

Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

CRIA ORIENTE- CADENA DE TOMATE



Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.

Investigador Principal/ CUNORI

Ing. Agr. Eduardo René Solís Fong

Investigador Asociado/ CUNORI

Ing. Agr. Alan David José Pinto Vargas

Chiquimula, noviembre de 2020



“Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de esta publicación es responsabilidad de su(s) autor(es) y de la institución(es) a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan”.

Sigla y Acrónimos

CRIA	Conorcios Regionales de Investigación Agropecuaria
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
USAC	Universidad San Carlos de Guatemala
CUNORI	Centro Universitario de Oriente.

Índice

Contenido	Pág.
RESUMEN	1
ABSTRACT	3
1. INTRODUCCIÓN	4
2. JUSTIFICACION	7
3. MARCO TEÓRICO	8
3.1 Origen del tomate	8
3.2 Importancia del cultivo de tomate	9
3.3 Morfología y características deseables en cultivares para industria. .	11
3.4 Clasificación de tomate para industria.	14
3. 5 Productos derivados del tomate.	15
3.6 Generalidades del cultivo de tomate	25
3.7 Etapas fenológicas del tomate	29
3.8 Requerimientos edafoclimáticos	31
3. 9 Interacción ecológica	35
4. MARCO REFERENCIAL	41
4.1 Ubicación geográfica del área.....	41
5. MARCO METODOLÓGICO	44
5.1 OBJETIVOS	44
5.2 HIPOTESIS	45
5.3 MATERIALES A EVALUAR.....	45
5.4 MÉTODOS DE TRABAJO	48
5.4.1 Fase 1: Características agronómicas y rendimiento kg/ha. relación beneficio costo.	49
5.4.2 Fase 2: Características de Proceso (organolépticas y físico- químicas) del fruto	52

5.4.3	Fase 3: Evaluación sensorial de la pasta de tomate	54
5.5	Análisis de la información	56
5.6	Manejo del Experimento.....	57
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
6.1	Rendimiento del cultivo de tomate.	59
6.2	Altura de planta.....	63
6.2.1	A los 30 días después de trasplante.....	63
6.2.2	A los 60 días después de trasplante.....	65
6.3	Diámetro de tallo	67
6.3.1	A los 30 días después de trasplante.....	67
6.3.2	A los 60 días después de trasplante	69
6.4	Calidad del fruto.....	72
6.5	Grados Brix de fruto	74
6.6	pH de fruto	76
6.8	Fase 3: Evaluación sensorial de la pasta de tomate	78
6.9	Relación Beneficio/Costo	80
7	CONCLUSIONES	84
8	RECOMENDACIONES	86
9	BIBLIOGRAFÍAS	87
10	ANEXOS	91

EVALUACION DE RENDIMIENTO Y CALIDAD ORGANOLEPTICA DE CINCO CULTIVARES DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) PARA PASTA, EN DOS LOCALIDADES EN EL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA.

Ing. Agr. Eduardo René Solis Fong ¹

Ing. Agr. Alan David José Pinto Vargas ²

Resumen

El objetivo principal de la presente investigación es el de generar información agronómica, organoléptica y fisicoquímica de cinco cultivares comerciales de tomate tipo industrial.

Para el desarrollo de la investigación, se montaron dos ensayos bajo condiciones controladas en dos localidades, siendo estas San Esteban y Quezaltepeque, pertenecientes al departamento de Chiquimula, en las cuales se evaluaron cinco cultivares de tomate (HM 3888, HM 3887, HM 9905, HM 58801 y HM 58811) para proceso de pasta. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar, por lo cual para cada uno de los bloques se identificaron parcelas principales y subparcelas, considerando cinco repeticiones y cinco tratamientos en cada localidad. Como variables de respuesta se evaluaron: rendimiento (kg. /ha), calidad de fruto y tallo (diámetro transversal del fruto, largo del fruto, altura de planta, pH y grados brix).

De acuerdo con los resultados estadísticos, si presentan diferencias significativas en las variables rendimiento, altura a los 30 días después del trasplante, diámetro a los 30 y 60 días después del trasplante y calidad del fruto y no se presentó diferencia significativa en la variable altura a los 60 días, esto debido a que las medias de las alturas manifestaron un comportamiento similar, tampoco se

¹ Investigador Principal del CUNORI

² Investigador Asociado del CUNORI

presentaron diferencias significativas en las variables grados brix y pH del fruto esto fue debido a que los materiales expresaron su potencial en calidad genética en ambas localidades, pues son materiales específicos para el proceso de pasta. Los cultivares que presentaron mayor media de rendimiento y calidad de fruto fueron HM 58801, HM 4909 y HM 58811 en las dos localidades del departamento de Chiquimula.

En cuanto a la variable rendimiento los cultivares que presentaron mayor media de rendimiento para las dos localidades fueron HM 58801 y H, 4909 en localidad que presentó el mayor rendimiento fue San Esteban; con un rendimiento medio de 51,414.14 Kg/Ha y 49,640.15 kg/Ha respectivamente, presentando la mejor relación beneficio costo con valores de 1.67 y 1.61 respectivamente.

Abstract

The main objective of this research is to generate agronomic, organoleptic and physicochemical information on five commercial industrial-type tomato cultivars.

For the development of the research, two trials were set up under controlled conditions in two locations, these being San Esteban and Quezaltepeque, belonging to the department of Chiquimula, in which five tomato cultivars were evaluated (HM 3888, HM 3887, HM 9905, HM 58801 and HM 58811) for pulp processing. The experimental design used was that of complete random blocks, for which, for each of the blocks, main plots and subplots were identified, considering five replications and five treatments in each locality. As response variables, the following were evaluated: yield (kg / ha), fruit and stem quality (cross-sectional diameter of the fruit, fruit length, plant height, pH and brix degrees).

According to the statistical results, if they present significant differences in the variables yield, height at 30 days after transplantation, diameter at 30 and 60 days after transplantation and fruit quality and there was no significant difference in the variable height at the 60 days, this because the means of the heights showed a similar behavior, there were no significant differences in the variables degrees Brix and pH of the fruit, this was because the materials expressed their potential in genetic quality in both locations, since they are specific materials for the pasta process. The cultivars that presented the highest average yield and fruit quality were HM 58801, HM 4909 and HM 58811 in the two localities of the department of Chiquimula.

Regarding the yield variable, the cultivars that presented the highest average yield for the two localities were HM 58801 and H, 4909 in the locality that presented the highest yield was San Esteban; with an average yield of 51,414.14 Kg / Ha and 49,640.15 kg / Ha respectively, presenting the best cost-benefit ratio with values of 1.67 and 1.61 respectively.

1. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum*) está identificado internacionalmente bajo la subpartida arancelaria 070200. Está considerada como la hortaliza más importante del mundo, dada la variedad de usos y su generalizado consumo. Perteneciente a la familia de las solanáceas, es originario de la América andina, pero fue en México donde se adaptó para el cultivo, y posteriormente fue llevado por españoles y portugueses al resto del mundo.

En Guatemala se ha convertido en una hortaliza de mucha importancia en los últimos años, de acuerdo a los aspectos productivos los volúmenes de producción que se generan han logrado abastecer la demanda el país, además se ha logrado exportar volúmenes considerables a países como el Salvador y Estados Unidos y otros.

La producción nacional se encuentra distribuida de la siguiente forma: Jutiapa 20%, Baja Verapaz 20%, Chiquimula 11%, Guatemala 8%, Zacapa 7%, El Progreso 6%, Alta Verapaz 6%, Jalapa 5% y los demás departamentos de la República suman el 17% restante.

Sin embargo, se observa que en el año 2013 el área sembrada eran 12,700 manzanas, en el año 2017 se contabilizaron 11,700 manzanas, obteniendo una reducción de área de 1000 manzanas. Además, es conveniente resaltar la fluctuación de precios en los mismos años de 128.58 en el año 2013, en el año 2016 fue de 124.38, pero en los años 2014 y 2015 se comportó en 105.21 y 103.52 respectivamente.

Además, existe una amplia variedad de tomates, y su consumo se reparte en dos grandes grupos de acuerdo con su uso, se puede hablar de tomates para consumo en fresco, consumiéndose como fruta, o de diversas formas en ensaladas

acompañando otros vegetales, o utilizando algunos híbridos pequeños como el Cherry combinándolo con quesos, o en preparaciones caseras para acompañar multitud de platos, etc.

El segundo gran uso del tomate es para la industria, donde debido a sus innumerables características de sabor, dulzura, acidez, color, sólidos, etc. se ha posicionado como el rey de las salsas y pastas para combinar en diversas preparaciones culinarias.

La cadena del tomate del Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria – CRIA- oriente, en talleres realizados sobre análisis de la situación actual del cultivo y la identificación de los problemas y líneas de investigación. Sugiere generar alternativas que vengán a contribuir a que la fluctuación de precios de venta en los últimos años, se estabilice, y que las cantidades de siembra a nivel nacional no disminuyan

El objetivo principal de esta investigación, es generar alternativas e información sobre el rendimiento de cultivares de tomate para proceso, en dos localidades del departamento de Chiquimula, analizar la calidad organoléptica del fruto de tomate, así como su respectivo proceso para determinar la preferencia y aceptación de la pasta de los diferentes cultivares.

La metodología que se utilizará para evaluar el rendimientos y características agronómicas de los cultivares de tomate, consistirá en el establecimiento de dos parcelas con un área de 1008 m², cada una, la evaluación consistirá en el establecimiento dos localidades de tomate bajo el diseño de bloques con cuatro repeticiones, en las que se cuantificarán las variables de rendimiento, calidad de planta y la relación beneficio costo como indicador financiero.

Las localidades se establecerán en el mes de septiembre de 2019 a enero de 2020, una en la aldea Los Encuentros Abajo, municipio de Quezaltepeque y la otra en la aldea San Esteban del municipio de Chiquimula, departamento Chiquimula.

2. JUSTIFICACION

Uno de los cultivos de relevancia en la economía de Guatemala es el tomate (*Solanum lycopersicum*), cultivándose en los siguientes departamentos: Jutiapa 20%, Baja Verapaz 20%, Chiquimula 11%, Guatemala 8%, Zacapa 7%, El Progreso 6%, Alta Verapaz 6%, Jalapa 5% y los demás departamentos de la República suman el 17% restante, haciendo importante en la generación de fuentes de trabajo y recursos financieros para una buena parte de familias en cada región.

La escasa planificación en relación a las fechas de siembra por parte de los productores y asociaciones del cultivo de tomate, han provocado que la fluctuación de los precios sea muy inestable con alzas y subidas considerables en poco tiempo. Esto se puede considerar a la saturación del producto en los diferentes mercados del país.

Una de las alternativas es generar otras alternativas, producir tomate para proceso, en el cual se puede considerar un buen número de productores se dediquen únicamente al sostenimiento de este mercado que, en Guatemala, es vital explorar y fortalecerlo.

Con esta investigación se pretende generar información del rendimiento de diferentes cinco cultivares de tomate para proceso, como alternativas para los agricultores, y poder así asegurar una relación beneficio costo aceptable, en el cual el agricultor recupere el capital invertido y ganancia considerable.

La localidad donde se propone realizar la evaluación, es en el municipio de Ipala y San Esteban, Chiquimula del departamento de Chiquimula, ya que estos municipios son zonas productoras en donde reúnen las características y condiciones edafoclimáticas ideales para evaluar la adaptabilidad, en función del rendimiento y características agronómicas de cada variedad.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Origen del tomate

El tomate pertenece a la familia de las Solanáceas (Peralta et al., 2006). Si bien existen 9 especies del género *Solanum*, sólo *Solanum lycopersicum* es cultivada comercialmente como hortaliza (Peralta y Spooner, 2000). Es originario de América, más específicamente de la zona andina de Perú, Ecuador, Colombia, Bolivia y Chile, desde donde se extendió al resto de América Central y meridional (Nuez, 1995). Los españoles apreciaron rápidamente las cualidades organolépticas del tomate, que ya se consumía en México desde 700 años a C. Su introducción en Europa se produjo en el siglo XVI.

Existen evidencias arqueológicas que demuestran que el tomate fue cultivado y usado por los pueblos originarios mesoamericanos, donde se consumían tomates de distintas formas y tamaños, incluyendo tomates verdes, rojos y amarillos. Durante el siglo XVI fue introducido el tomate en España e Italia, siendo Sevilla el primer lugar al que llegó en 1540, que es uno de los principales centros de comercio internacional. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá (Origen del tomate... s.f).

El género comprende 9 especies, 8 de las cuales se han mantenido dentro de los límites de su lugar de origen. Durante el periodo precolombino se avanzó bastante en la domesticación del cultivo. Numerosos textos del siglo XVI hacen referencias a la diversidad que encontraron los primeros europeos en el nuevo mundo. Posteriormente en Europa su evolución fue mucho más intensa a partir del desarrollo científico. Hasta entonces el proceso de mejora se realizó de forma intuitiva con la noción de que los descendientes se parecen a sus padres, pero sin una clara comprensión de las leyes de la genética. A partir del trabajo de sucesivas generaciones de agricultores se fueron produciendo distintas variedades en diferentes ambientes y en base a los gustos de diferentes poblaciones humanas (Cubero, citado por Gonzales s.f).

3.2 Importancia del cultivo de tomate

El tomate es actualmente una de las hortalizas más importantes en el mundo, tanto si se considera el consumo en fresco como la industrialización. Anualmente se producen más de 150 millones de toneladas de tomate en el mundo, de las cuales el 25% se destinan a la industria. De esta fracción, más del 70% se deriva a la elaboración de pasta de tomate, al tiempo que el resto se utiliza en conservas, jugo de tomate, salsas y deshidratados (Asociación Tomate 2000. 2014). Sólo diez países concentran el 90% de la producción de tomate para industria. Aproximadamente el 90-92% del total producido se cultiva en el hemisferio Norte, donde la cosecha se concentra en los meses de Julio, agosto y septiembre. La posición líder la ocupa Estados Unidos (particularmente el estado de California) con un 35% de la producción total, seguido por China (13%), Italia (12%) y Turquía (Tabla 1). El resto se cosecha en el hemisferio sur (Chile, Brasil, Argentina, Australia) en el período Enero-Abril (World Processing Tomato Council, 2015). China se presenta como el actor más importante del mercado, con ventas de más de un millón de toneladas en los últimos tres años. Le sigue Italia, con exportaciones que rondan las 650 mil toneladas y Estados Unidos con cerca de 350 mil toneladas en las últimas dos temporadas. Más abajo se encuentran Portugal y España, con ventas cercanas a 200 mil toneladas en el último año y Chile, con cifras crecientes y alrededor de 100 mil toneladas en 2012 (FAOSTAT, 2015). En el plano de las importaciones de pasta de tomate, Alemania se posiciona como el principal país importador, con 218 mil toneladas en 2012 (World Processing Tomato Council, 2015).

El cultivo de tomate en Guatemala tiene una trascendencia económica y social muy importante, ya que una parte considerable de la población económicamente activa se encuentra relacionada directa o indirectamente con la producción o comercialización de este cultivo. Es una importante fuente de empleos para las familias, quienes prestan su mano de obra en todas y cada una de las fases del cultivo (Importancia Económica de la Producción... 2009).

En Guatemala se ha convertido en una hortaliza de mucha importancia en los últimos años, de acuerdo a los aspectos productivos los volúmenes de producción que se generan han logrado abastecer la demanda el país, además se ha logrado exportar volúmenes considerables a países como el Salvador y Estados Unidos y otros.

La producción nacional se encuentra distribuida de la siguiente forma: Jutiapa 20%, Baja Verapaz 20%, Chiquimula 11%, Guatemala 8%, Zacapa 7%, El Progreso 6%, Alta Verapaz 6%, Jalapa 5% y los demás departamentos de la República suman el 17% restante.

El 72.1% de la superficie cosechada se encuentra concentrada en 7 departamentos: Jutiapa 20.2%, Baja Verapaz 17.3%, Chiquimula 8.9%, Guatemala 7.1%, Alta Verapaz 6.5%, El Progreso 6.1% y Jalapa 6%. (Agro en Cifras 2016)

Sin embargo, se observa que en el año 2013 el área sembrada eran 12,700 manzanas, en el año 2016 se contabilizaron 11,700 manzanas, obteniendo una reducción de área de 1000 manzanas. Además, es conveniente resaltar la fluctuación de precios en los mismos años de 128.58 en el año 2013, en el año 2016 fue de 124.38, pero en los años 2014 y 2015 se comportó en 105.21 y 103.52 respectivamente.

Además, existe una amplia variedad de tomates, y su consumo se reparte en dos grandes grupos de acuerdo con su uso, se puede hablar de tomates para consumo en fresco, consumiéndose como fruta, o de diversas formas en ensaladas acompañando otros vegetales, o utilizando algunas cultivares pequeñas como el Cherry combinándolo con quesos, o en preparaciones caseras para acompañar multitud de platos, etc.

La principal procedencia y destino del comercio exterior de tomate es, en importaciones Honduras y en exportaciones Estados Unidos y principalmente El Salvador.

El sector productivo tomatero se ve afectado por el insuficiente desarrollo en sus relaciones de intercambio con la industria, ya que existe un alto grado de desvinculación entre las actividades primarias, de transformación, distribución. La organización y capacitación de los productores han sido insuficientes, en general son necesarios para mejorar su capacidad de negociación en sus transacciones comerciales (Importancia Económica de la Producción... 2009).

3.3 Morfología y características deseables en cultivares para industria.

La planta de tomate es de porte arbustivo (Figura 1A) y perenne, aunque se la cultiva como anual (California Tomato Growing Association, 2015). Puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta. La planta posee un sistema radicular con una raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Su tallo principal posee un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias (Nuez, 1986).

En la parte distal se encuentra el meristema apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (Freeman et al., 2015). Consta de hojas compuestas e imparipinnadas, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares (Figura 1B). Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo.

Por fuera del mesófilo o tejido parenquimático se ubica la epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos (Nuez, 1986). La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada,

es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal. Su flor es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal (Figura 1C). Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso, es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta (Figura 1D). Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Nuez, 1986).

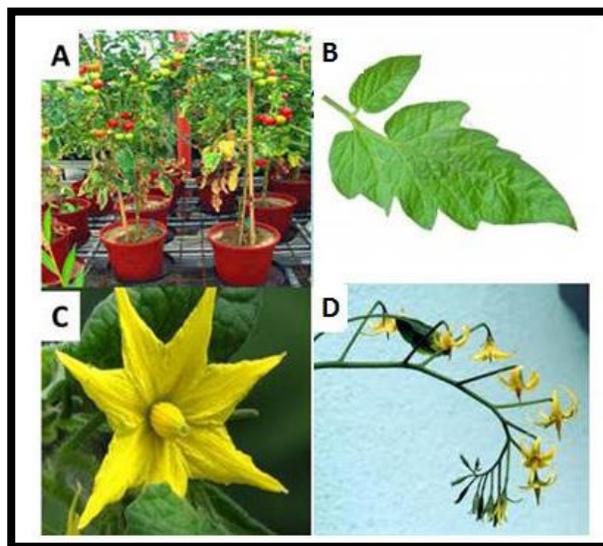


Figura 1. A. Morfología de la planta de tomate, B. Hoja, C. Flores, D. Inflorescencia.

El fruto es una baya bi- o pluri-ocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos, en función de la variedad y las condiciones de desarrollo. Se requieren de 3 a 4 meses desde el momento de la siembra para producir la primera fruta madura (Freeman et al., 2015). Las bayas están constituidas por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas (Figura 3). El pericarpio está compuesto por la pared externa, las paredes radiales o septos que separan los lóculos y la pared externa o columela. Está compuesto por un exocarpo o piel, un mesocarpo parenquimático y el endocarpo que rodea a los lóculos (Nuez, 1986).

Un fruto normal posee, al menos dos lóculos. Estos contienen a las semillas rodeadas de una masa gelatinosa de células parenquimatosas. El tiempo de desarrollo hasta alcanzar el fruto maduro es de aproximadamente 7 a 9 semanas, en función del cultivar, posición en el racimo y las condiciones ambientales (Freeman et al., 2015). El crecimiento del fruto se ajusta a una curva sigmoide simple que puede dividirse en tres etapas. El primer período, de crecimiento lento, dura 2 o 3 semanas y cuando termina, el peso del fruto es inferior al 10% del peso final.

El segundo período, de crecimiento rápido, dura 3 o 5 semanas y se prolonga hasta el inicio de la maduración (Hartz et al., 2015). Alcanzando en este tiempo prácticamente el máximo desarrollo. La última etapa, de crecimiento lento, dura aproximadamente 2 semanas, en la que el aumento en el peso del fruto es pequeño, produciéndose cambios metabólicos característicos de la maduración. El tamaño final que alcanza el fruto está estrechamente relacionado con el número de semillas y con el número de lóculos. El número de semillas varía entre 50 y 200, dependiendo del cultivar y de las condiciones del cultivo (Nuez, 1986).

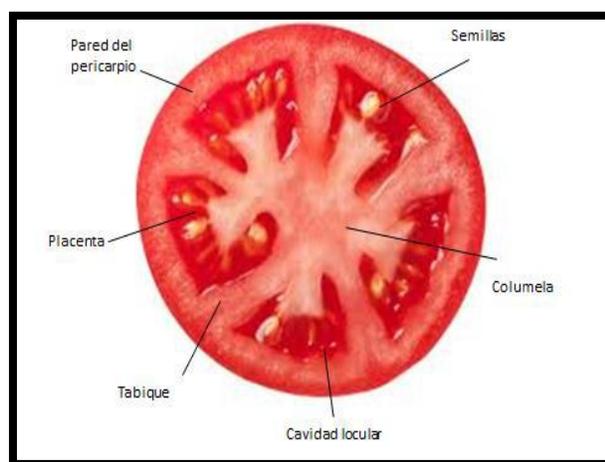


Figura 2. Morfología del fruto de tomate.

Dentro de las características deseadas para los cultivares de tomate para industria se destacan el rendimiento, la calidad industrial y la adecuación a sistemas de recolección y manejo mecánico (Srinivasan, 2010). Se han sugerido pautas a tener en cuenta a la hora de desarrollar cultivares para el procesamiento:

1. Corto período de cuajado y uniformidad en la maduración.
2. Buen comportamiento frente a enfermedades y plagas
3. Adaptación a la cosecha mecánica y manipulación a granel.
4. Frutos con ausencia de cicatrices en el extremo floral y baja susceptibilidad al rajado.
5. Cicatrices pedunculares pequeñas, con baja tendencia a pardear y correcta abscisión.
6. Frutos color rojo brillante fáciles de pelar, uniformes y con tamaño mayor a 50 g.
7. Frutos con contenidos de sólidos solubles superiores a 5% y sólidos insolubles superiores a 1%.
8. Elevada acidez 0,35-0,55% de ácido cítrico y pH bajo < 4,4 y alto contenido de vitamina C (>200 mg kg⁻¹).
9. Frutos con buena resistencia a los tratamientos térmicos.

3.4 Clasificación de tomate para industria.

Todo sistema de clasificación se basa en la obtención de una muestra aleatoria y representativa. La mayoría de las muestras se toman de cajas o jaulas. Si los tomates se muestrean el tamaño depende del número de toneladas de la carga. Si el número de toneladas es de 1 a 10, debe extraerse una muestra de 20 kilos (Gould, 1991). En algunos casos se emplea una pala para recoger la muestra. El muestreador Davis es un dispositivo de muestreo mecánico. Parece ser el método fiable para el muestreo de cargas a granel. Es electrónico y está operado

hidráulicamente por medio de pulsadores. La sonda es capaz de tomar muestras de productos de hasta un metro de profundidad y puede ser detenida en cualquier punto en particular. Una desventaja de este método es su elevado costo. También algunos tomates son cortados por lo que deben excluirse en la puntuación de defectos durante el proceso de clasificación

Las primeras normas de clasificación de tomate para industria se publicaron en 1926 en Estados Unidos. Poco después de la emisión de estas normas, conserveros comenzaron a comprar tomates sobre la base de grados. Uno de los sistemas empleados en ese país segrega a los frutos en 4 grados a partir del desarrollo de color, presencia de podredumbres, manchas, daños internos, presencia de pedúnculo, tamaño y magulladuras:

- (1) Categoría A: consiste en tomates libres de gusanos, ataque de hongos y que presentan otros defectos comprometiendo un área menor a 5%.
- (2) Categoría B: Frutos libres de gusanos y con otros defectos afectando un área de 5 y 20%.
- (3) Categoría C: los frutos libres de gusanos, pero con podredumbres que no afecten más del 20% del fruto.
- (4) Categoría D: Son aquellos tomates que están verdes o que presentan más de 20% de su área afectada.

3. 5 Productos derivados del tomate.

El tomate es un fruto muy versátil a partir del cual pueden obtenerse productos con o sin concentración. El Código Alimentario Argentino (CAA, 1969) establece que para ambos tipos de productos se deben emplear frutos sanos, maduros, y limpios,

libres de pedicelo, semillas y cálices que respondan a las exigencias de recuentos de mohos por el método de Howard-Stephenson, que contengan menos de 0,5% de cenizas insolubles y menos de 6% de su peso seco de almidón. A continuación, se describen las principales conservas de tomate:

a. Productos sin concentración:

- 1-Enteros (con y sin piel)
- 2-En trozos (con y sin piel)
- 3-Cubeteados
- 4-Triturado
- 5-Pulpa de tomate

a.1) Tomates enteros y en trozos:

En los enteros se admite hasta un 25% de unidades rotas a las que les falte no más del 30% del largo. Los tomates con piel podrán ser solo categoría Elegido y los sin piel podrán tener para la calidad: Elegido hasta 10 cm² de piel suelta o adherida por kg y para la calidad común hasta 26 cm² de piel suelta o adherida por kg y hasta un 20% de unidades que se aparten del color natural. Por su parte, en los tomates en trozos la medida inferior no podrá ser menor a 3 cm. En este caso también existirá 1 único grado de selección (CAA, 1969). Para ambos tipos y grados de selección el pH estará comprendido entre 3,5 y 4,5. La cantidad de campos positivos de mohos no será superior al 50% (Método de Howard-Stephenson). Podrán ser envasados:

- 1) En su jugo con NaCl hasta 1%, edulcorantes y sales de calcio (0,045%), Los sólidos solubles del jugo entre 4,20 y 6,5% libres de cloruro de sodio, el extracto seco total libre de cloruro de sodio y azúcar será superior a 5%

2) Con puré de tomate: los sólidos solubles del jugo contenido en el envase deberán ser mayores de 6,0% libre de cloruro de sodio y el extracto seco total, libre de cloruro de sodio y azúcares agregados, no será inferior a 6,9 por ciento.

3) Con salsa de tomate: los sólidos solubles del jugo contenido en el envase deberán ser mayores de 7,5 por ciento libre de cloruro de sodio y el extracto seco total, libre de cloruro de sodio y azúcares agregados, no será inferior a 8,5 por ciento.

Estos productos se rotularán como "Tomates pelados" o "con piel" según corresponda, el Tipo (entero o en trozos) y el grado de selección.

a.2) Tomates cubeteados:

En este caso el producto posee trozos no mayores de 2 cm, envasados en su propio jugo, puré o salsa de tomate. El NaCl se limita al 1% y el calcio en este caso a 0,08%. La piel suelta o adherida no deberá ser mayor a 26 cm²/kg de producto.

Para los tres tipos de producto antes mencionados (enteros, en trozos y cubeteados) el contenido de tomate escurrido de cada envase (obtenido escurriendo el producto por tamiz de 1 mm durante dos minutos) no será menor del 56% del volumen total y el contenido neto total no será inferior al 90% de la capacidad del envase. En el envase deberá constar el peso total y el peso neto escurrido del producto".

a.3) Triturado de tomate y pulpa de tomate:

El tomate triturado se elabora por trituración mecánica de tomates hasta no más de 5%. La pulpa es el producto elaborado con el mesocarpio de tomates frescos, sanos, maduros, limpios, pasado a través de un tamiz de malla no menor de 1 mm. Podrá haber sido adicionada de NaCl hasta 5,0%; ácido cítrico, tartárico, málico, láctico o sus mezclas hasta pH menor de 4,5 y ácido L-ascórbico como antioxidante (CAA, 1969). El extracto seco libre de cloruro de sodio estará comprendido entre 5,00 y 8,36%. No deberá contener más que 50% de campos positivos de mohos (método de Howard-Stephenson). Podrá concentrarse en caso de ser necesario.

b. Concentrados de tomate:

Son productos obtenidos por concentración del jugo y pulpa, que normalmente contienen en sus proporciones naturales los tomates frescos, maduros, sanos, limpios, tamizados a través de una malla no mayor de 1 mm. Los concentrados de tomate podrán haber sido adicionados de NaCl hasta 5,0% y con ácidos cítrico, tartárico, láctico, málico o sus mezclas, en cantidad suficiente para lograr un pH no mayor de 4,5 y ácido L-ascórbico en su condición de antioxidante (quantum satis). Los concentrados estarán libres de fragmentos de piel, semillas, restos de fruto o de la planta de tomate observables a simple vista. El producto con una concentración de 8,37 a 9,37%, no presentará más que 60% de campos positivos de mohos (método de Howard-Stephenson) (CAA, 1969). Estarán libres de colorantes agregados, estabilizantes, espesantes. De acuerdo al contenido de extracto seco libre de cloruro de sodio se reconocen los siguientes concentrados de tomate:

1. Puré de tomate: cuando contenga entre 8,37 y 11,99%.
2. Salsa de tomate: cuando contenga entre 12,0 y 15,99%.

3. Extracto simple de tomate: cuando contenga entre 16,0 y 28,0%
4. Extracto doble de tomate: cuando contenga entre 28,1 y 36,0%.
5. Extracto triple de tomate: cuando contenga más de 36,0%.
6. Extracto deshidratado de tomate: cuando sea no menor a 80,0%.

En todos los casos se deberá consignar en el rótulo el extracto seco libre de cloruro de sodio.

c. Pasta de tomate:

Los primeros pasos son similares a los empleados en la elaboración de pulpas. De todos modos, en la concentración final se prefiere una olla a baja presión debido a que permite la remoción de agua a menor temperatura conservando mejor las propiedades (López, 1987). Los sistemas de concentración por presión reducida pueden ser de simple, doble o múltiple efecto, lo que indica el número de etapas en las que se realiza el proceso. Los sistemas de concentración pueden clasificarse también en sistemas continuos y discontinuos.

Los equipos discontinuos o “en batch” son particularmente útiles en el caso de volúmenes pequeños o cuando la industria elabora muchos productos diferentes. Consisten en pre-concentradores de gran capacidad que alimentan a otros evaporadores secundarios. Los concentradores suelen poseer tubos verticales que facilitan la remoción de agua. Cuando la pulpa se pre-concentró se transfiere a pailas encamisadas para finalizar el proceso de concentración.

Estas presentan agitadores para prevenir el pegado y quemado. En la parte superior poseen domos que permiten la eliminación del vapor a través de un ducto. Este vapor se emplea para calentar los pre-concentradores. A medida

que la pulpa se concentra se toman muestras para controlar el nivel de sólidos. Por su parte las de las plantas continuas realzan el proceso sin interrupciones, reduciendo los tiempos muertos y aumentando la capacidad operativa.

Independientemente del método de concentración, la acidez se va incrementando. Por ello, neutralizan parte de la acidez para mejorar tanto el color como el sabor. La cantidad de neutralizante a adicionar depende de la acidez inicial del producto y del grado de concentración deseado. Tanto el carbonato como el bicarbonato, provocan una liberación de gas, por lo que deben agregarse con precaución en pequeñas porciones y gradualmente durante la evaporación (López, 1987). La sal debe agregarse cerca del final de la evaporación asegurándose su completa disolución.

c.1 Factores a considerar para la calidad de tomate para el proceso:

➤ Color

El color es uno de los factores de calidad más importantes en alimentos (CODEX STAN57, 1981). En el caso de frutos de tomate se debe a la presencia de carotenos y xantófilas. Los mismos son polienos de un color amarillo a rojo. Si bien se han aislado muchos compuestos diferentes los más importantes son el licopeno (80-85% del total), el α - y β -caroteno (Nuez, 1986). Su contenido es mayor en la piel que en la zona locular (Gould, 1991).

Los niveles de carotenoides se ven afectados por diversos factores como el genotipo, el estado de madurez y las condiciones de manejo y maduración en planta. Los frutos grandes suelen mostrar niveles algo más alto de carotenos que los pequeños. La fertilización afecta solo en forma ligera el contenido de carotenos en tomate. La fruta cosechada en estado verde maduro y luego madurada fuera de la planta acumula niveles inferiores de caroteno que los frutos cosechados con madurez plena (Kader, 2002). Los

carotenoides son solubles en éter, cloroformo, benceno y otros disolventes orgánicos. Son químicamente mucho más estables que otros pigmentos como la clorofila y antocianinas. Sin embargo, pueden degradarse en parte en condiciones de tratamientos térmicos con bajos niveles de Aw y en presencia de oxígeno y iones metálicos como el cobre y el hierro. La determinación de color se ha realizado empleando diferentes sistemas. A continuación, se describen algunos de los más comunes:

- **Sistema y cartas de color Munsell:** El sistema de Munsell se basa en el uso de tres parámetros visuales: el matiz (hue), luminosidad (value) y la saturación (croma). La notación consta de tres partes: La primera es el porcentaje de los diferentes colores específicos que, cuando se mezclan juntos, dan un color compuesto que coincide exactamente con el de la muestra. Se utilizan cinco tonos (hue) principales: rojo, amarillo, verde, azul, púrpura, designado R, Y, G, B y P. La designación R indica un color rojo puro. Entre estos aparecen las tonalidades intermedias: amarillo-rojo (YR), amarillo-verde (GY) y sus combinaciones. La segunda notación corresponde a la luminosidad o value e indica el valor o la intensidad del constituyente negro del color. Esto se expresa en una escala arbitraria de 0 a 10, donde cero es negro absoluto y 10 es de color blanco absoluto. El número final chroma o saturación designa la fuerza o el grado de pureza de una tonalidad particular desde el color puro hasta un gris neutro. La escala de croma se inicia en 0 para un color gris neutro y se incrementa al aumentar la saturación del color individual.

- **Sistema CIE:** Este sistema mide el color a partir de 3 parámetros. Estos son:
-el L o luminosidad medido en una escala de 0 a 100 en la que 0, es negro y 100 es blanco

- el parámetro a para el que los valores negativos indican tonos verdes y los positivos rojos
- el parámetro b para el que los valores negativos son amarillos y positivos azules.

➤ **Sólidos totales y sólidos solubles.**

Los sólidos totales representan la totalidad de los componentes del fruto, luego de eliminar el agua. Esta determinación posee importancia en el rendimiento industrial. A modo de ejemplo, en la Tabla 5 se muestra para 1.000 toneladas de tomate con diferente nivel de sólidos solubles y para la elaboración de un producto terminado con 31% de sólidos, cual es la producción final.

Cuadro 1: Cantidad de producto terminado, a medida que aumentan los Brix de la materia prima (Gould 1991).

Sólidos solubles %	Producto elaborado (kg)
4.50	145.161
4.80	154.838
5.00	161.290
5.20	161.290

La determinación de sólidos solubles puede realizarse por secado de una muestra en estufa. El método oficial es secar una muestra del tomate en un plato de fondo plano en vacío a 70 °C durante 2 horas, o por secado a presión atmosférica a 100 °C. De todos modos, estas técnicas no son lo suficientemente rápidas para las operaciones de la línea de producción. Por tal motivo, suelen emplearse métodos que realizan determinaciones de sólidos disueltos usando un refractómetro.

El índice de refracción que es una medida de la velocidad de la luz que pasa a través de una sustancia en comparación con la velocidad de la luz que pasa a través del aire. Cuando mayor es el índice de refracción de una muestra más alto es el contenido de sólidos disueltos. Es importante saber que la temperatura afecta marcadamente a la medida (Kader, 2002). Por ejemplo, para una solución de azúcar, el cambio equivale 0,5% de azúcar por cada 5 °C; es decir, si el índice de refracción de una solución de mide 10% a 20° C. la misma muestra medirá solamente 9,5% cuando es calentado a 26 °C. Por lo tanto, la temperatura de la muestra debe ser conocida exactamente.

➤ **Viscosidad**

La viscosidad o consistencia es uno de los factores más importantes a tener en cuenta en la determinación de la calidad global y la aceptabilidad de muchos productos de tomate (Anthon y Barrett, 2010). La viscosidad puede entenderse como la fricción interna de un fluido. La viscosidad de cualquier producto dado, por tanto, depende de su resistencia a la cizalladura a medida que se somete a diferentes tasas de cizallamiento. La determinación de consistencia o viscosidad puede realizarse por diferentes métodos.

-Consistómetro Bostwick. Se basa en determinar hasta qué punto el material fluye bajo su propio peso a lo largo de un nivel plano inclinado El consistómetro consta de una cubeta metálica cerrada con una compuerta que puede abrirse casi instantáneamente. La misma está elevada por sobre una superficie inclinada Cuando se abre la puerta, la salsa de tomate fluye sobre una escala de centímetros durante 30 segundos. El punto más alejado que alcanza el producto en la escala en este período de tiempo se registra como el índice de consistencia para la muestra (Leonard et al., 1980).

➤ **Acidez y pH**

La acidez y el pH resultan importantes tanto desde el punto de vista de la calidad sensorial como microbiológica. La acidez es importante para definir el tipo de tratamiento que deben recibir los alimentos enlatados. La temperatura de esterilización se reduce en el caso de alimentos que poseen una mayor acidez. La acidez se determina generalmente por titulación de una alícuota de la muestra con una base de concentración conocida empleando un indicador ácido-base adecuado para determinar el punto final. En el caso de los alimentos altamente coloreados, como el tomate, la determinación precisa del punto final es muy difícil cuando se utiliza un indicador; por lo tanto, es más fácil y más exacto utilizar un pHmetro. La titulación se calcula e informa generalmente en términos del ácido predominante: en el caso de los tomates, el ácido cítrico. El pH es una medida de la concentración de H⁺ en una muestra.

Debido a que la concentración de iones de hidrógeno expresada en moles es engorrosa se emplea una escala logarítmica desarrollada por Sørensen que va de 0 a 14. Una solución neutra tiene un pH de 7,0. Las lecturas bajas (<7,0) indican soluciones ácidas y un valor superior a 7,0 indica una solución alcalina. Existen dos métodos principales utilizados para medir el pH. El método colorimétrico, menos preciso que se basa en el cambio de color de una sustancia (indicador) cuando se modifica la concentración de H⁺ en el medio. El potenciométrico, método ampliamente empleado y más exacto, se basa en medir el potencial desarrollado entre dos electrodos cuando se sumerge en una solución.

El pH del tomate es importante cuando se piensa en el producto procesado. Debe ser inferior a 4,5 para cualquier procesado de tomate natural. A un pH superior a 4,6 las esporas de *Clostridium botulinum* pueden desarrollar y

producir la toxina botulínica, una proteína capaz de ocasionar la muerte (Ministerio de Salud, 2012). Si bien se procura que las variedades presenten un bajo pH el mismo puede eventualmente ajustarse en la industria mediante el agregado de ácidos permitidos.

3.6 Generalidades del cultivo de tomate

3.6.1 Clasificación taxonómica

Cuadro 2. Clasificación taxonómica del cultivo de tomate.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	Solanum
Especie	<i>Solanum lycopersicum</i>

3.6.2 Morfología de la planta

La planta es perenne de porte arbustivo y se cultiva anualmente. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinados) y de crecimiento ilimitado (indeterminados) (InfoAgro 2003).

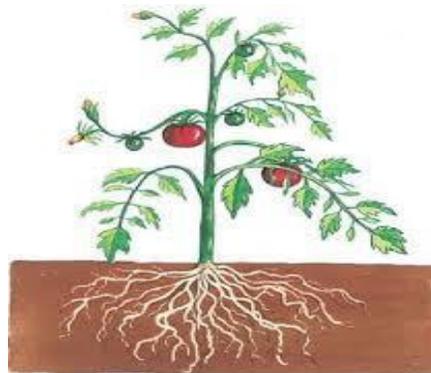


Figura 3. Morfología del cultivo de tomate

a. Raíz

Sistema radicular amplio que desarrolla entre los 50-60 cm de profundidad, puede llegar a una profundidad de más de 1.25 m, pero la mayoría de las raíces se sitúan en la capa superior del suelo (más del 70% en la zona de 0 hasta 20 cm y hasta el 95% en la zona de 0 hasta 50 cm de profundidad). Consta de una raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, cortex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes) (InfoAgro 2003).

b. Tallos

Tiene tallos ramificados, a veces volubles, densamente glandulosos y pubescentes, con pelos cortos con o sin glándulas y pelos largos, blancos y pluricelulares. El tallo principal tiene un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son

fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (InfoAgro 2003).

Al inicio del desarrollo es erecto, posteriormente se inclina por el peso de los frutos por lo que resulta necesario tutorarlo. Llega a medir hasta 2.5 m (Enciclopedia Practica de la Agricultura y Ganadería, citado por López 2005).

c. Hojas

La hoja está compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (InfoAgro 2003).

Son ovadas u ovado-lanceoladas, imparipinnadas o biimparipinnadas con pecíolo de 1,5-6 cm y con folíolos que miden 4-60 por 3-40 mm, ovados, obtusos, peciolulados, enteros o lobados, muy desiguales, alternos, subopuestos u opuestos, en general verdes, glanduloso y pubescentes por el haz, cenicientos y tomentosos por el envés (Céspedes 2013).

d. Flores

La flor del tomate es perfecta, de color amarillo, consta de 5 o más sépalos, 5 o más pétalos y de 5 a 6 estambres; se agrupan en inflorescencias de tipo racimo cimoso, compuesto por 4 a 12 flores (Pérez et al. s.f). Son regulares e hipoginas y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135° , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular (InfoAgro 2003).

Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso (dicasio), es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (InfoAgro 2003).

En plantas de crecimiento indeterminado, el tallo crece regularmente y la planta emite una inflorescencia cada 3 hojas. Las de crecimiento determinado, por el contrario, cuando aparecen entre 2 y 6 inflorescencias, detienen el desarrollo del tallo y desarrollan una inflorescencia a partir de la yema apical (Enciclopedia Practica de la Agricultura y Ganadería, citado por López, 2005).

e. Fruto

Es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos, generalmente de forma sub-esferica, globosa y, habitualmente, de unos 8 centímetros de diámetro, verde cuando es inmaduro y que toma generalmente un color rojo intenso con la maduración. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto. Las semillas tienen 2,5-3 por 2 mm, son ovoides, comprimidas, lisas o muy velludas, parduzcas y están embebidas en una abundante masa mucilaginoso (InfoAgro 2003).

Existen tres tipos de clasificación del tomate, según el número de días que tardan las plantas en iniciar la maduración después del trasplante. El tipo precoz inicia su maduración entre los 65 y 80 días después del trasplante, el tipo intermedio

entre los 75 y 90 días y el tipo tardío entre los 85 y 100 días (Casseres, citado por López, 2005).

3.7 Etapas fenológicas del tomate

La fenología del cultivo comprende las etapas que forman su ciclo de vida. Dependiendo de la etapa fenológica de la planta, así son sus demandas nutricionales, necesidades hídricas, susceptibilidad o resistencia a insectos y enfermedades. En el cultivo del tomate, se observan 3 etapas durante su ciclo de vida: inicial, vegetativa y reproductiva (Pérez et al. s.f)

El tomate es sensible a las condiciones de baja luminosidad, ya que el cultivo requiere un mínimo de seis horas diarias de luz directa del sol para florecer. La cantidad de radiación global determina la cantidad de azúcares producida en las hojas durante la fotosíntesis, mientras más alta es la cantidad producida de azúcares, la planta puede soportar más frutos, por lo tanto, el rendimiento del tomate puede ser más alto (Tjalling, 2006).

Tiene varias etapas de desarrollo en su ciclo de crecimiento: Establecimiento de la planta joven, crecimiento vegetativo, floración, desarrollo de la fruta y maduración. Cada etapa es diferente con respecto a sus necesidades nutritivas. En virtud de esto, se analizan las etapas fenológicas del tomate cultivado al aire libre. La información es solamente indicativa, ya q el tiempo dependerá de la variedad, condiciones medio ambientales y manejo del cultivo (Tjalling, 2006).

a. Inicial

Comienza con la germinación de la semilla y el desarrollo de las hojas a partir del primero hasta los 21 días. Se caracteriza por el rápido aumento en la materia seca, la planta invierte su energía en la síntesis de nuevos tejidos de absorción y fotosíntesis. (Pérez et al. s.f).

b. Fase vegetativa

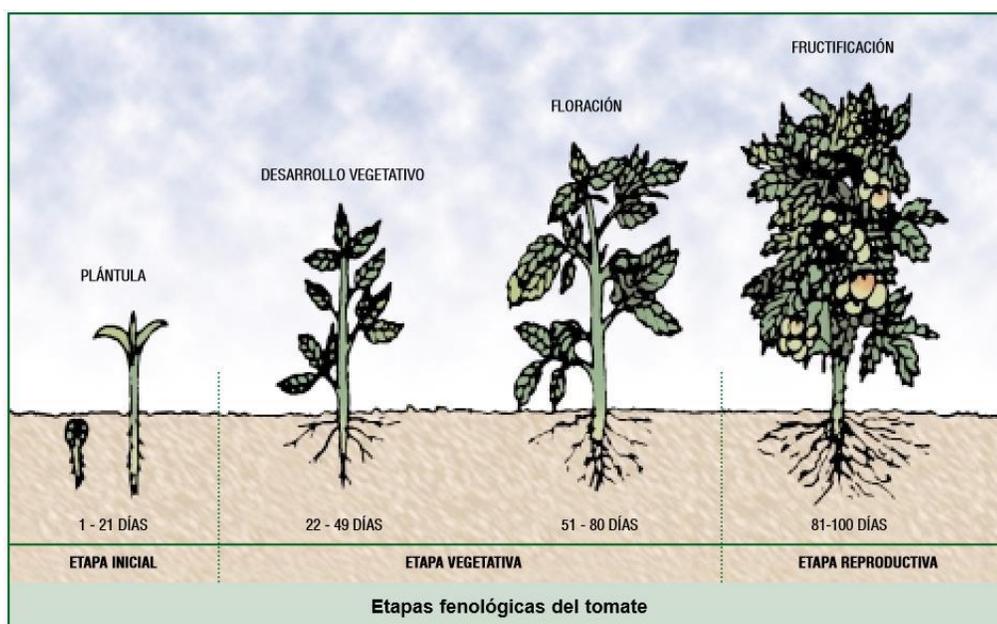
Es la continuación de la fase inicial, pero el aumento en materia seca es más lento, esta incluye la formación de brotes laterales, aparición del órgano floral y floración, dura entre 25 a 30 días (Cabrera, 2011). Requiere de mayores cantidades de nutrientes para satisfacer las necesidades de las hojas y ramas en crecimiento y expansión. (Pérez et al. s.f). La planta florece entre 51- 80 días, desde la fase inicial.

c. Fase reproductiva

Se inicia a partir de la fructificación, dura entre 30 o 40 días, se caracteriza porque el crecimiento de la planta se detiene y los frutos extraen los nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración (Pérez et al. s.f).

Las plantas tienen sistemas de pigmentos que pueden capturar la energía lumínica en diferentes regiones del espectro electromagnético. A través de estos pigmentos, las plantas tienen la capacidad de percibir cambios sutiles en la composición de la luz para iniciar los cambios. Esta capacidad de la luz para controlar la morfología de la planta es independiente de la fotosíntesis y es conocida como fotomorfogénesis (Bouzo citado por Cabrera 2011).

Las plantas captan la luz a diferentes longitudes de onda y estas señales luminosas generan cambios fisiológicos que afectan el crecimiento, desarrollo y la diferenciación vegetal (Soberón, citado por Cabrera 2011).



Fuente: CENTA, s.f

Figura 4. Etapas fenológicas del tomate

3.8 Requerimientos edafoclimáticos

El manejo de los factores climáticos debe de hacerse de forma conjunta para el funcionamiento adecuado del cultivo. Todos los factores que se describirán a continuación se relacionan estrechamente entre sí y la actuación sobre uno de éstos incide sobre el resto (InfoAgro 2003).

a. Altitud

El tomate puede cultivarse desde los 20 a los 2000 msnm, tomando en cuenta la capacidad de adaptación de cada variedad o híbrido. (Pérez et al. s.f).

b. Temperatura

La planta de tomate necesita un período entre 3 y 4 meses entre su establecimiento y la cosecha del primer fruto. La temperatura media mensual óptima para su desarrollo varía entre 21 y 24°C, aunque se puede producir entre los

18 y 25°C. Cuando la temperatura media mensual sobrepasa los 27°C, las plantas de tomate no prosperan (Monardes 2009).

Temperaturas sobre los 30-35 °C afectan a la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Asimismo, la temperatura nocturna puede ser determinante en la cuaja, pues debe ser suficientemente fresca (15 a 22°C). Las temperaturas inferiores a 12 - 15°C también originan problemas en el desarrollo de la planta y pueden provocar frutos deformes. En general, con temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 12°C la fecundación es defectuosa o nula (Monardes 2009).

La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C, así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas, la planta detiene su crecimiento entre los 10°C y 12°C y se hiela a -2°C (Monardes 2009).

Cuadro 3. Temperaturas críticas en el cultivo de tomate

Se hiela la planta		-2°C
Detiene su desarrollo		10-12°C
Desarrollo normal de la planta		18-25°C
Mayor desarrollo de la planta		21-24°C
Germinación óptima		25-30°C
Temperaturas óptimas		
Desarrollo	Diurna	23-26°C
	Nocturna	13-16°C
Floración	Diurna	23-26°C
	Nocturna	15-18°C
Maduración		15-22°C

Fuente: Universidad de Chile (2009)

c. Radiación

El tomate es un cultivo insensible a la duración del día, sin embargo, requiere de una buena iluminación, la cual se modifica por la densidad de siembra, sistema de poda, tutorado y prácticas culturales que optimizan la recepción de los rayos solares, especialmente en época lluviosa cuando la radiación es más limitada. (Pérez et al. s.f)

d. Humedad

La humedad relativa óptima para el desarrollo del tomate varía entre un 60% y un 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede también tener su origen en un exceso de humedad en el suelo o riego abundante a continuación de un período de estrés hídrico. Por otro lado, la humedad relativa demasiado baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Monardes 2009).

e. Suelos

La planta de tomate se desarrolla en diferentes condiciones de suelos, aunque prefiere los suelos sueltos como franco y franco arcilloso, ricos en materia orgánica y bien drenados, con una profundidad no menor a los 50 cms. En cuanto a pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados, debe estar entre 5,5 y 6,8. El contenido de materia orgánica adecuado esta entre el 1.5 y el 2% (López 2005).

Cuadro 4. Características físicas y químicas del suelo.

Físicas	Rango óptimo
Textura	Franco a franco arcillosa
Profundidad efectiva	≥80 cm
Densidad aparente	1.20 g/cc
Color	Oscuro
Contenido de materia orgánica	≥3.5%
Drenaje	Bueno
Capacidad de retención de humedad	Buena
Topografía	Plano o semi plano
Estructura	Granular
Químicas	Rango óptimo
pH	5.5-6.0
Nitrógeno	Según tipo de Suelo
Fosforo	13-40 ppm
Potasio	5%
Calcio	15%
Magnesio	18%
Acidez total	≤10.0%
Conductividad eléctrica	0.75-2.0 mmho/cm ²

Fuente: CENTA, s.f

3. 9 Interacción ecológica

a. Plagas

Las plagas es un factor que limita la producción, ya que estas manifiestan daño en pérdidas de población de plantas, defoliación, daños a raíces, tallos, flores, botones y frutos.

La diversidad, cantidad, incidencia y agresividad de las plagas sugiere un control a través de un programa de manejo integrado de plagas que involucre la selección e implementación de estrategias de control cultural, mecánico, biológico, legal y químico (Escoto 2013).

Las plagas son responsables en alto grado de mermas en el rendimiento y el manejo que se les dé es determinante para lograr una buena producción. Es frecuente encontrar dos tipos de daño: el directo, ocasionado por insectos masticadores, y el indirecto, causado por insectos chupadores, que transmiten principalmente enfermedades de tipo viral (InfoRural 2012).

La filosofía del manejo integrado de plagas del cultivo de tomate es la convivencia con las plagas en niveles que no afecte al cultivo por lo que reviste de mucha importancia la realización de muestreos con el objetivo de eficientizar las estrategias de control (Pérez et al. s.f).

El éxito en el manejo de las plagas está en función de la oportunidad y secuencia en que se utilicen las diferentes medidas de control. Un buen inicio de un programa de manejo integrado de plagas es ajustarse a las fechas de siembra sugeridas y mantener libre de malezas al cultivo, bordos y canales, para eliminar de enfermedades, igualmente importante es monitorear las principales plagas del cultivo, con el objeto de determinar el momento de realizar las acciones de control. El uso de insecticidas debe integrarse a estas medidas, respetando la época de aplicación, dosis, días a cosecha y registro del uso del producto en el cultivo (InfoRural 2012).

b. Enfermedades

El estatus de enfermedad, se define como un estado de anormalidad de la planta, en el cual se ve reducido su potencial productivo, asociado a un deterioro de su estructura e incluso su colapso (Urbina 2009). Al igual que los insectos, las enfermedades ocasionan pérdidas considerables en el rendimiento del tomate cuando no son prevenidas en forma oportuna (Cabrera y Reyes s.f).

Para que se pueda manifestar una enfermedad, se deben asociar tres factores, cuya importancia es relativa en cuanto a la susceptibilidad a un determinado patógeno y la severidad de su interacción. Un primer factor está asociado a la presencia de los patógenos en el medio, lo cual corresponde, en términos normales, a la dinámica ecológica de los suelos en cuanto a la diversidad y de regulación poblacional. Esta diversidad se ve alterada como consecuencia del monocultivo de determinadas especies hortícolas, del uso de pesticidas y también de las prácticas de manejo productivo, las cuales favorecen el desarrollo de ciertas poblaciones que presentan una mayor afinidad con las plantas cultivadas. Este mismo factor es el responsable del incremento de la severidad de los patógenos, al potenciar procesos de selección que se traducen en resistencias o tolerancias a los medios de control químicos. Otro factor, corresponde a la condición del hospedero, en cuanto a su etapa fenológica y metabólica, la cual tiene relación con la resistencia o tolerancia frente a la interacción con un determinado patógeno (Urbina 2009).

Las distintas estructuras de las plantas pueden presentar una cierta susceptibilidad ante la presencia de un patógeno, la que da origen a una serie de signos de la enfermedad a nivel de hojas, tallos, raíces y frutos, los cuales permiten una identificación de los agentes causales (Urbina 2009).

El medioambiente, corresponde al tercer factor en este sistema, especialmente referido a las condiciones edafoclimáticas en la cual establecemos los cultivos, en el cual es de gran importancia las labores de preparación de suelo, riego y fitotécnicos de que se realizan durante todo el ciclo (Urbina 2009).

Cuando una enfermedad se desarrolla completamente sobre el cultivo, es difícil su control, por lo que se recomienda la utilización de diferentes prácticas de prevención o control (manejo integrado) para disminuir el ataque de los patógenos (Cabrera y Reyes s.f).

c. Maleza

Las malezas son plantas ecológicamente adaptadas a crecer en las condiciones en que se siembran los cultivos y que, además de no ser objeto directo de las actividades agrícolas, perjudican las cosechas. Esto significa que las malezas crecen espontáneamente en terrenos agrícolas sin que el agricultor las siembre intencionalmente y, además, que estas especies de plantas no tienen ningún valor de uso para el agricultor. Se excluyen así de la definición de maleza a aquellas especies de plantas que, a pesar de no ser sembradas por el agricultor, tienen algún valor de uso (Ortega 2015).

Las malezas interfieren con los cultivos compitiendo con ellos por luz, agua y nutrimentos del suelo (competencia) o a través de la producción y excreción al medio ambiente de sustancias tóxicas al cultivo (alelopatía) (Ortega 2015).

Ejercen un efecto negativo directo sobre el desarrollo de los cultivos. Algunas malezas pueden también ser hospederos alternos de patógenos o insectos plagas de los cultivos y así ejercer un efecto indirecto negativo sobre las cosechas (Ortega 2015).

Los métodos de manejo deben dirigirse a esas etapas críticas en la vida de las malezas. Una maleza anual puede ser debilitada o controlada en diferentes etapas de su ciclo de vida, de acuerdo con su susceptibilidad a las varias tácticas de manejo de que se disponga. Los momentos y las tácticas más adecuadas variarán de acuerdo con la(s) especie(s) de malezas, el cultivo, los métodos de control disponibles y las prácticas agronómicas y culturales predefinidas por el agricultor (CATE, citado por Ortega 2015).

d. Absorción de nutrientes

El nitrógeno y el potasio se absorben inicialmente en forma lenta y se incrementa la rapidez de su absorción durante las etapas de floración. El potasio tiene un aumento de absorción durante el desarrollo del fruto, mientras el aumento de absorción del nitrógeno ocurre principalmente después de la formación de los primeros frutos. El fósforo y nutrientes secundarios, calcio y magnesio, son requeridos en relativamente dosis constantes, a través de todo el ciclo de crecimiento de la planta de tomate (Haifa 2014).

El nutriente prevalente que se encuentra en el desarrollo de la planta y en el fruto de tomate es el potasio, seguido por el nitrógeno y calcio.

Cuadro 5. Resumen de las principales funciones de los nutrientes en la planta de tomate.

Nutriente	Funciones
Nitrógeno (N)	Síntesis de proteínas (crecimiento y rendimiento)
Fosforo (P)	División celular y formación de estructuras de transferencia de energía.
Potasio (K)	Transporte de azúcares, control estomático, cofactor de muchas enzimas, reduce la susceptibilidad de la planta a enfermedades.
Calcio (Ca)	Forma parte de la pared celular y reduce la susceptibilidad de la planta a enfermedades.
Azufre (S)	Síntesis de aminoácidos esenciales como cistina y metionina.
Magnesio (Mg)	Forma parte central de la molécula de la clorofila.
Hierro (Fe)	Síntesis de la clorofila.
Manganeso (Mn)	Participa en los procesos de la fotosíntesis.

Boro (B)	De pared celular. Germinación y elongación del tubo polínico. Participa en el metabolismo y transporte de azúcares.
Zinc (Zn)	Síntesis de auxinas.
Cobre (Cu)	Influencia en el metabolismo de nitrógeno y carbohidratos.
Molibdeno (Mo)	Componente de enzimas nitrogenada.

Fuente: Haifa Pioneering the Future, 2014.

Nitrógeno

Es el nutriente principal responsable por el desarrollo del área foliar y debe estar, presente desde las primeras fases de desarrollo de la planta hacia delante. El nitrógeno aplicado como fertilizante debe estar inmediatamente disponible para la planta e idealmente en la forma de nitrato porque es la forma que la planta prefiere absorber (Haifa, 2014).

Potasio

El rol del potasio en tomate se relaciona directamente con la calidad y producción. El aumento de los niveles de potasio mejora el comportamiento de la planta.

Los roles esenciales del potasio se encuentran en la síntesis de la proteína, los procesos fotosintéticos y el transporte de azúcares de las hojas o las frutas. Un buen suministro de potasio sustentará, desde el principio la función de la hoja en el crecimiento de la fruta y contribuirá al efecto positivo en el rendimiento y en el alto contenido de sólidos solubles (más azúcares) en la fruta en el momento de la cosecha. La acción del potasio en la síntesis de la proteína refuerza la conversión del nitrato absorbido en proteínas, contribuyendo a una mejor eficiencia del fertilizante nitrogenado proporcionado (Tjalling 2006).

Calcio

Es un componente esencial de la pared celular y la estructura de la planta. Es el elemento responsable de la firmeza del fruto de tomate. Retrasa la senescencia en hojas, por lo tanto, está alargando la vida útil y productiva de la hoja y la cantidad total de asimilados producidos por las plantas (Haifa 2014).

e. Síntomas de deficiencias de nutrientes

El tomate es especialmente sensible a excesos o deficiencias de ambos macros y micro nutrientes. Las deficiencias más comunes, afectan a otros nutrientes, la deficiencia de potasio y calcio afectan la calidad del fruto, la deficiencia de magnesio está presente en suelos ácidos en presencia de altos niveles de potasio y deficiencias de boro, hierro y manganeso (Haifa 2014).

f. Requerimientos nutricionales del cultivo

Dependiendo de la variedad de tomate a sembrar y del tipo de manejo, así serán las demandas nutricionales; sin embargo, en forma general, los requerimientos nutricionales del cultivo, en kg/ha, son:

- ✓ **Nitrógeno (N):** 150
- ✓ **Fósforo (P):** 200
- ✓ **Potasio (K):** 275
- ✓ **Calcio (Ca):** 150
- ✓ **Magnesio (Mg):** 25
- ✓ **Azufre (S):** 22

El orden de extracción de nutrientes por la planta de tomate en forma decreciente es K, N, Ca, S, Mg y P (CENTA, 2016).

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 Ubicación geográfica del área

El área experimental del ensayo, se localiza en las localidades:

- a. En la finca Santa Elisa está ubicada en la aldea San Esteban en el kilómetro 174 dentro del residencial Valle grande, está situada en el kilómetro 174 carretera CA-10; y ubicada geográficamente en latitud norte a $14^{\circ} 45' 27''$ y longitud oeste a $89^{\circ} 31' 44''$.

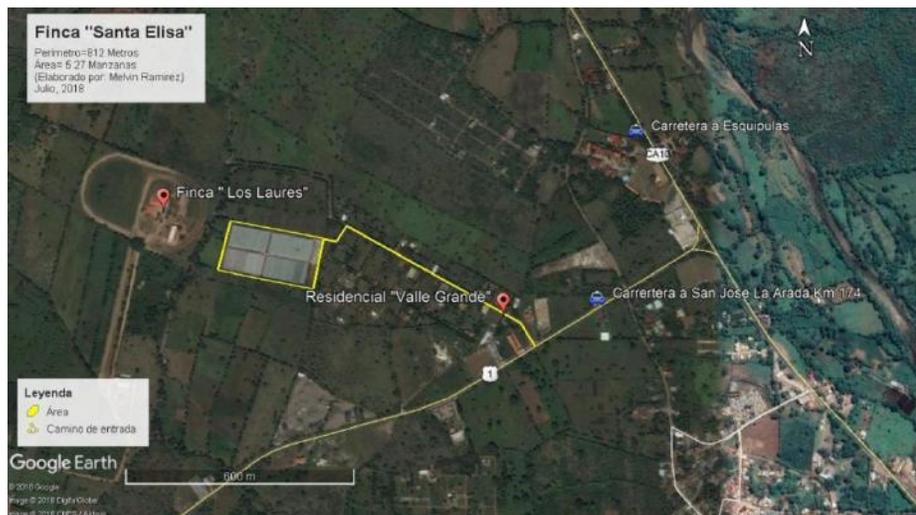
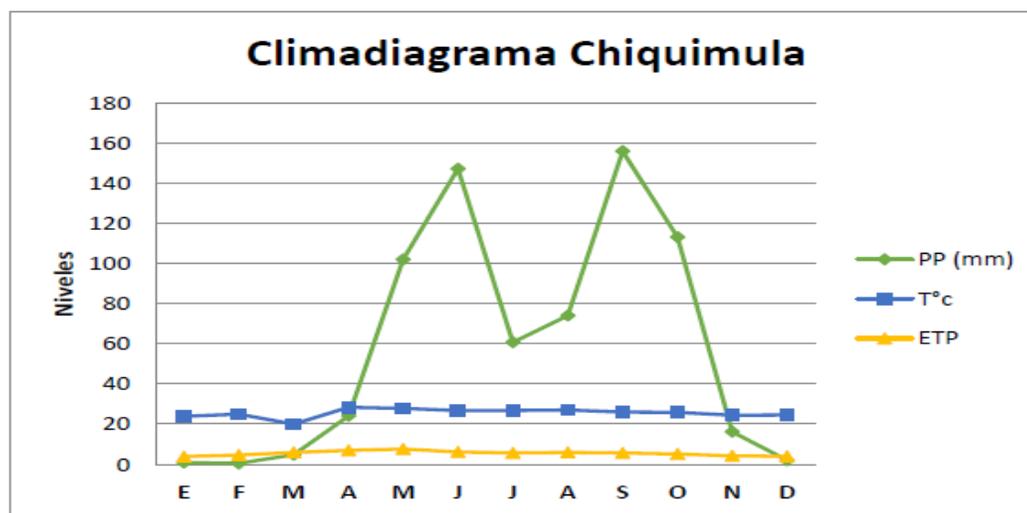


Figura 5. Mapa de ubicación geográfica de Finca Santa Elisa.

a.1 Condiciones climáticas

Según la clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema Holdridge, la finca El Santa Elisa se encuentra dentro de la zona de vida Bosque Seco Subtropical, asociación edáfica seca-húmeda. A una altura 390 msnm; y según datos de la estación meteorológica, del Sistema de Información Geográfico del Centro Universitario de Oriente, para el año 2018 la precipitación pluvial anual fue de 683.5 mm; una temperatura media anual de 31°C (con una máxima de 42°C

y una mínima de 19 °C); con una humedad relativa de 60 % en época seca (noviembre a abril) y 75 % en época lluviosa (mayo a octubre).



Fuente: (Elaboración propia, en base a datos de la estación climatológica de la carrera de Agrimensura 2015).

Figura 6. Climadiagrama de Chiquimula precipitación, temperatura y evapotranspiración

a.2 Recursos Naturales

a.2.1 Suelos

Según MAGA (2005), los suelos de esta área son del orden inceptisoles, son suelos incipientes o jóvenes, sin evidencia de fuerte desarrollo de sus horizontes, pero son más desarrollados que los entisoles.

Son suelos muy abundantes en diferentes condiciones de clima y materiales originarios.

Mediante un análisis de suelo, las características físico – químicos de la muestra de suelo del área de práctica, indica que es un suelo con textura franca arenoso, con

un porcentaje de materia orgánica de 2.00 %, insuficiente según el rango adecuado (3 – 5 %). El pH que presentan el suelo es de 9 a 10 los cuales no se encuentran dentro del rango adecuado de (5.5 – 7.5) según el análisis realizado.

a.2.2 Agua

La finca Santa Elisa colinda con el río San José, en el cual se depositan las aguas negras del casco urbano de la ciudad de Chiquimula, por lo tanto, estas aguas no son aptas para ninguna actividad agrícola.

Actualmente el agua que se utiliza para el riego de los cultivos es extraída de un pozo con una profundidad de 24 metros , según Ing. Aníbal Linares , mediante un análisis físico – químico realizado expresó las características de pH y conductividad eléctrica se encontraban en el rango de dureza (concentración de sales) y pH en el agua es muy alcalina por lo dichos análisis tienen por objetivo justificar la aplicación de productos correctores de dureza (concentración de sales) y pH en el agua utilizada para la aplicación de productos químicos en control fitosanitario.

- b. En la finca el Sauce, en el municipio de Ipala está ubicada en el municipio de Ipala en el kilómetro 166 a doce kilómetros de cabecera municipal, ubicada en la aldea del mismo nombre.

5. MARCO METODOLÓGICO

5.1 OBJETIVOS

5.1.1 Objetivo General

- Generar información agronómica, organoléptica y fisicoquímica de cinco cultivares comerciales de tomate tipo industrial, en dos localidades del departamento de Chiquimula.

5.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar el rendimiento (Kg/Ha) en tomate (*S. lycopersicum*) de las diferentes cultivares.
- Determinar las características agronómicas y calidad de fruto y planta de cada una de los cultivares evaluadas.
- Determinar la calidad organoléptica y físico - química de las variedades de tomates procesados, (características)
- Desarrollar una evaluación sensorial a través de pruebas afectivas o hedónicas (preferencia y aceptación) de las pastas de tomate.
- Determinar la relación beneficio/costo de los cinco tratamientos evaluados de tomate (*S. lycopersicum*) con la finalidad de establecer cual presenta mayor beneficio económico para el productor.

5.2 HIPOTESIS

- Al menos uno de los cultivares a evaluar, presenta diferencias estadísticas significativas en cuanto a rendimiento (Kg/Ha)
- Al menos uno de los cultivares a evaluar, presenta diferencias estadísticas significativas en cuanto a características agronómicas, calidad de fruto y planta.
- Al menos uno de los cultivares a evaluar, presenta diferencias estadísticas significativas en cuanto a calidad organoléptica y físico – químicas.
- Al menos uno de los cultivares a evaluar, presenta diferencias estadísticas significativas en cuanto a la evaluación sensorial a través de pruebas afectivas o hedónicas (preferencia y aceptación) de las pastas de tomate.

5.3 MATERIALES A EVALUAR

Los materiales bajo estudio pertenecen a una sola casa comercial HM-CLAUSE, esto obedece a que las casas productoras de semilla en Guatemala, no cuentan con materiales específicos para proceso. Estas variedades están siendo utilizadas en República Dominicana y Chile, cultivares que se adaptan a esta zona del país.

HM 3888

Según HM-CLAUSE, 2018; es un híbrido de muy alto rendimiento, extremadamente adaptable, de planta vigorosa, raíces fuertes. El tiempo transcurrido desde el transplante hasta la madurez del fruto es de 125 días. Muy alto rendimiento, Extremadamente adaptable, raíces fuertes, fruta grande y uniforme. El peso de la fruta 80.71, los grado Brix 5.54, A / B Color 2.16, Cargas: 3,945 Color: 26.1, Molde: 1.3, Sólidos: 5.22, Verde: 1, pH: 4.50. Resistencias de enfermedad: HR: Fol:1,2 (EU 0,1) | Va:1 (EUR 0) | Vd:1 (EUR 0) | Pst — IR: Ma | Mi | Mj | TSWV: T0.

HM 3887

Según HM-CLAUSE, 2018; es un híbrido con habito de crecimiento intermedio, con frutos grandes y uniforme de uso industrial. La consistencia del fruto es compacta. El tiempo transcurrido desde el transplante hasta la madurez del fruto es de 122 días. Muy alto rendimiento, Extremadamente adaptable, raíces fuertes, fruta grande y uniforme. El peso de la fruta 94.70, los grado Brix 5.40, A / B Color 2.21, 272, Cargas: 30,592 Color: 25.8, Gusano: 0.0 L / U: 1.4, Molde: 2.4, Sólidos: 5.47, Verde: 2.2, pH: 4.49. Resistencias de enfermedad: HR: Fol: 1,2 (EU 0,1) | Va: 1 (EUR 0) | Vd: 1 (EUR 0) | Pst - IR: Ma | Mi | Mj | TSWV: T0.

HM 4909

Según HM-CLAUSE, 2018; es un híbrido con habito de crecimiento intermedio, con frutos grandes y uniforme de uso industrial. Frutos alargados, alto contenido de azúcares y rendimiento. La consistencia del fruto es compacta. El tiempo transcurrido desde el transplante hasta la madurez del fruto es de 125 días. Muy alto rendimiento, Extremadamente adaptable, raíces fuertes, fruta grande y uniforme. El peso de la fruta 93.03, grados Brix 5.59, A / B Color 2.16, Cargas: 10,198 Color: 25.6, Gusano: 0.0 L / U: 1.01 Molde: 2.3, Sólidos: 5.57, Verde: 1.2, pH: 4.35. Resistencias de enfermedad: HR: Fol: 1,2 (EU 0,1) | Va: 1 (EUR 0) | Vd: 1 (EUR 0) | For – IR:Ma) |Mí) |Mj) | TSWV: TO

HM 58801

Según HM-CLAUSE, 2018; es un híbrido con habito de crecimiento intermedio, fuerte y adaptable, fruto largo y uniforme, con buena firmeza. La consistencia del fruto es compacta. El tiempo transcurrido desde el transplante hasta la madurez del fruto es de 125 días. Muy alto rendimiento,

Extremadamente adaptable, raíces fuertes, fruta grande y uniforme. El peso de la fruta 89.88, grados Brix 5.45, A / B Color 2.17, Cargas: Color: 2.17 Gusano: 0.0 L / U: 1.3, Molde: 2.6. Sólidos: 5.48, Verde: 2.3, pH: 4.50. Resistencias de enfermedad: HR: Fol: 1,2,3 (EU 0,1,3) | Va: 1 (EUR 0) | Vd: 1 (EUR 0) – IR: Ma | Mi | Mj | TSXV:T0

HM 58811

Según HM-CLAUSE, 2018; es un híbrido de muy alto rendimiento, extremadamente adaptable, de planta vigorosa, raíces fuertes. Posee una combinación excepcional de Brix y Bostwick. El tiempo transcurrido desde el transplante hasta la madurez del fruto es de 126 días. Muy alto rendimiento, Extremadamente adaptable, raíces fuertes, fruta grande y uniforme. El peso de la fruta 90.16, los grado Brix 4.98, A / B Color 2.19 Color: 25.7, Molde: 1.5, Sólidos: 5.17, Verde: 1.2, pH: 4.48. Resistencias de enfermedad: HR: Fol: 1,2 (EU 0,1) | Va:1 (EUR 0) | Vd:1 (EUR 0) | IR: Ma | Mi | Mj | TSWV: T0.

5.4 MÉTODOS DE TRABAJO

La presente investigación se desarrollará en tres fases, con el afán de generar información que permita realizar una discusión integral del proceso, y poder fundamentar los criterios de recomendación hacia los productores de tomate.

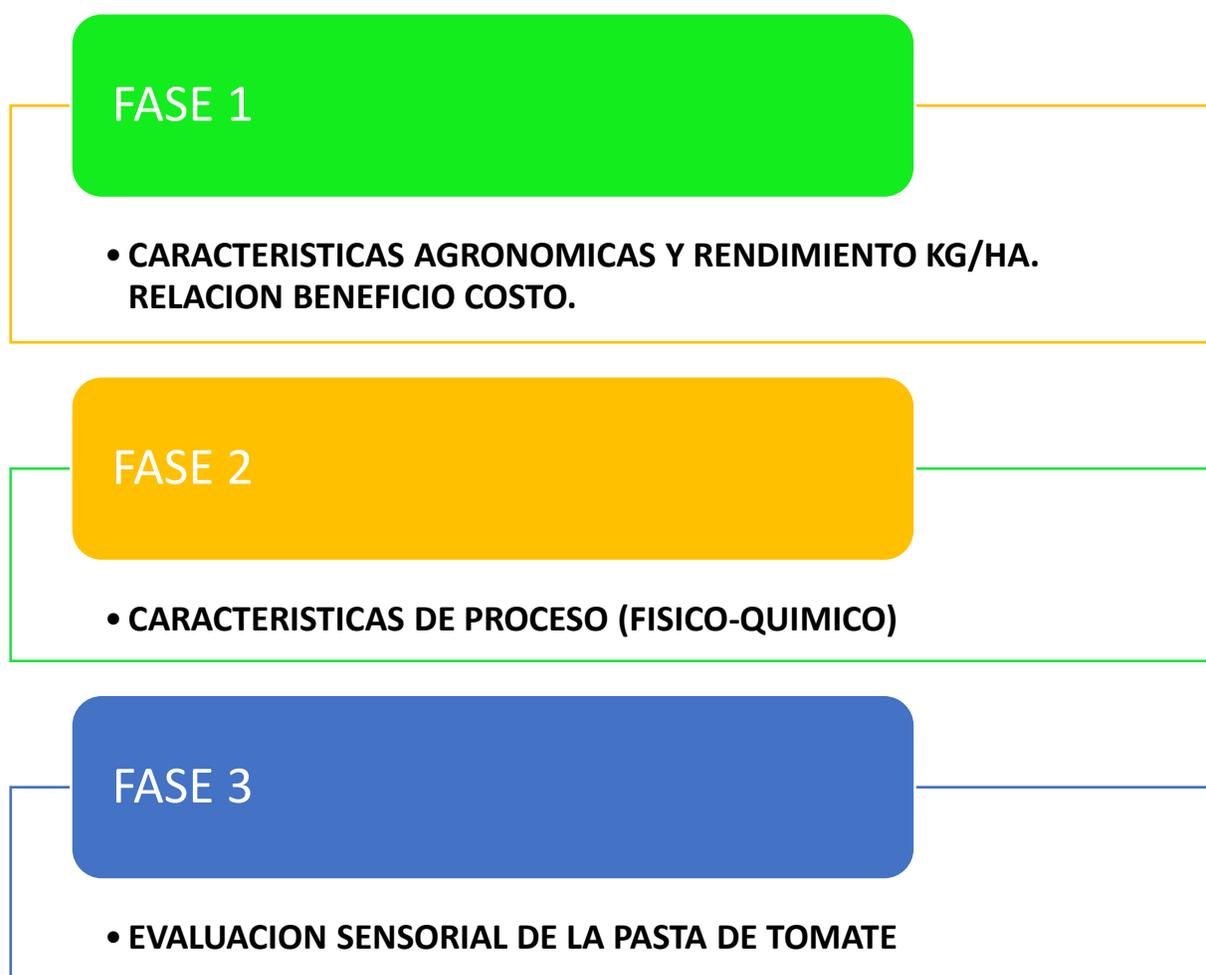


Figura 6. Fases de investigación del proceso para pasta.

5.4.1 Fase 1: Características agronómicas y rendimiento kg/ha. relación beneficio costo.

a) Área Experimental

El área que conforman los 5 bloques será de 600 metros cuadrados y parcela pequeña será de 24 metros cuadrados.

Las dimensiones de cada parcela pequeña serán de 4.8 metros de ancho por 5 metros de largo, correspondiente a una parcela bruta de 24 metros cuadrados, el área neta de cada una será de 7.2 metros cuadrados. El distanciamiento entre plantas será de 0.50 metros y 1.20 metros entre surcos. La densidad de plantas por parcela bruta es de 40 y 12 por parcela neta, se consideró un surco de efecto de borde por lado y dos plantas por cada extremo, de las dos hileras centrales. El área experimental total por localidad será de 600 metros cuadrados.

b) Diseño experimental

Se utilizará un diseño experimental, bloques completos al azar con cinco tratamientos.

Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + Y_j + \beta_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta de la ij-ésima unidad.

μ = Media general

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

Y_j = Efecto del j-ésimo bloque

β_j = Efecto del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental. 'i = 1, 2, 3, 4, 5 tratamientos 'j = 1, 2, 3, 4, 5 repeticiones

c) Tratamientos

Los híbridos de tomate a utilizar son los que se describen en el cuadro siguiente:

No.	CULTIVAR
T1	HM 3887
T2	HM 3888
T3	HM 4909
T4	HM 58801
T5	HM 58811

d) Tamaño de la unidad experimental

1. Tamaño de la parcela neta

Las dimensiones de la parcela neta serán de 2.4 metros de ancho por 3 metros de largo correspondiendo a una parcela neta de 7.2 metros cuadrados, siendo la densidad por cultivar de parcela neta de 12 plantas.

2. Distribución de los tratamientos

Se realizará la distribución de los tratamientos de forma aleatoria con cinco repeticiones. El diseño a utilizar es bloques completos al azar.

Cuadro 6. Distribución de los tratamientos

Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5
T1	T4	T3	T2	T5
T3	T3	T1	T3	T1
T5	T1	T4	T4	T3
T2	T5	T2	T5	T2
T4	T2	T5	T1	T4

e) Variables a evaluar

1. Rendimiento del cultivo de tomate

El rendimiento del cultivo se medirá con la cosecha de los frutos de tomate recolectados en los cortes medidos en kg/ha en su debido estado de madurez para uso industrial.

2. Calidad de futo y tallo

- **Diámetro transversal del fruto:** Utilizando equipo apropiado se harán mediciones del diámetro transversal del fruto en centímetros de muestras específicas en los momentos de cosecha para evaluar su tamaño.
- **Largo de fruto:** Se determinará el largo promedio en centímetros de los frutos midiendo una muestra específica en los momentos de corte de la cosecha.
- **Altura de planta:** La altura de las plantas se obtendrá en dos etapas fenológicas el cultivo, a los 30 y a los 60 días después del trasplante mediante la medición de la altura en centímetros de las doce plantas de la parcela neta.

5.4.2 Fase 2: Características de Proceso (organolépticas y físico-químicas) del fruto

Las primeras normas de clasificación de tomate para industria se publicaron en 1926 en Estados Unidos. Poco después de la emisión de estas normas, conserveros comenzaron a comprar tomates sobre la base de grados. Uno de los sistemas empleados en ese país segrega a los frutos en 4 grados a partir del desarrollo de color, presencia de podredumbres, manchas, daños internos, presencia de pedúnculo, tamaño y magulladuras:

- (1) Categoría A: consiste en tomates libres de gusanos, ataque de hongos y que presentan otros defectos comprometiendo un área menor a 5%.
- (2) Categoría B: Frutos libres de gusanos y con otros defectos afectando un área de 5 y 20%.
- (3) Categoría C: los frutos libres de gusanos, pero con podredumbres que no afecten más del 20% del fruto.
- (4) Categoría D: Son aquellos tomates que están verdes o que presentan más de 20% de su área afectada.

El desarrollo de esta fase de se hará en función de la parcela neta, de las cuales se obtendrá una muestra representativa de cada tratamiento o material evaluado.

Posteriormente se envían a laboratorio de INCAP, para la realización de las pruebas siguientes.

- a) Color:** *Sistema CIE:* Este sistema mide el color a partir de 3 parámetros. Estos son: -el *L* o *luminosidad* medido en una escala de 0 a 100 en la que 0, es negro y 100 es blanco -el parámetro *a* para el que los valores negativos indican tonos verdes y los positivos rojos - el parámetro *b* para el que los valores negativos son amarillos y positivos azules.

b) Sólidos totales y sólidos solubles: Los sólidos totales representan la totalidad de los componentes del fruto, luego de eliminar el agua. Esta determinación posee importancia en el rendimiento industrial. A modo de ejemplo, en la Tabla 5 se muestra para 1.000 toneladas de tomate con diferente nivel de sólidos solubles y para la elaboración de un producto terminado con 31% de sólidos, cual es la producción final

Cuadro 7: Cantidad de producto terminado, a medida que aumentan los Brix de la materia prima (Gould 1991)

Solidos solubles %	Producto elaborado (kg)
4.50	145.161
4.80	154.838
5.00	161.290
5.20	161.290

c) Viscosidad: La viscosidad o consistencia es uno de los factores más importantes a tener en cuenta en la determinación de la calidad global y la aceptabilidad de muchos productos de tomate (Anthon y Barrett, 2010). La viscosidad puede entenderse como la fricción interna de un fluido. La viscosidad de cualquier producto dado, por tanto, depende de su resistencia a la cizalladura a medida que se somete a diferentes tasas de cizallamiento. La determinación de consistencia o viscosidad puede realizarse por diferentes métodos.

d) Acidez y pH: La acidez y el pH resultan importantes tanto desde el punto de vista de la calidad sensorial como microbiológica. La acidez es importante para definir el tipo de tratamiento que deben recibir los alimentos enlatados. La temperatura de esterilización se reduce en el caso de alimentos que poseen una

mayor acidez. La acidez se determina generalmente por titulación de una alícuota de la muestra con una base de concentración conocida empleando un indicador ácido-base adecuado para determinar el punto final. En el caso de los alimentos altamente coloreados, como el tomate, la determinación precisa del punto final es muy difícil cuando se utiliza un indicador; por lo tanto, es más fácil y más exacto utilizar un pHmetro. La titulación se calcula e informa generalmente en términos del ácido predominante: en el caso de los tomates, el ácido cítrico

- e) **Grados brix:** Concentración de azúcar (grados Brix). Se medirá la concentración de azúcares a través de un refractómetro, con el objeto de determinar la calidad de proceso de los materiales. Se realizará durante el primero, tercero y quinto corte respectivamente, practicando tres pruebas por tratamiento. Luego se realizará un promedio.

5.4.3 Fase 3: Evaluación sensorial de la pasta de tomate

Prueba afectiva o hedónica:

Las pruebas afectivas o hedónicas se refieren al grado de preferencia y aceptabilidad de un producto. Este tipo de pruebas nos permiten no sólo establecer si hay diferencias entre muestras, sino el sentido o magnitud de la misma. Esto nos permite mantener o modificar la característica diferencial

Muchas veces se confunden el término preferencia con aceptabilidad, sin embargo, son terminologías diferentes. Aceptabilidad se refiere al grado de gusto o disgusto de una persona sobre un producto. Se basa en una escala de medición de una persona y su comportamiento. Mientras que preferencia se refiere a la elección entre varios productos sobre la base del gusto o disgusto.

Se basa en la elección de una persona entre un conjunto de alternativas (dos o más productos). Cuando se usan dos productos se refiere a una prueba pareada. Cuando se usan dos o más productos se refieren a una prueba de ranking.

- **Prueba de Preferencia Pareada:** Se usa cuando uno quiere comparar un producto en relación al otro, ejemplo: comparar un producto mejorado vs otro; comparar un producto vs otra marca. Se trata de una prueba sencilla que responde a la pregunta: ¿Cuál prefiere?, en este caso se evalúa el producto como un todo. Los datos pueden ser analizados por uno de los siguientes métodos estadísticos de distribución binomial, chi cuadrada y distribución normal

Análisis de Varianza por Rangos Prueba de Friedman

Esta prueba es usada cuando evaluamos la preferencia de más de dos productos.

$$\chi^2 = \left[\frac{12}{(k)(J)(J+1)} * \sum T_j^2 \right] - 3k(J+1)$$

- Dónde:
T = # total de cada columna
J = # de productos o columnas
k = # de panelistas o filas

5.5 Análisis de la información

Se utilizará el programa estadístico INFO-STAT, donde se utilizará el siguiente análisis:

Fase 1

- Estadística de prueba para comparar dos varianzas a través del método de Fisher al 5%.
- Se determinará la rentabilidad mediante la utilización de la relación beneficio-costos.

Fórmula:

$$B/C = VAI/VAC$$

Donde:

B/C: Relación beneficio costo

VAI: Valor actual de los ingresos y beneficios

VAC: Valor actual de los costos

Fase 2, se desarrollará el análisis utilizando cuadros comparativos en función de las características técnicas requeridas.

Fase 3, esta analizará a través de la siguiente estadística.

Análisis de Varianza por Rangos Prueba de Friedman

Esta prueba es usada cuando evaluamos la preferencia de más de dos productos.

$$\chi^2 = \left[\frac{12}{(k)(J)(J+1)} * \sum T_j^2 \right] - 3k(J+1)$$

- Dónde:
T = # total de cada columna
J= # de productos o columnas
k= # de panelistas o filas

5.6 Manejo del Experimento

5.6.1 Preparación del terreno

Previo a la siembra se harán las labores necesarias para preparar el terreno y dejarlo listo para la siembra. Se preparará el suelo en forma mecanizada con arado de disco, de tal forma que las condiciones sean óptimas para la planta, se formaran las camas de forma manual con azadón, se colocara la manguera y a su vez se colocará el plástico protector para que no se tenga presencia de maleza dentro del mismo.

5.6.1 Siembra

Se hará en forma manual. Se manejarán distancias de 1.20 m entre surcos y 0.50 m entre plantas. Posterior se realizarán monitoreos para observar si existen plantas que sufrieron muerte en el trasplante por marchitamiento, y se hará la respectiva resiembra.

5.6.3 Fertilización

Para realizar la fertilización se tomará en cuenta los requerimientos nutricionales de la planta y las cantidades con que el suelo cuenta de dichos nutrientes conforme el análisis de suelo realizado. Se utilizarán fertilizantes granulados e hidrosolubles y se complementarán con aplicaciones foliares de Calcio-Boro y Zinc.

5.4.5 Control de malezas

El control de malezas se realizará en pre y post – emergencia, en forma manual, utilizando azadón y machete, o utilizando herbicidas específicos.

5.6.4 Control de plagas y enfermedades

Para el control de enfermedades del follaje se utilizarán fungicidas preventivos y curativos. Se realizarán monitoreos del área cultivada, para detectar eventuales invasiones de plagas.

5.6.5 Tutorado

Se realizará con el propósito de mantener erguida la planta y evitar que las hojas y sobre todo el fruto mantengan contacto con el suelo. Se utilizaron estacas de madera las cuales se colocaron una cada cuatro plantas para que existiera mayor aireación, mejor aprovechamiento de la radiación y se faciliten las labores culturales.

5.6.6 Cosecha

Se realizará cortes periódicamente esto se debe a que el fruto no madura uniformemente, sino al momento de la cosecha se cortaran únicamente frutos de color rojo brillante.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Rendimiento del cultivo de tomate.

El rendimiento es una variable de importancia para la presente investigación, pues determina el volumen en kilogramos por hectárea de cada uno de los tratamientos (cultivares) evaluados, la que se logró determinar a través de la suma de todos los cortes que se realizaron durante la cosecha. Los datos se tomaron a cada parcela neta, que consiste en doce plantas por tratamiento. En el cuadro 8 se muestra los rendimientos del cultivo de tomate en kg/ha en el proyecto de Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.

Se elaboro un análisis de varianza para la variable de rendimiento en kilogramos por hectárea del cultivo de tomate. Los resultados del análisis se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8. Análisis de la varianza para la variable rendimiento en kilogramos/hectárea del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	32	181.41	<0.0001
LOCALIDAD	1	8	33.12	0.0004
TRATAMIENTO	4	32	1.53	0.2179
LOCALIDAD:TRATAMIENTO	4	32	0.60	0.6684

Según el cuadro 8 del análisis de varianza, no existen diferencias significativas para la interacción localidad – tratamiento, así como para los cinco tratamientos evaluados, pero se observa diferencias significativas únicamente entre las localidades en cuanto a la variable rendimiento en kilogramos por hectárea. Para lo cual se procedió a realizar la prueba de medias LSD Fisher para el factor localidad.

Cuadro 9. Prueba de medias de LSD Fisher al 0.05% para la variable rendimiento del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.

<u>LOCALIDAD</u>	<u>Medias</u>	<u>E.E</u>	
2.00	50654.04	4139.89	A
1.00	22075.76	2741.77	B

Grupo A: Este grupo corresponde a la localidad ubicada en Finca Santa Elisa, San Esteban, Chiquimula, en la que se obtuvo una media de rendimiento de 50,654.04 kilogramos por hectárea.

Grupo B: Este grupo corresponde a la localidad ubicada en Aldea los Encuentros Abajo, Quezaltepeque, Chiquimula, en la que se obtuvo una media de rendimiento de 22,075.76 kilogramos por hectárea.

En el cuadro 9 se muestran los tratamientos y resultados de cada uno de ellos en rendimiento de fruto obtenido en kilogramos por hectárea, del cual podemos analizar las diferencias entre localidades, es de considerarse las condiciones de manejo y alta presencia de peca bacteriana al inicio de la producción en la localidad 1, además las condiciones de humedad provocada

por la precipitación del mes de septiembre y octubre no favoreció el buen desarrollo de las plantas.

Cuadro 10. Rendimiento en kilogramos/hectárea del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.

Posición	Localidad	Tratamiento	Descripción	Rendimiento en Kg/Ha.
1	2	T4	HM 58801	51414.14
2	2	T3	HM 4909	49640.15
3	2	T2	HM 3888	46811.87
4	2	T5	HM 58811	44267.68
5	2	T1	HM 3887	44128.79
6	1	T5	HM 58811	35202.02
7	1	T4	HM 58801	26540.40
8	1	T2	HM 3888	24053.03
9	1	T3	HM 4909	20113.64
10	1	T1	HM 3887	17310.61

De acuerdo a los rendimientos obtenidos en los distintos tratamientos presentados en el cuadro 10 se determina que el material HM 58801 y el HM 4909 manifiesta los mayores rendimientos siendo estos 51,414.14 y 49640.15 kilogramos por hectárea respectivamente, para la localidad 2, mientras que para la localidad 1 los tratamientos s HM 58811 y el HM 58801 manifestaron los

mejores rendimientos, siendo 35202.02 y 26540.40 kilogramos por hectárea respectivamente,

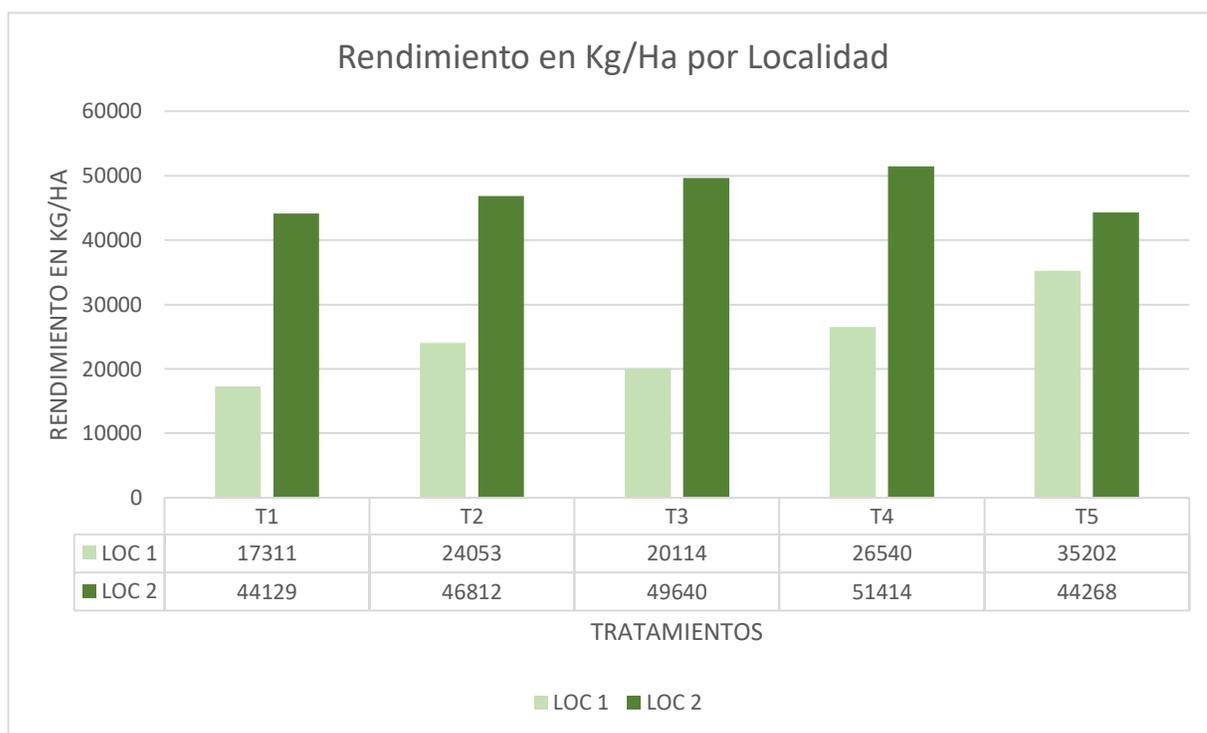


Figura 7. Rendimientos en kilogramos/hectárea de los tratamientos (cultivares) en del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.

La figura 7 representa gráficamente como el tratamiento 4 HM 58801 encabeza el mejor rendimiento en la localidad 2, mientras que en la localidad 1 se posicionó el material 5 HM 4909 como el de mejor rendimiento.

6.2 Altura de planta

6.2.1 A los 30 días después de trasplante

Para determinar la adaptabilidad de los cinco cultivares evaluados con respecto al crecimiento en altura de las plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) se realizó la prueba de hipótesis secuenciales para la variable altura en centímetros, se recopilaron datos a los 30 días después de la siembra de doce plantas correspondientes a la parcela neta de cada tratamiento. En el cuadro 11 se presentan los datos del análisis estadístico desarrollado para esta variable.

Cuadro 11. Prueba de hipótesis secuenciales para altura en centímetros de planta a los 30 días después de trasplante del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.”

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	32	4252.87	<0.0001
LOCALIDAD	1	8	89.81	<0.0001
TRATAMIENTO	4	32	3.26	0.0238
LOCALIDAD: TRATAMIENTO	4	32	3.10	0.0289

No existen diferencias significativas para localidad y tratamiento, pero si existe para la interacción entre localidad: tratamiento para la variable de altura a los 30 días después del transplante en las dos localidades. Para lo cual se procedió a realizar la prueba de medias LSD Fisher para esta interacción.

Cuadro 12. Prueba de medias LSD Fisher para altura en centímetros de planta a los 30 días después de trasplante del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.”

LOCALIDAD	TRATAMIENTO	Medias	E.E				
2	4	106.80	4.08	A			
2	1	104.80	4.08	A			
2	3	104.60	4.08	A			
2	2	100.40	4.08	A			
2	5	87.80	4.08		B		
1	3	82.20	4.08		B	C	
1	1	79.80	4.08		B	C	
1	5	77.00	4.08		B	C	D
1	4	71.80	4.08			C	D
1	2	65.60	4.08				D

La localidad que presento mayor media de altura a los 30 días después del trasplante fue la localidad de San Esteban seguido de la localidad de Los Encuentros; y en la prueba de medias de altura a los 30 días después de la siembra se puede observar que los tratamientos que presentaron las mayores medias a altura fueron los tratamientos 4 (HM 58801) y el tratamiento 1 (HM 3887) para la localidad de San Esteban y los tratamientos 3 (HM 4909) y 1 (3887) para la localidad de los Encuentros respectivamente.

6.2.2 A los 60 días después de trasplante

Para determinar la adaptabilidad de los cinco cultivares evaluados con respecto al crecimiento en altura de las plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) se realizó la prueba de hipótesis secuenciales para la variable altura en centímetros, se recopilaron datos a los 60 días después de la siembra de doce plantas correspondientes a la parcela neta de cada tratamiento. En el cuadro 13 se presentan los datos del análisis estadístico desarrollado para esta variable.

Cuadro 13. Análisis de varianza para altura en centímetros de planta a los 60 días después de trasplante del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.”

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	32	5679.04	<0.0001
LOCALIDAD	1	8	1.97	0.1979
TRATAMIENTO	4	32	0.88	0.4852
LOCALIDAD:TRATAMIENTO	4	32	0.48	0.7506

Según el cuadro anterior, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los cultivares evaluados y entre localidades para la variable altura a los 60 días después del trasplante, lo que indica que todos los materiales evaluados manifiestan similar comportamiento en cuanto altura de plantas a los 60 días

después de la siembra, por lo que no se realizó el análisis de medias de Fisher para esta variable, por no existir diferencias significativas.

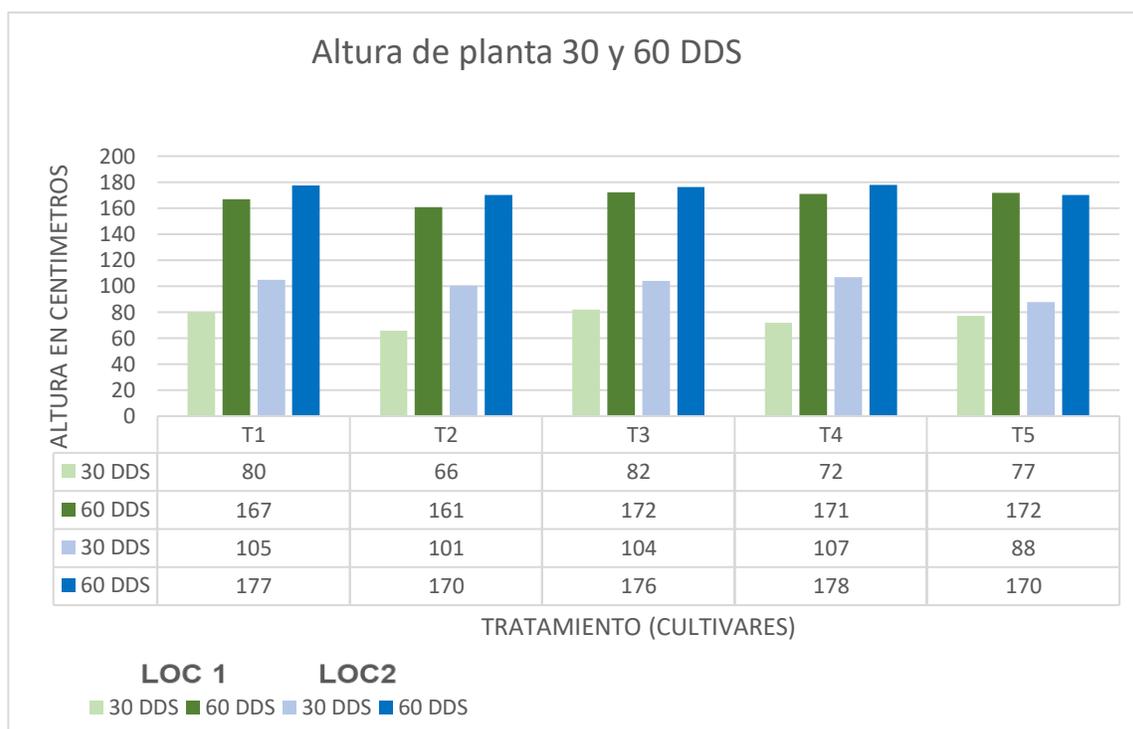


Figura 8. Comportamiento de la altura de plantas en centímetros a los 30 y 60 días después de trasplante del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.”

En la figura 8, se aprecia el comportamiento de la altura de plantas en centímetros de los cultivares evaluados cultivar evaluado a los 30 días después de trasplante y 60 días después de trasplante. En función de las medias evaluadas, se demuestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre localidades para la variable de altura de plantas, siendo en la localidad dos Finca Santa Elisa, San Esteban donde el tratamiento 4 (HM 58801) manifestó mayor altura a los 30 días de tomada la lectura, pero a los 60 días el comportamiento de crecimiento entre los 5 cultivares se manifiesta en forma similar.

6.3 Diámetro de tallo

6.3.1 A los 30 días después de trasplante

Para esta variable se realizó un análisis de varianza en el cual se logró entender la adaptación de los cultivares en ambas localidades, en este caso para el diámetro del tallo en centímetros, en las plantas de la parcela neta de cada material de tomate evaluado en el proyecto de cultivares para proceso, con el propósito de identificar un tratamiento que presentara diferencias frente a los demás. Se tomaron datos a los 30 días después de trasplante doce plantas por parcela neta de cada tratamiento. Los resultados del análisis de la varianza para esta variable se presentan en el cuadro 14.

Cuadro 14. Análisis de la varianza para la variable diámetro en centímetros del tallo a los 30 días después de trasplante del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	32	8543.17	<0.0001
LOCALIDAD	1	8	126.69	<0.0001
TRATAMIENTO	4	32	5.42	0.0019
LOCALIDAD:TRATAMIENTO	4	32	0.97	0.4387

De acuerdo al análisis planteado en el cuadro 14, se determina que para la interacción localidad-tratamiento no existen diferencias significativas, sin embargo, para los factores localidad y tratamientos si existen diferencias significativas, para la variable diámetro a los 30 días después del trasplante en ambas localidades. Por lo que se procedió a realizar prueba de medias LSD Fisher para cada uno de los factores.

Cuadro 15. Prueba de medias LSD Fisher para el factor localidad, en la evaluación del diámetro en centímetros de plantas a los 30 días después de trasplante del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.”

<u>LOCALIDAD</u>	<u>Medias</u>	<u>E.E</u>	
2.00	1.10	0.03	A
1.00	0.78	0.01	B

Según la prueba de medias LSD Fisher la localidad que presento mayor media de diámetros a los 30 días después del transplante fue la localidad de San Esteban, Chiquimula con un valor de 1.10 de media.

Cuadro 16. Prueba de medias LSD Fisher para el factor localidad, en la evaluación del diámetro en centímetros de plantas a los 30 días después de trasplante del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.”

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>Medias</u>	<u>E.E</u>	
4.00	0.98	0.03	A
5.00	0.96	0.03	A
2.00	0.93	0.03	A
3.00	0.93	0.03	A
1.00	0.89	0.03	A

Según la prueba de medias LSD Fisher para el factor tratamiento con respecto a la variable diámetro a los 30 días después del transplante se puede observar que todos los tratamientos presentan medias similares en cuanto al diámetro a los 30

días después del trasplante de los cuales el tratamiento 4 (HM 58801) seguido por el tratamiento 5 (HM 58811), el tratamiento 2 (HM 3888), el tratamiento 3 (HM 4909) y por último el tratamiento 1 (HM 3887) respectivamente.

6.3.2 A los 60 días después de trasplante

Para esta variable se realizó un análisis de varianza en el cual se logró entender la adaptación de los cultivares en ambas localidades, en este caso para el diámetro del tallo en centímetros, en las plantas de la parcela neta de cada material de tomate evaluado en el proyecto de cultivares para proceso, con el propósito de identificar un tratamiento que presentara diferencias frente a los demás. Se tomaron datos a los 60 días después de trasplante doce plantas por parcela neta de cada tratamiento. Los resultados del análisis de la varianza para esta variable se presentan en el cuadro 17.

Cuadro 17. Análisis de la varianza para la variable diámetro en centímetros del tallo a los 60 días después de trasplante del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	32	37261.01	<0.0001
LOCALIDAD	1	8	17.21	0.0032
TRATAMIENTO	4	32	0.45	0.7707
LOCALIDAD: TRATAMIENTO	4	32	0.81	0.5271

De acuerdo al análisis planteado en el cuadro 17, se determina que para la interacción localidad-tratamiento y para el factor tratamiento no existen diferencias significativas, sin embargo, para el factor localidad si existe diferencias significativas, para la variable diámetro a los 60 días después del trasplante en

ambas localidades. Por lo que se procedió a realizar prueba de medias LSD Fisher para cada uno de los factores.

Cuadro 18. Prueba de medias LSD Fisher para el factor localidad, en la evaluación del diámetro en centímetros de plantas a los 60 días después de trasplante del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.”

<u>LOCALIDAD</u>	<u>Medias</u>	<u>E.E</u>	
2.00	1.53	0.01	A
1.00	1.47	0.01	B

Según la prueba de medias LSD Fisher la localidad que presento mayor media de diámetros a los 60 días después del transplante fue la localidad de San Esteban, Chiquimula con un valor de 1.53 de media. A continuación, se describen gráficamente el comportamiento de los diámetros del tallo de las plantas de tomate de cada tratamiento a los 30 y 60 después de la siembra, para ambas localidades.

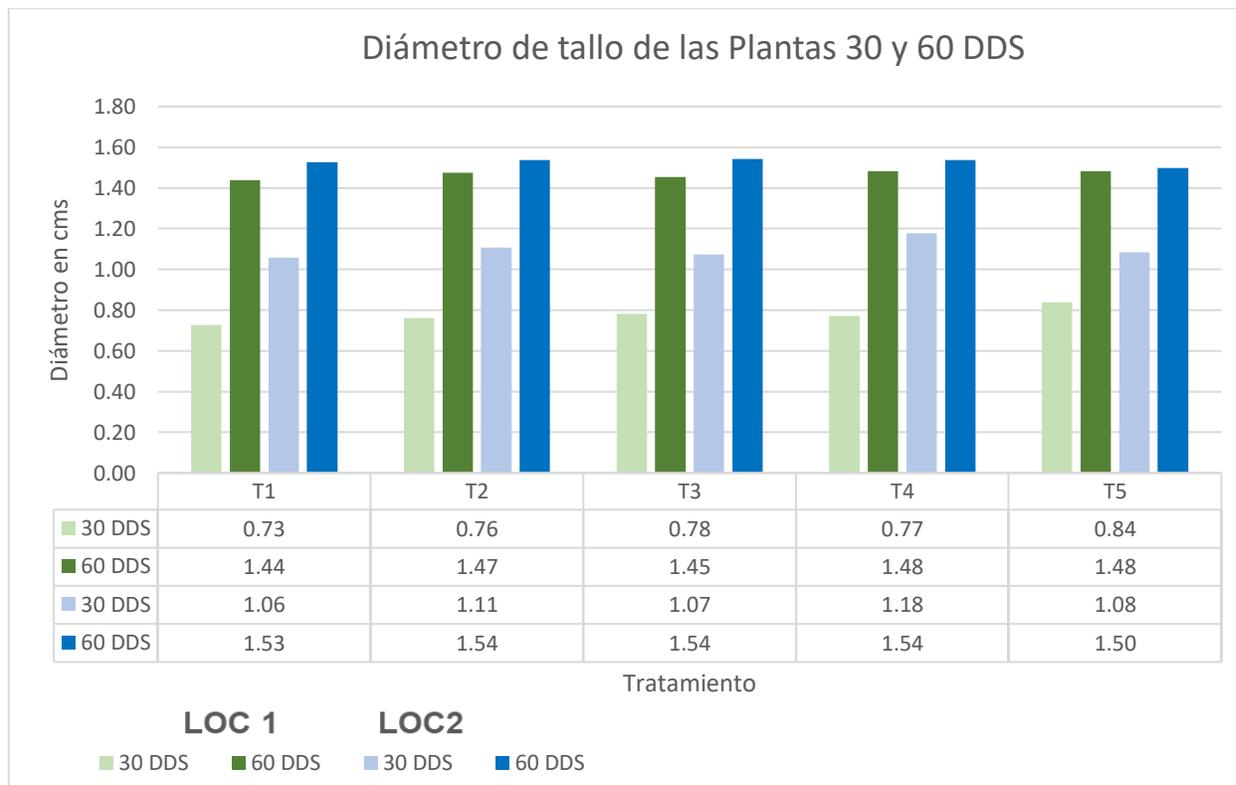


Figura 9. Comportamiento del diámetro de plantas en centímetros a los 30 y 60 días después la siembra según del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.”

La figura 9, detalla las diferencias entre las localidades en lo que respecta al diámetro a los 30 y 60 días después de la siembra, mismas que no son altamente significativas, además se puede observar que entre los tratamientos por localidad no se marcan diferencias significativas en ninguna de las dos épocas de medición.

6.4 Calidad del fruto

El análisis calidad de fruto se desarrolla en la presente investigación para identificar el tratamiento que presente diferencias significativas frente a los demás. Para completar este se recopilaron datos para el primer, tercer y cuarto corte en la cosecha de ambas localidades. Tomando nueve frutos de cada parcela neta de los distintos materiales de tomate evaluados.

El análisis de calidad de fruto consistió en la determinación de volumen del fruto en función del diámetro longitudinal (largo) y diámetro ecuatorial (ancho), los que proporciona información sobre la forma y volumen que ocupa el fruto de cada tratamiento.

Para interpretar esta variable se procede a desarrollar un análisis de varianza comparativo.

Cuadro 19. Análisis de la varianza para la variable calidad de fruto del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.”

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	32	8855.26	<0.0001
LOCALIDAD	1	8	2.21	0.1757
TRATAMIENTO	4	32	10.62	<0.0001
LOCALIDAD: TRATAMIENTO	4	32	7.39	0.0002

Según el cuadro 19 se observa que para la interacción localidad-tratamiento y en el factor tratamiento existen diferencias significativas, mientras que para el factor localidad no presenta diferencias significativas para la variable calidad de fruto. Por lo que se procedió a realizar prueba de medias LSD Fisher para la interacción localidad-tratamiento.

Cuadro 20. Prueba de medias de Fisher al 5% para la variable calidad de fruto del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.”

LOCALIDAD	TRATAMIENTO	Medias	E.E								
2.00	4.00	41.83	1.05	A							
1.00	3.00	38.46	1.05	B							
1.00	1.00	37.30	1.05	B	C						
2.00	2.00	36.93	1.05	B	C	D					
2.00	1.00	36.02	1.05	B	C	D	E				
1.00	4.00	35.11	1.05		C	D	E	F			
2.00	5.00	34.08	1.05			D	E	F	G		
1.00	2.00	33.25	1.05				E	F	G		
2.00	3.00	33.11	1.05					F	G		
1.00	5.00	32.18	1.05							G	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Según la prueba de medias LSD Fisher la localidad que presento mayor media en cuanto a la variable calidad de fruto es la localidad 2, y el tratamiento 4 que responde al cultivar HM 58801, aunque se caracteriza por ser un tratamiento con el mejor rendimiento, presenta los mejores frutos, con una media en relación largo-ancho de 41.83. Seguido del tratamiento 3 que corresponde al HM 4909 con una media de 38.46 en cuanto a la calidad de fruto.

El análisis de varianza para calidad de fruto existió diferencia significativa entre los tratamientos y la interacción localidad-tratamiento, por lo que la prueba de Fisher determinó el los mejores materiales en cuanto a la calidad de fruto.

6.5 Grados Brix de fruto

El análisis cantidad de azúcar presente en los tratamientos evaluados se analiza a manera de determinar en primer lugar que cultivar presenta los contenidos de azúcar, además observar el comportamiento de este factor bajo condiciones locales, y revisar si estamos en los parámetros que el mercado para proceso exige en cuanto al contenido de azúcar, y poder ingresar al mercado transformativo del tomate en pasta. Para completar este se recabaron datos en el primer, tercer y cuarto corte en la cosecha de ambas localidades. Tomando tres frutos de cada parcela neta de los distintos materiales de tomate evaluados.

El análisis de grados brix consistió en la determinación del contenido de azúcar, haciendo uso de un refractómetro digital que proporcionaba directamente el contenido de azúcar en los frutos de cada cultivar.

Para interpretar esta variable se procede a desarrollar un análisis de varianza comparativo.

Cuadro 21. Análisis de la varianza para la variable grados brix del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.”

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	32	10173.12	<0.0001
LOCALIDAD	1	8	0.50	0.4987
TRATAMIENTO	4	32	2.32	<0.0783
<u>LOCALIDAD: TRATAMIENTO</u>	<u>4</u>	<u>32</u>	<u>0.66</u>	<u>0.6248</u>

Según el cuadro 21 se observa que tanto para la interacción localidad-tratamiento, tratamiento y localidad no existen diferencias significativas, lo que denota que este factor se comportó en forma similar en cuanto a los tratamientos y localidades, expresando la calidad genética de los cinco materiales, pues son materiales específicos para proceso, por lo que se puede observar que los niveles de azúcar

que reportan las fichas técnicas de cada tratamiento, no presentan diferencias significativas entre ellos.

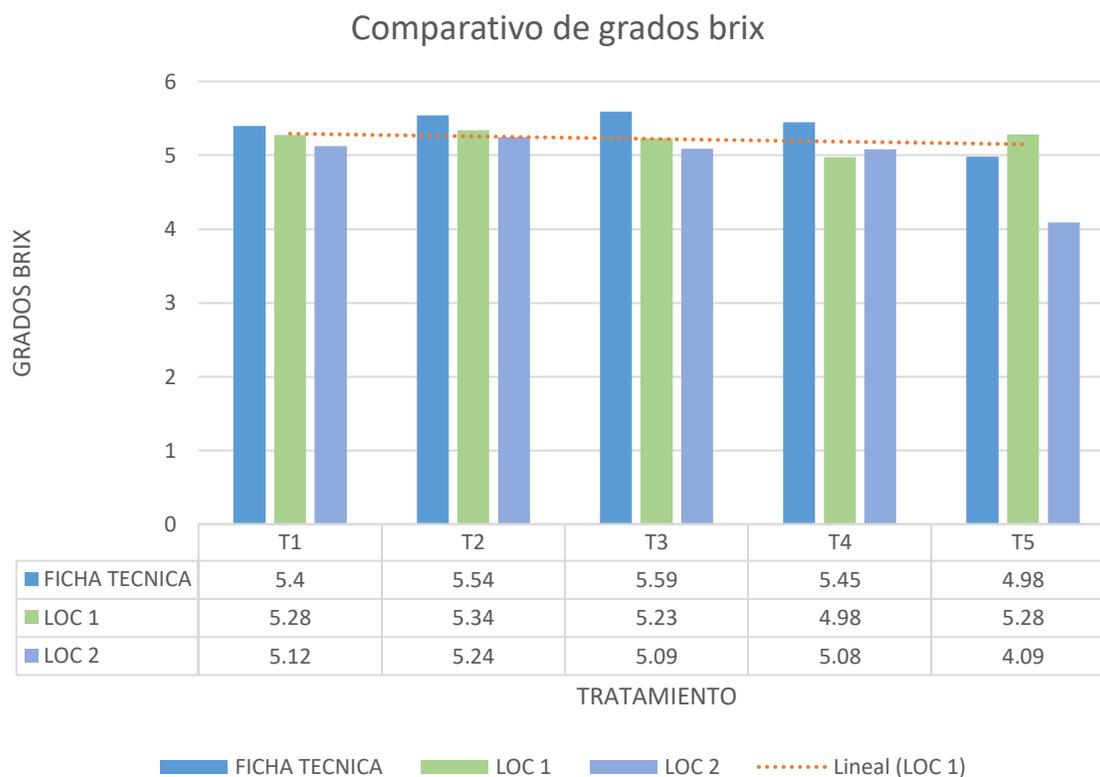


Figura 10. Comparativo de la variable grados brix en fruto, entre ficha técnica del cultivar y las localidades del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.”

La anterior figura, confirma que según el análisis de varianza no existen diferencias significativas entre tratamiento y localidades de la investigación, manifestando una similar generación de azúcares de acuerdo a lo que plantea la ficha técnica que de los materiales evaluados.

6.6 pH de fruto

El análisis de pH en fruto para los tratamientos evaluados se analiza a manera de determinar en primer lugar que cultivar presenta los contenidos de acidez, además observar el comportamiento de este factor bajo condiciones locales, y revisar si estamos en los parámetros que el mercado para el proceso exige en cuanto al contenido de acidez, y poder ingresar al mercado transformativo del tomate en pasta. Para completar este se recabaron datos en el primer, tercer y cuarto corte en la cosecha de ambas localidades. Tomando tres frutos de cada parcela neta de los distintos materiales de tomate evaluados.

El análisis de pH consistió en la determinación de la acidez, haciendo uso de un medidor de pH digital que proporcionaba directamente el pH en los frutos de cada cultivar.

Para interpretar esta variable se procede a desarrollar un análisis de varianza comparativo.

Cuadro 22. Análisis de la varianza para la variable pH de frutos del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.”

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	32	185772.02	<0.0001
LOCALIDAD	1	8	0.21	0.6618
TRATAMIENTO	4	32	2.21	<0.0897
LOCALIDAD: TRATAMIENTO	4	32	0.79	0.5429

Según el cuadro 22 se observa que tanto para la interacción localidad-tratamiento, tratamiento y localidad no existen diferencias significativas, lo que denota que este factor se comportó en forma similar en cuanto a los tratamientos y localidades, expresando la calidad genética de los cinco materiales, pues son materiales específicos para proceso, por lo que se puede observar que el pH que reportan las fichas técnicas de cada tratamiento, no presenta diferencias significativas entre ellos.

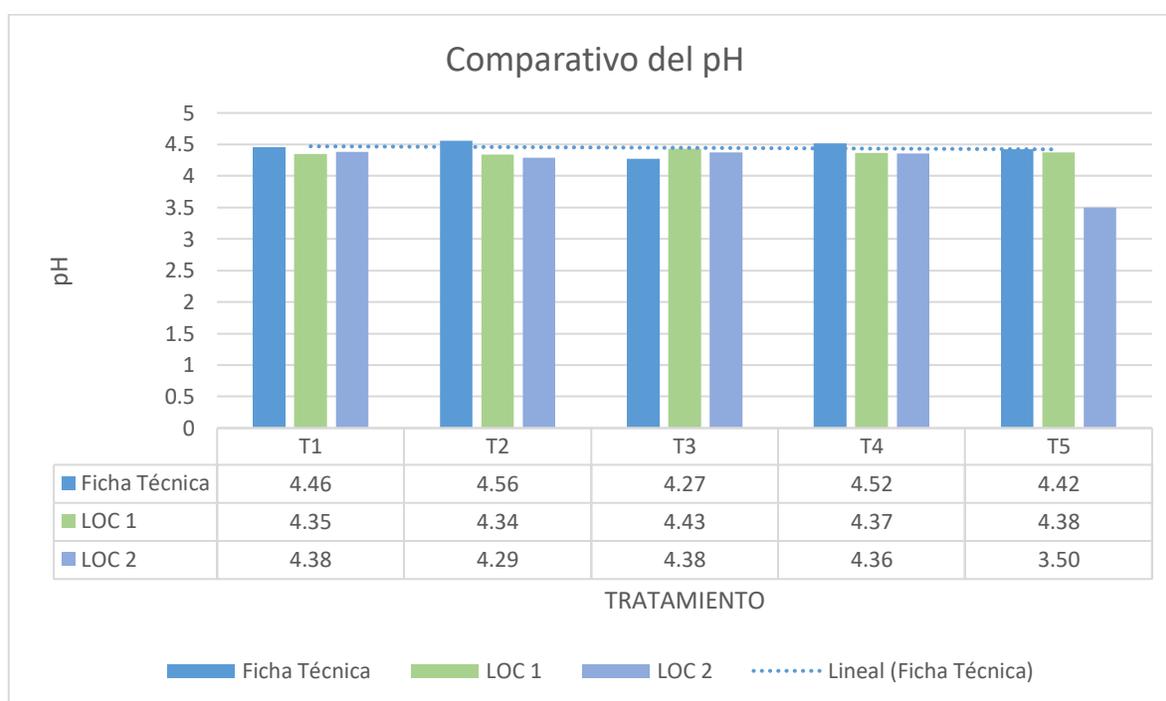


Figura 11. Comparativo de la variable grados brix en fruto, entre ficha técnica del cultivar y las localidades del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.”

La anterior figura, confirma que según el análisis de varianza no existen diferencias significativas entre tratamiento y localidades de la investigación, manifestando un similar comportamiento del pH entre los tratamiento y lo que plantea la ficha técnica que de los materiales evaluados.

6.7 Variables Color, Sólidos totales y sólidos solubles, Viscosidad, Acidez.

Estas variables no fueron sujeto a análisis dentro de la presente investigación, debido a que el material que se tenía que ser enviado al laboratorio de la Universidad del Valle no procedió, debido a la pandemia de COVID-19 en Guatemala, la cual fue anunciada oficialmente el 13 de marzo de 2020 por parte del gobierno, fecha que oficialmente se cierran actividades presenciales y operaciones en todas las dependencias publicas y privadas del país.

El día 17 de marzo el Gestor de IICA-CRIA envia un correo donde gira las siguientes instrucciones. *“Considerando las disposiciones del Gobierno de Guatemala respecto al COVID 19 y las instrucciones de la Inga. María Febres (Representante del IICA) de suspender todos los talleres planificados durante los próximos 21 días a partir del 16 de marzo del presente año; se suspende esta convocatoria esperando su comprensión y a la vez su participación cuando se re programe el mismo”.*

6.8 Fase 3: Evaluación sensorial de la pasta de tomate

Este análisis no procedió en la presente investigación, debido a la pandemia de COVID-19 en Guatemala, misma que fue anunciada oficialmente el 13 de marzo de 2020 por el presidente Alejandro Giammattei, fecha que oficialmente se cierran actividades presenciales y operaciones en todas las dependencias publicas y privadas del país.

El día 17 de marzo el Gestor de IICA-CRIA envía un correo donde gira las siguientes instrucciones. “Considerando las disposiciones del Gobierno de Guatemala respecto al COVID 19 y las instrucciones de la Inga. María Febres (Representante del IICA) de suspender todos los talleres planificados durante los próximos 21 días a partir del 16 de marzo del presente año; se suspende esta convocatoria esperando su comprensión y a la vez su participación cuando se re programe el mismo”.

Expongo que todo el proceso y convocatoria para este evento se encontraba establecido como se puede ver en lo que literalmente manifiesta el correo enviado a instituciones públicas y restaurantes de la región.

*“El día jueves 19 de marzo del presente año en las instalaciones del Hotel y Restaurante Grand Caporal se llevará a cabo un taller para socializar avances del proyecto "EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO Y CALIDAD ORGANOLEPTICA DE CINCO CULTIVARES DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) PARA PASTA, EN DOS LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA"; así también se hará la degustación de las pastas obtenidas a partir de los tomates cosechados en los cultivos de tomate evaluados.*

Considerando la importancia de su participación, se les hace la cordial invitación esperando que además nos pueda acompañar un técnico por municipio del departamento de Chiquimula. Se adjunta el programa de la actividad.”

- I. Programa
Taller “Evaluación sensorial de la pasta de tomate” del Proyecto de Investigación de la Cadena de Tomate del CRIA Oriente
Fecha y lugar: jueves 19 de marzo de 2020, Salón Campestre, Hotel y Restaurante Grand Caporal, Chiquimula
Facilitadores del evento: René Solís/Godofredo Ayala/Luis Calderón

HORA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
08:00-8:45	Registro de participantes	René Solís
08:45-09:00	Bienvenida	Luis Calderón
09:00-09:45	Presentación del proyecto de Investigación “Evaluación de cinco cultivares de tomate para proceso.	René Solís
9:45-10:00	Refacción	Todos
10:00-12:00	Evaluación sensorial de la pasta de cinco cultivares de tomate.	René Solís
12:00-12:15	Comentario.	René Solís
12:45-13:00	Clausura del Taller	Godofredo Ayala
13:00-14:00	Almuerzo	Todos

6.9 Relación Beneficio/Costo

Como factor de importancia en la evaluación de los diferentes materiales, se procede a la realización de un análisis financiero para determinar a través de la relación de los ingresos y costos desarrollados en cada uno de los materiales evaluados y obtener el beneficio neto del mejor tratamiento. Para esto se utilizó el indicador financiero Beneficio/Costo. El precio de venta de tomate se consideró en Q.80.00 por caja de 50 libras. En el siguiente cuadro se presenta el análisis financiero de los materiales evaluados en la presente investigación.

Cuadro 21. Relación beneficio/costo de los materiales de tomate evaluados en el proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.”

	LOCALIDAD 1					LOCALIDAD 2				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
INGRESOS										
Rendimiento cajas/Ha	762	1058	885	1168	1549	1942	2060	2184	2262	1948
Rendimiento ajustado al 10%	685.5	952.5	796.5	1051	1394	1747.5	1853.75	1965.75	2036	1753
Precio Promedio	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
INGRESO NETO * Ha.	54,840.00	76,200.00	63,720.00	84,080.00	111,520.00	139,800.00	148,300.00	157,260.00	162,880.00	140,240.00
COSTOS										
Plantulas (pilon)	8,000.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00
Jornales varios	6,480.00	6,480.00	6,480.00	6,480.00	6,480.00	6,480.00	6,480.00	6,480.00	6,480.00	6,480.00
Total Costos Variables	14,480.00	14,480.00	14,480.00	14,480.00	14,480.00	14,480.00	14,480.00	14,480.00	14,480.00	14,480.00
Costos Fijos	78400	78400	78400	78400	78400	78400	78400	78400	78400	78400
SUBTOTAL COSTOS	92,880.00	92,880.00	92,880.00	92,880.00	92,880.00	92,880.00	92,880.00	92,880.00	92,880.00	92,880.00
Imprevistos (5%)	4,644.00	4,644.00	4,644.00	4,644.00	4,644.00	4,644.00	4,644.00	4,644.00	4,644.00	4,644.00
COSTO TOTAL * Ha	97,524.00	97,524.00	97,524.00	97,524.00	97,524.00	97,524.00	97,524.00	97,524.00	97,524.00	97,524.00
Análisis Financiero										
Ingreso	54,840.00	76,200.00	63,720.00	84,080.00	111,520.00	139,800.00	148,300.00	157,260.00	162,880.00	140,240.00
Utilidad Bruta	40,360.00	61,720.00	49,240.00	69,600.00	97,040.00	125,320.00	133,820.00	142,780.00	148,400.00	125,760.00
Utilidad Neta	-42,684.00	-21,324.00	-33,804.00	-13,444.00	13,996.00	42,276.00	50,776.00	59,736.00	65,356.00	42,716.00
Relación Beneficio/Costo	0.56	0.78	0.65	0.86	1.14	1.43	1.52	1.61	1.67	1.44

Para el análisis de la relación beneficio costo para ambas localidades se determinó que la localidad 2, el tratamiento T4 (HM 58801) presentó el mejor índice de relación beneficio/costo de 1.67, superando al resto de los tratamientos, superando al segundo tratamiento en muy poca diferencia, siendo este el T3 (HM 4909), con 1.61, esto indica que por cada quetzal invertido se obtuvo una ganancia neta sesenta y siete y sesenta y uno respectivamente.

Para el análisis de la relación beneficio costo de la localidad 1, el tratamiento T5 (HM 58811) presentó el mejor índice de relación beneficio/costo de 1.14, siendo este el único tratamiento que manifiesta una beneficio de catorce centavos, el resto de los tratamientos para esta localidad no presentan ser atractivos financieras, productos del factor localidad, la incidencia de peca bacteriana en inicios del establecimiento y alta humedad provocada por precipitación, inciden negativamente en el rendimiento.

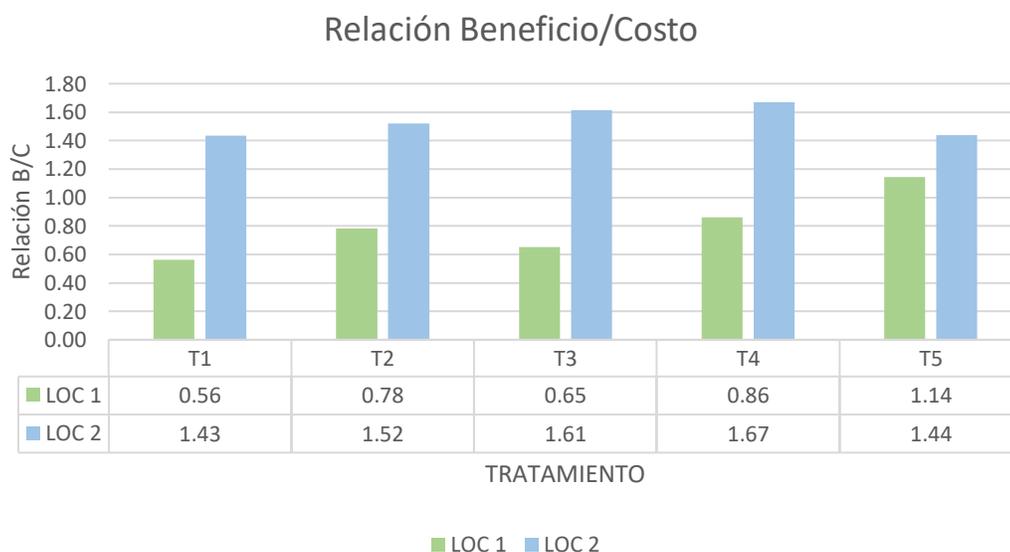


Figura 10. Relación beneficio costo de los tratamientos evaluados en ambas localidades del proyecto Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019.”

Se observa en la figura 10 que el mejor tratamiento en la relación beneficio/costo es el T4 con un indicador de 1.67 y el tratamiento con el indicador más bajo es el T1 con 1.43 para la localidad 2. Todos los tratamientos para la localidad 2 presentan una rentabilidad que permite recuperar la inversión y obtener ganancias. Mientras que la localidad 1 solamente el tratamiento 5 logra obtener una ganancia mínima.

7 CONCLUSIONES

La localidad que presentó mejores rendimientos en producción fue la localidad de San Esteban, Chiquimula con una media de 50,654.04 kilogramos por hectárea; para la localidad de Los Encuentros, Quezaltepeque existieron diversos factores como las condiciones climáticas como las altas precipitaciones, manejo del cultivo y la presencia de problemas de hongos y bacterias los cuales provocaron una media de 22075.76 de rendimiento para esta localidad.

Los materiales que presentaron mayores rendimientos obtenidos fueron el tratamiento 4 (HM 58801) Y el tratamiento 3 (HM 4909) para la localidad de San Esteban con valores de 51,414.14 kg/ha y 49,640.15 kg/ha respectivamente y para la localidad de Los Encuentros, Quezaltepeque el tratamiento 5 (HM 58811) y el tratamiento 4 (HM 58801) con valores de 35,202.02 kg/ha y 26,540.40 kg/ha respectivamente.

Para los datos obtenidos a los 30 y 60 días después del transplante para la variable altura de planta la localidad de San Esteban fue la que presentó mayor media de altura a los 30DD en cuanto al comportamiento a los 60DD el crecimiento entre los cinco cultivares se manifestaron de forma similar.

Para la variable diámetro de planta a los 30 y 60 días después del transplante existieron diferencias significativas para los factores localidad y tratamiento a los 30DD siendo la localidad de San Esteban la que presentó mayor media en diámetro con un valor de 1.10; en cuanto al diámetro entre tratamientos presentaron medias similares siendo el mayor el tratamiento 4 (HM 58801) con un valor de 0.98 de media. Y para los 60 días después del transplante únicamente existieron diferencias para el factor localidad siendo la localidad de San Esteban la mayor con un valor de 1.53.

La localidad que presento mayor media en la variable calidad de fruto fue la localidad de San Esteban obteniendo como resultado el tratamiento 4 (HM 58801) que se caracterizó por ser el mejor tratamiento en cuanto al rendimiento, mejores frutos y con una media en relación largo-ancho con un valor de 41.83.

No existieron diferencias significativas para los factores localidad, tratamiento y la interacción localidad: tratamiento para la variable grados brix ya que los tratamientos expresaron la calidad genética en ambas localidades, pues son materiales específicos para el proceso de pasta, por lo que los niveles de azúcar fueron similares a los que reportan las fichas técnicas de cada tratamiento; al igual que para la variable pH de fruto los materiales fueron similares a los que reportan las fichas técnicas.

El análisis de las variables organolépticas, viscosidad, sólidos solubles y sólidos totales, acidez titulable, color, no se lograron completar, debido a la suspensión de actividades presenciales en la Universidad de San Carlos de Guatemala por mandato del Consejo Superior Universitario en el Acta 11-2020, así como en el resto de instituciones públicas y privadas debido como el Estado de Calamidad Pública provocado por la pandemia COVID19, decretado por el Gobierno de Guatemala. Únicamente se analizaron grados brix y pH, para cada uno de los tratamientos evaluados.

El tratamiento con mejor relación beneficio/costo para la localidad 2 fue el tratamiento T4 (HM 58801) presentó el mejor índice de relación beneficio/costo de 1.67, superando al segundo tratamiento en muy poca diferencia, siendo este el T3 (HM 4909), con 1.61, esto indica que por cada quetzal invertido se obtuvo una ganancia neta sesenta y siete y sesenta y uno respectivamente. Para la localidad 1, el tratamiento T5 (HM 58811) presentó el mejor índice de relación beneficio/costo de 1.14, siendo este el único tratamiento que manifiesta una beneficio de catorce centavos por cada quetzal invertido.

8 RECOMENDACIONES

Efectuar evaluaciones previas en las dos localidades para para determinar si existen focos de contaminación por bacterias y hongos que puedan presentar problemas en los próximos ciclos de cultivo de tomate.

Para la localidad de Los Encuentros, Quezaltepeque es recomendable el uso de materiales tolerantes a problemas de bacterias y hongos con buen rendimiento y adaptabilidad a la zona. Para la época de verano es necesario la producción bajo condiciones controladas.

Para la localidad de San Esteban debido a las condiciones climáticas de la zona es recomendable utilizar un mayor distanciamiento de siembra para mejorar la producción y podas a la planta de tomate para evitar contagios por bacterias y aumentar la ventilación entre las mismas.

Para ambas localidades es recomendable utilizar los tratamientos 4 (HM 58801), tratamiento 3 (HM 4909) y tratamiento 5 (HM 58811) para la producción de tomate para el proceso de pasta ya que por su calidad genética presentaron las mejores medias en las variables evaluadas.

9 BIBLIOGRAFIAS

CUNORI (Centro Universitario de Oriente, Guatemala). 2018. Datos de la estación meteorológica del sistema de información geográfica. Chiquimula, Guatemala, SIG-CUNORI.

Davila DD. 2016. Ciencias.Pe: El tomate originario de los andes (en línea, sitio web). Consultado 25 jun. 2017. Disponible en: <http://www.ciencias.pe/sabí-que/sabí-que-el-tomate-es-originario-de-los-andes-peruanos>

Deguate.com.2014. Produccion de tomate en Guatemala (en línea, sitio web). Consultado 10 jun. 2017. Disponible en: <http://www.deguate.com/artman/publish/produccion-guatemala/produccion-de-tomate-en-guatemala.shtml>

Escalona, V; Alvarado, P; Monardes, H; Urbina, C; Martin, A. 2009. Manual del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Chile. Facultad de Cs. Agronómicas Universidad de Chile. 60p.

Escoto, ND. 2013. Manejo Integrado de Plagas. Tegucigalpa Honduras. SAG (Secretaria de Agricultura y Ganadería), DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria). 37p.

FEN (Fundación Española de la nutrición). Tomate valoración nutricional (en línea, pdf). Consultado 11 jun. 2017. Disponible en: <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/tomate.pdf>

Fernández Lozano, A. 2012. Componentes de calidad en el tomate (en línea). Revista Énfasis. Consultado 11 jun.2017. Disponible en: <http://www.logisticamx.enfasis.com/articulos/65722-componentes-calidad-el-tomate>

FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola).2009. Evaluación de la fertilización orgánica como alternativa suplementaria a la fertilización química en el sistema de producción del cultivo de tomate. Honduras. su reconocimiento y su manejo integrado/ Gerardo Petit Ávila, José Renán Marcía Santos y Ostilio R. Portillo.pag 70-81.

Gonzales Calaff GM. Mejora genética de una variedad tradicional de tomate (pera de girona) por el método genealógico: análisis y selección en las generaciones f2 y f3. Tesis Ing. Barcelona, España. Escuela Superior De Agricultura de Barcelona. 57p.

Gould W. 1991. Tomato production processing and technology. CTI publications USA. 536 pp.

Green Facts. 2005. Desertificación de los suelos (en línea). Consultado 5 jul. 2017. Disponible en: <https://www.greenfacts.org/es/desertificacion/desertificacion-greenfacts-level2.pdf>

Guía Urbana.2007. La desertificación del suelo (en línea, sitio web). Consultado 5 jul. 2017. Disponible en: <http://www.guia-urbana.com/contaminacion/la-desertificacion-del-suelo.php>

Haifa Pionering the Future. 2014. Recomendaciones nutricionales para tomate (en línea). Consultado 7 jul. 2017. Disponible en: http://www.haifa-group.com/thai/files/Languages/Spanish/Tomate_2014.pdf

Higa, T. Effective Microorganisms.Tecnologia EM (en línea). Brasil. Consultado 12 jul.2017. Disponible en: http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/informaciones_tecnicas_em1_ambiem.pdf

HM, Harris Morran. 2018. Processing Tomato Guide.

López Sandoval PR. 2005. Sistematización de las experiencias de uso de tecnologías en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Laguna de Retana, El Progreso, Jutiapa. Tesis Ing. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 28p.

Lovemysalad.2017. El origen del toamte (en línea, sitio web). Consultado 25 jun. 2017. Disponible en: <https://www.lovemysalad.com/es/blog/el-origen-del-tomate>

Menchu, MT; Mendez, H. 2011. Analisis de la situación alimentaria en Guatemala.INCAP. 54p. Organización panamericana de la salud.

Nuez, F.1986. El cultivo de tomate. Editorial Mundiprensa. 793 pp

Pérez, J; Hurtado, G; Aparicio, V; Argueta, Q; Larin, M. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). Guía Técnica del Cultivo de Tomate (en línea). El Salvador. Consultado 20 junio 2017. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Tomate.pdf>

Tjalling Holwerda H. SQM (The WorldWide Bussines Formula). Guía de Manejo Nutrición Vegetal de Especialidad Tomate. Australia. University of Adelaide, Australia. 83p.

World Processing Tomato Council. 2015. En: <http://www.wptc.to/tomato-&-health-wptc.php> Visitado: Ago 2014.

10 ANEXOS

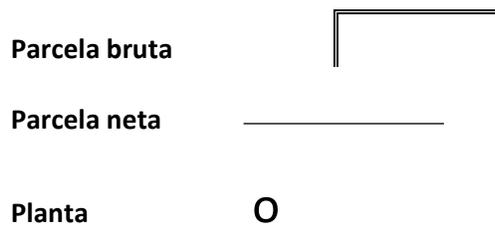
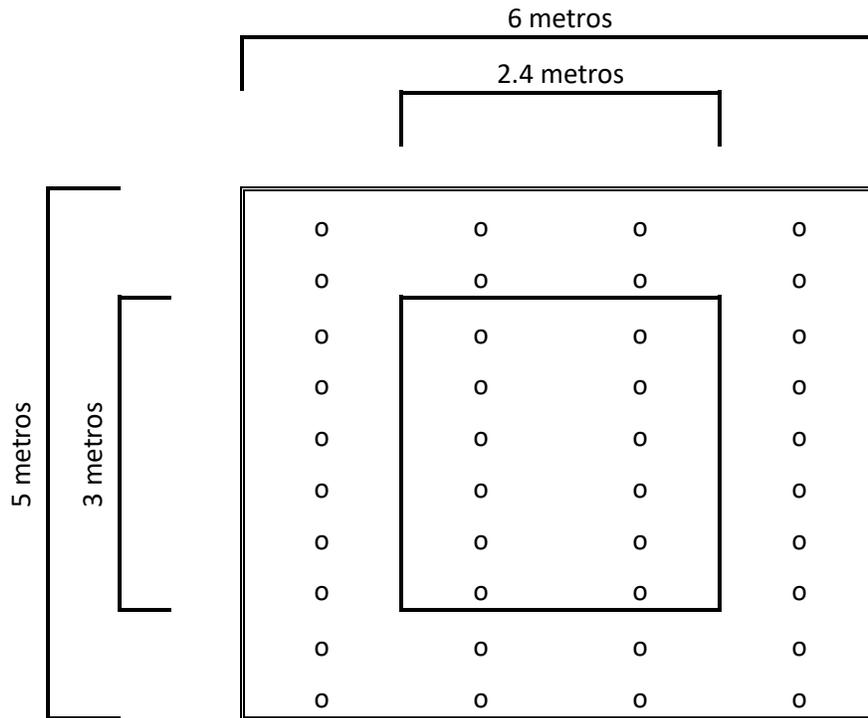
Anexo 1. Distribución de los tratamientos

No.	CULTIVAR
T1	HM 3887
T2	HM 3888
T3	HM 4909
T4	HM 58801
T5	HM 58811

Anexo 2. Distribucion tratamientos en campo

Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5
T1	T4	T3	T2	T5
T3	T3	T1	T3	T1
T5	T1	T4	T4	T3
T2	T5	T2	T5	T2
T4	T2	T5	T1	T4

Anexo 3. Tamaño de la unidad experimental



Anexo 4. Preparación del terreno y siembra de cultivares.



Anexo 5. Colocación de rótulos para identificar los tratamientos.



Anexo 6. Aplicación de productos químicos y fertirriego.



Anexo 7. Problemas de bacterias y hongos.



Anexo 9. Primeros frutos de tomate.



Anexo 8. Cosecha de Frutos.



Anexo 9. Cosecha de frutos.



Anexo 10. Lecturas de pH en frutos de los cinco tratamientos



Anexo 11. Lecturas de grados brix en frutos de los cinco tratamientos



Anexo 12 Eliminación de hojas dañadas y tutorado de guías de tomate y visita de Gestor de IICA



Anexo 13 Identificación de la firmeza y consistencia:



Tratamiento 1



Tratamiento 2



Tratamiento 3



Tratamiento 4



Tratamiento 5



Anexo 14 Protocolo para el taller de la Evaluación sensorial de la pasta.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-
Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria –CRIA-

***Taller “Evaluación sensorial de pasta de cinco cultivares de tomate” del
Proyecto de Investigación de la Cadena de Tomate del CRIA Oriente***

Chiquimula, 25 de febrero de 2020

I. Antecedentes

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA, en el marco del programa CRIA (Consortios Regionales de Investigación Agropecuaria), cuyo objetivo principal es fortalecer e integrar las acciones de consorcios institucionales de investigación comprendidos por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), los centros regionales universitarios, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala (MAGA) y los consorcios de actores en cadenas de valor, el Programa CRIA tiene como objetivo general: Fortalecer e integrar las acciones de consorcios de instituciones de investigación comprendidos por el ICTA, los centros regionales universitarios, y otras instituciones de investigación agrícola reconocida, con las necesidades de los consorcios de actores en cadenas de valor, para que en conjunto se conviertan en: **a)** Eficaces protagonistas para la economía campesina, el desarrollo rural y desarrollo territorial; y **b)** Socios confiables para la cooperación internacional y financiadores nacionales.

Considerando la importancia de fortalecer los consorcios de actores locales mediante la gestión de conocimiento, el acceso a las tecnologías generadas por los investigadores de la agro cadena y que además participen en la validación de las mismas. Se procura establecer para el proyecto de investigación " EVALUACION DE RENDIMIENTO Y CALIDAD ORGANOLEPTICA DE CINCO CULTIVARES DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) PARA PASTA, EN DOS LOCALIDADES EN EL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA" la tercera fase consistente en la prueba sensorial o hedónica.

Durante este taller se pretende conocer la opinión de (amas de casa, adolescentes, cheff de restaurantes) posibles consumidores de la pasta de tomate generada en el proyecto.

II. Objetivos de la reunión

General:

Evaluar el grado de aceptación y preferencia de las distintas pastas elaboradas en el proyecto de investigación, a través de una prueba sensorial.

Específicos:

- Determinar el grado de preferencia de las diferentes pastas de tomate.
- Determinar el grado de aceptación de las diferentes pastas de tomate.

III. Resultados esperados:

1. 50 actores locales, conocen y manifiestan opinión sobre la preferencia de las diferentes pastas de tomate elaboradas.
2. 50 actores locales, conocen y manifiestan opinión sobre la aceptación de las diferentes pastas de tomate elaboradas.

IV. Metodología

Evento Pre Taller:

- Identificación de grupo meta (consumidores) del evento por el investigador y gestor de la cadena de tomate.
- Convocatoria con apoyo de Junta Directiva del Consorcio y el CRIA.
- Elaboración del protocolo del evento CRIA-IICA
- Aspectos logísticos, listados de participantes, transporte, hotel y servicios de alimentación.

Desarrollo del taller

- Recepción de participantes del evento
- Apertura y bienvenida por la Junta Directiva del Consorcio de Tomate
- Lectura de la agenda, aprobación y presentación de metodología del evento
- Presentación breve del proyecto de investigación
- Desarrollo de la prueba sensorial (todos).
- Clausura del taller de análisis sensorial de la pasta de tomate-

Este taller de prueba sensorial y/o prueba hedónica del proyecto de investigación de la cadena de tomate del CRIA Oriente será facilitado por el investigador del proyecto de investigación de tomate para pasta, Coordinador de cadena, quienes tienen conocimiento del tema y los antecedentes de la cadena. Se contará además con la participación de investigadores del CUNORI quienes son responsables de las investigaciones; además estarán chef de restaurantes de la región.

Post taller

- Elaborar una ayuda de memoria del evento.
- Divulgar en la página web del CRIA la noticia del evento.

V. Materiales de referencia e insumos

Se facilitará un folder con la agenda del evento y un cuaderno con lapicero para que los actores participantes tomen nota de los detalles a considerar durante la actividad.

Se contará con muestras de cada una de las pastas de las cinco variedades de tomate.

VI. Participantes

Se espera la participación de productores individuales, amas casa, chef de los principales restaurantes de la región, investigadores de la cadena de tomate y docentes de CUNORI, extensionistas del MAGA y Programa CRIA IICA.

VII. Lugar y fecha

Consortio	Lugar	Fecha
Tomate	Hotel Grand Caporal, Chiquimula	19 de marzo de 2020

VIII. Coordinación, apoyo técnico y logístico

Manuel Aníbal Linares Moscoso

Presidente Consorcio/Productor

Godofredo Ayala

CUNORI/Coordinador cadena

Luis Calderón

Gestor IICA CRIA

IX. Programa

Taller “Evaluación sensorial de la pasta de tomate” del Proyecto de Investigación de la Cadena de Tomate del CRIA Oriente

Fecha y lugar: jueves 19 de marzo de 2020, Salón Campestre, Hotel y Restaurante Grand Caporal, Chiquimula

Facilitadores del evento: René Solís/Godofredo Ayala/Luis Calderón

HORA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
08:00-8:45	Registro de participantes	René Solís
08:45-09:00	Bienvenida	Luis Calderón
09:00-09:45	Presentación del proyecto de Investigación “Evaluación de cinco cultivares de tomate para proceso.	René Solís
9:45-10:00	Refacción	Todos
11:00-12:00	Evaluación sensorial de la pasta de cinco cultivares de tomate.	René Solís
12:00-12:15	Comentario.	René Solís
12:45-13:00	Clausura del Taller	Godofredo Ayala

Anexo: Pasta de tomate de los cinco tratamientos evaluado.

