus diferentes conceptos sería una importante aportación al sector agroalimentario donde deberán contribuir las instituciones agrarias de nivel superior en los procesos de investigación y desarrollo.

## CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Agroproduce.2005** Sistema producto jitomate. Fundación produce Oaxaca, A.C., 3, 1-30.

**Agroware 2020** sembrar bajo cielo abierto o invernadero

**Alejandro Macias Macias.2003** Enclaves agrícolas modernos: el caso del jitomate mexicano en los mercados internacionales

**Andritsos, N., P.2003.** Damalapakis, Kolios N. Use of geothermal energy for tomato drying. GHC Bulletin, 9-13.

**Arayza. Ch. J. y Sánchez L.A. 2018** Horticultura doméstica, segunda edición editorial Trillas Mexico.

**Atlas agroalimentario 2010 2020**

[Atlas-Agroalimentario-2020.pdf](#)

**Avendaño, R. B. y Schwentesius, R. R. 2012.** El sector hortofrutícola mexicano de exportación: acciones y políticas para su fortalecimiento. *In:* políticas agropecuarias, forestales y pesqueras. Análisis estratégico para el desarrollo. Calva, J. L. (Coord.). 9. Juan Pablos (Ed.). México, DF. 305-319

Barrantes 2015.

**Candelas-Cadillo, 2005 M.G., Alanís-Guzmán, M.G.J., Bautista-Justo, M., Del Río-Olague, F., GarcíaDíaz C.** Contenido de licopeno en jugo de tomate secado por aspersión. Rev. Mex. Ing. Quím., 4, 299-307..

**FAO 2021** Importaciones, exportaciones y producción

<https://www.fao.org/faostat/es/#compare>

**FAO: 2021**

[https://www.fao.org/faostat/es/#rankings/countries\\_by\\_commodity](https://www.fao.org/faostat/es/#rankings/countries_by_commodity)

**FIRA:** Panorama Agroalimentario Tomate Rojo 2019

<https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2019/06/Panorama-Agroalimentario-Tomate-rojo-2019.pdf>

Panorama Agroalimentario Tomate Rojo 2016

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama\\_Agroalimentario\\_Tomate\\_Rojo\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama_Agroalimentario_Tomate_Rojo_2016.pdf)

**Geankoplis, G. C.** Procesos de transporte y operaciones unitarias. Editorial CECSA, México, 1998.

**Goula, A., Adamopoulos K.G.** 2005 Spray drying of tomato pulp in dehumidified air: I. The effect on product recovery. J. Food Eng., 66, 2-34, 2005.

**Hernández J.R. Pesto** rojo o rosso.

<https://gastronomiaycia.republica.com/2010/09/07/pesto-rojo/https://www.recetasderechupete.com/pesto-rosso-rojo-salsa-italiana/17091/>

**Ibarra, C. J 1990.** Antecedentes, Evolución y comportamiento de la horticultura sinaloense (Notas Técnicas), CNPH.

**Iliana M.M 2022** Competitividad del tomate rojo de México en el mercado internacional: análisis 2003-2017

**INFOAGRO 2016.** Principales variedades de tomate y su relación en el mercado internacional.

**INTAGRI. 2017.** Tipos y Especialidades de Tomate. Serie Hortalizas Núm. 13. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.

<https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/tipos-y-especialidades-de-tomate>.

<https://mexico.infoagro.com/principales-variedades-de-tomate/>

**Karina Reyes Mermelada** de tomate 2022

<https://www.mundodeportivo.com/uncomo/comida/receta/como-hacer-mermelada-de-tomate-23064.html>

**LInny K. 2015** Inicio de la comercialización

**MAYRA.G.2009** Deshidratado de tomate Saladette en un secador de charolas giratorias [http://jupiter.utm.mx/~tesis\\_dig/10991.pdf](http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10991.pdf) (13-19 30,64)

**McCabe, W.L., Smith, J.C., Harriot, P.** Operaciones unitarias en ingeniería química. McGrawHill, 1998.

**Ministerio de agricultura pesca y alimentación riego por gravedad**

<https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/material-de-riego/riego-gravedad.aspx#:~:text=La%20caracter%C3%ADstica%20principal%20del%20riego,en%20el%20perfil%20del%20suelo>

**NOVAGRI 2015** beneficios de las cubiertas de plástico en acolchado.

<https://www.novagric.com/es/blog/articulos/beneficios-cubiertas-plasticas-acolchado#:~:text=El%20acolchado%20es%20una%20t%C3%A9cnica,el%20desarrollo%20de%20la%20planta>.

**PROFECO 2020** Jitomate versátil y Nutritivo.

<https://www.gob.mx/profeco/articulos/jitomate-versatil-y-nutritivo?state=published>

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-39252003000100004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252003000100004)

**Revista mexicana de ciencias agrícolas 2018** Diseño e instalación de un sistema de control automático de malla sombra

<http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/1534/2556>

### **Revista Técnico Ambiental. 2002**

<http://www.teorema.com.mx/cienciaytecnologia/fertirriego-vanguardia-en-produccion-y-calidad-de-cultivos/>

**Rajkumar, P.** Comparative performance of solar cabinet, vacuum assisted solar and open sun drying methods. Tesis de Maestría, McGill University, Montreal Canada, 2007a.

**Sacilik, K., Keskin, E.A., Konuralp, R.** Mathematical modelling of solar tunnel drying of thin layer organic tomato. J. Food Eng., 73, 231-238, 2006.

### **SADER 2018** agricultura protegida con macro túneles

<https://www.gob.mx/agricultura/michoacan/articulos/agricultura-prottegida-con-macrotuneles?idiom=es#:~:text=Los%20Macrot%C3%BAneles%20son%20estructuras%20econ%C3%B3micas,proteger%20con%20pl%C3%A1stico%20y%20malla.>

### **SAGARPA** Planeación agrícola 2017-2030

**SENASICA** La aplicación de sistemas de protección garantiza la disposición de frutas y verduras todo el año

<https://www.gob.mx/senasica/articulos/conoce-que-es-la-agricultura-prottegida?idiom=es#:~:text=La%20agricultura%20prottegida%20es%20aquella,clima%20casionan%20a%20los%20cultivos.>

**Sánchez L.A. 2020.** Paquete tecnológico para las diferentes regiones productoras de Mexico incorporando al sistema productivo las nuevas variedades de tomate Bola “Beef” VILLA NARRO® Y SofiMely® 2020.

**Sánchez, L.A. 2010** Curso de Capacitación a Productores del Suroeste de Coahuila 2010, Manejo de Tomate bajo condiciones de cielo abierto y de agricultura de ambiente controlado pgs.1-43.

**Sharma, S., Mulvaney, S., Rivzi, S.** Ingeniería en Alimentos. Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio. Limusa Wiley, 2003.

### **SIAP contribución de las diferentes variedades de tomate 2021**

<https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

**SIAP.** 2021 Comportamiento del PIB Agroalimentario al tercer trimestre de 2021  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/685842/PIB\\_Agroalimentario\\_3erTrim\\_21.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/685842/PIB_Agroalimentario_3erTrim_21.pdf)

**SNIIIM (2022)** Secretaría de Economía. Servicio de Información e Integración de Mercados.

### **Soluciones hidráulicas 2019**

<https://www.solucioneshidraulicas.es/el-riego-por-inundacion-o-de-superficie/>

**Unadi, A., Fuller, R.J., Macmillan, R.H.** Strategies for drying tomatoes in a tunnel dehydrator. Drying Tech., 7, 1407-1425, 2002.

**Wuibul A. Gould** 1983. Tomato Production Processing and Quality