

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
“DR. MARTÍN CÁRDENAS”
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA



**EVALUACIÓN DE GENOTIPOS CON POTENCIAL DE RENDIMIENTO EN
TOMATE NATIVO (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) CONSERVADO EN EL
BANCO DE GERMOPLASMA VEGETAL DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN
SIMÓN**

**TESIS DE GRADO PARA
OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

Ormedo Roger Choque Mamani

Cochabamba- Bolivia

2016

HOJA DE APROBACION

.....

Tutor: Ing. Agr. (Ph. D.) Jorge W. Gonzales C.

.....

Asesor: Ing. Agr. (M.S.) Juan Herbas B.

.....

Asesor: Ing. Agr. (M.S.) Eduardo Mendoza G.

.....

V° B° DECANO DE LA FACULTAD

Ing. Agr. (M.S.) Freddy Espinosa Colque

Dedico esta tesis a los que más quiero con todo el corazón:
A mis padres, que me han dado su cariño y su apoyo.
A mis primos cercanos que me apoyaron en momentos
difíciles.

A todos ellos quiero decirles que los quiero mucho y
gracias por todo.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente agradezco a Dios por estar siempre a mi lado, dándome la vida y la libertad de escoger el camino que deseo seguir.

Quiero agradecer a mis padres por su apoyo incondicional durante la realización de esta Tesis, que no es más que la continuación del amor, la amistad y la motivación, la lucha por mis sueños que supieron inculcar en mí desde el comienzo de mi vida a ser mi gran apoyo.

Al Ing. Agr. (Ph. D.) Jorge W. Gonzales C., Ing. Agr. (M.S.) Juan Herbas B. y el Ing. Agr. (M.S.) Eduardo Mendoza G. quienes me guiaron con su apoyo y consejos durante el desarrollo de la Tesis. Por dejarme tomar las decisiones que me parecían adecuadas y dejar equivocarme algunas veces, porque uno aprende más de los errores.

De igual manera, agradezco a mis asesores, compañeros y amigos de la Universidad Mayor de San Simón en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, quienes gentilmente me aceptaron y compartieron sus conocimientos conmigo.

A mis amigos de pre grado, a quienes no menciono individualmente con el temor de olvidarme de alguno, quiero agradecerles por su amistad por estos años de estudio, exámenes, viajes y fiestas, que pienso quedaran marcados en cada uno de nosotros como parte de los mejores recuerdos de nuestras vidas.

RESUMEN

El tomate nativo (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) tiene origen en la región andina de América del Sur (Colombia, Chile, Ecuador, Perú y Bolivia); con sus propiedades organolépticas con antioxidantes, polifenoles y flavonoides, ingredientes potencialmente antiinflamatorios, sus frutos se encuentran como protectores hepáticos, antivirales y presentan altos contenidos de vitaminas C y E. Para los fitomejoradores el tomate nativo es una fuente de genes para resistencia a múltiples enfermedades, tolerancia a sequías, altas y bajas temperaturas, salinidad del suelo, etc. El ensayo estuvo constituido por 25 líneas de tomate nativo, cultivados en invernadero bajo un diseño de bloques completos al azar (BCA); el manejo agronómico se realizó de acuerdo a la fenología del cultivo, tomando como factores de estudio el rendimiento ($t\ ha^{-1}$) y características del fruto (forma del fruto, longitud del fruto, ancho del fruto, presión que ocasiona la ruptura de la epidermis del fruto, contenido de sólidos solubles, tipo de inflorescencia, uniformidad de la madurez, color del fruto inmaduro y color del fruto maduro). El análisis estadístico determinó la existencia de diferencias significativas entre líneas para rendimiento, para la presión de ruptura en la epidermis del fruto, y para contenido de sólidos solubles. La Línea 5 (CIF-UMSS-1116) tuvo el mayor rendimiento ($137.73\ t\ ha^{-1}$) bajo invernadero; las Líneas 4 y 1 mostraron un rendimiento estadísticamente igual al de la Línea 5. La Línea 25 presentó el mayor contenido de sólidos solubles ($13.9\ ^\circ\text{Brix}$), mientras que la Línea 11 ($4.9\ ^\circ\text{Brix}$) mostró la menor cantidad de sólidos solubles entre las 25 líneas de tomate.

SUMMARY

Native tomato (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) is a species originated in the Andean region of South America (Colombia, Chile, Ecuador, Peru and Bolivia); with its organoleptic properties with antioxidants, polyphenols and flavonoids, potentially anti-inflammatory components, its fruits are considered antiviral, hepatic protectors and important because of its high vitamins C and E content. For plant breeders the species is a source of genes for resistance to multiple diseases, tolerance to drought, high and low temperatures, salinity of the soil, etc. The research was conducted under greenhouse conditions using 25 native tomato lines which were arranged under a randomized complete block design. Agronomic field management was performed according to the phenology of the crop. Response variables were fruit yield ($t\ ha^{-1}$) and fruit characteristics (fruit shape, fruit length, fruit width, pressure that causes the breakdown of the skin of the fruit, soluble solids content, type of inflorescence, uniformity of ripeness, the immature fruit color and mature fruit color). Statistical analysis determined the existence of significant differences between lines for fruit yield, pressure of rupture in the epidermis of the fruit, and solid soluble content. Line 5 (CIF-UMSS-1116) had the highest fruit yield ($137.73\ t\ ha^{-1}$); also, Line 4 and Line 1 showed a performance statistically equal to the Line 5. Line 25 had the highest soluble solid content ($13.9\ ^\circ\ Brix$), while the Line 11 ($4.9\ ^\circ\ Brix$) showed the least soluble solid content, among the 25 Lines tested in this study.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	OBJETIVOS	2
1.1.1.	Objetivo general	2
1.1.2.	Objetivos específicos.....	2
	Evaluar el rendimiento de 25 Líneas de tomate nativo, recolectadas y conservadas en el BGV – UMSS.....	2
	Evaluar las características principales del fruto en 25 Líneas de tomate nativo, recolectados y conservados del BGV – UMSS.....	2
1.1.3.	Hipótesis	2
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1.	Descripción botánica del tomate nativo.....	3
2.1.1.	Semilla.....	3
2.1.2.	Raíz.....	3
2.1.3.	Tallo	3
2.1.4.	Hojas.....	4
2.1.5.	Flor	4
2.1.6.	Polinización.....	4
2.1.7.	Fruto	5
2.1.8.	Crecimiento vegetativo (indeterminado).....	5
2.2.	Beneficios y usos del tomate nativo.	5
2.3.	Usos de recurso genético vegetal.....	6
2.4.	Descriptores de tomate.....	6
2.4.1.	Inflorescencia y fruto	6
2.4.2.	Tipo de inflorescencia	7
2.4.3.	Color exterior del fruto no maduro	7
2.4.4.	Forma predominante del fruto.....	7
2.4.5.	Longitud del fruto (mm).....	7
2.4.6.	Ancho del fruto (mm).....	8
2.4.7.	Sólidos solubles.....	8
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	9

3.1.	Descripción del área experimental.....	9
3.2.	Material biológico y agroquímico.....	10
3.2.1.	Semilla.....	10
3.2.2.	Almácigo	11
3.2.3.	Trasplante	12
3.2.4.	Agroquímicos	13
3.3.	Variables experimentales.....	13
3.4.	Establecimiento y manejo agronómico.....	13
3.4.4.	Establecimiento del ensayo	13
3.4.1.	Multiplicación de plántulas de tomate	14
3.4.2.	Preparación del terreno.....	15
3.4.3.	Demarcación del ensayo.....	15
3.4.5.	Riego	15
3.4.6.	Tutorado	15
3.4.7.	Control fitosanitario	16
3.4.8.	Podas de formación y mantenimiento	16
3.5.	Variables de respuesta	17
3.5.1.	Rendimiento kg ha^{-1} en fruto de tomate nativo	17
3.5.2.	Presión que ocasiona la ruptura de la epidermis (kg cm^{-2}) en tomate nativo.....	18
3.5.3.	Contenido de sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$)	18
3.5.4.	Longitud del fruto de tomate nativo.....	19
3.5.5.	Ancho del fruto de tomate nativo	19
3.5.6.	Forma del fruto en tomate nativo	19
3.5.7.	Uniformidad a la madurez del racimo	20
3.5.8.	Tipo de inflorescencia	20
3.5.9.	Color de fruto inmaduro de la epidermis	21
3.5.10.	Color de fruto maduro de la epidermis.....	21
3.6.	Análisis estadístico	21
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1.	Análisis de varianza	23
4.1.1.	ANVA para rendimiento de fruto.....	23

4.1.2. ANVA para presión a la ruptura de la epidermis en el fruto (kg cm ⁻²).....	24
4.1.3. ANVA para el contenido de sólidos solubles (grados Brix)	24
4.1.4. ANVA para la longitud del fruto de tomate nativo.....	25
4.1.5. ANVA para el ancho del fruto de tomate.....	25
4.1.6. Moda para las variables cualitativas.....	25
4.2. Rendimiento de 25 líneas de tomate nativo del BGV – UMSS.....	28
4.2.1. Presión a la ruptura de la epidermis en el fruto (kg cm ⁻²).....	31
4.2.2. Contenido de sólidos solubles °Brix en tomate nativo.....	33
4.2.3. Longitud del fruto.....	35
V. CONCLUSIONES	40
VI. RECOMENDACIONES	41
VII. BIBLIOGRAFÍA	42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Material vegetal de 25 líneas de tomate nativo (<i>S. lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>).	11
Cuadro 2. Análisis de varianzas de las variables cuantitativas del ensayo de tomate.....	23
Cuadro 3. Características cualitativas de las líneas de tomate nativo.	27
Cuadro 4. Gama de colores de tomate nativo.....	28
Cuadro 5. Forma de frutos en tomate nativo	38
Cuadro 6. Dimensiones del fruto y forma con relación al rendimiento.....	39
Cuadro 7. Valores de relación entre las variables cuantitativas y cualitativas	40
Cuadro 8. Distribución de las líneas en la parcela resaltando las unidades de muestreo de cada línea.....	48
Cuadro 9. Recolección de datos para ser evaluados mediante la estadística.....	49
Cuadro 10. Datos cualitativos recolectados y evaluados para hallar la moda en cada variable en las líneas	54
Cuadro 11. ANVA para la variable de rendimiento en tomate.	62
Cuadro 12. Media de rendimiento de fruto por línea	62
Cuadro 13. ANVA presión que ocasiona la ruptura de la epidermis en tomate.....	63
Cuadro 14. Media de la presión para ruptura de la epidermis en 25 líneas	63
Cuadro 15. ANVA contenido de sólidos solubles en tomate	64
Cuadro 16. Media del contenido de solidos solubles.....	64
Cuadro 17. ANVA longitud del fruto.....	65
Cuadro 18. Medias de la longitud del fruto en las 25 líneas	65
Cuadro 19. ANVA para el ancho del fruto de tomate.	66
Cuadro 20. Media del ancho de fruto en las 25 líneas.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Forma de frutos	7
Figura 2. Imagen satelital del Invernadero de la FCAyP - UMSS.	9
Figura 3. Interior del invernadero de la FCAyP-UMSS.....	9
Figura 4. Plántulas de tomate nativo en la bandeja de germinación.....	12
Figura 5. Parcela experimental establecida en el invernadero de la FCAyP- UMSS.....	14
Figura 6. Tutorado de las plantas.....	166
Figura 7. Poda de mantenimiento y limpieza en invernadero.	177
Figura 8. Penetrómetro que se utilizó para medir la presión necesaria para la ruptura de la epidermis.	188
Figura 9. Refractómetro utilizado para medir los grados Brix del jugo de tomate nativo.	18
Figura 10. Calibrador vernier para medir la longitud y ancho del fruto.....	19
Figura 11. Tipos de inflorescencia	20
Figura 12. Gama de colores del tomate nativo en evaluaciones.....	21
Figura 13. Rendimiento de tomate para 25 Líneas de <i>S. lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	290
Figura 14. Presión a la ruptura de la epidermis del fruto en 25 Líneas de <i>S. lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	33
Figura 15. Contenido de sólidos solubles en 25 Líneas de <i>S. lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i> . .	35
Figura 16. Longitud del fruto en 25 Líneas de <i>S. lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	37
Figura 17. Ancho del fruto en 25 Líneas de <i>S. lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	37
Figura 18. Racimos de las distintas líneas usadas en el ensayo.	67

I. INTRODUCCIÓN

Las hortalizas como el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) son vegetales que se caracterizan por tener propiedades organolépticas y principios nutritivos de fácil consumo y gran beneficio para la salud humana (Hernández, 2013). Los frutos tienen la particularidad de disminuir el riesgo de cáncer de próstata y del tracto digestivo, además de disminuir la mortalidad por enfermedades cardiovasculares; su alto contenido de agentes antioxidantes como polifenoles y flavonoides les hacen potencialmente útiles en procesos antiinflamatorios, como protectores hepáticos, actividad antiviral, por su alto contenido de vitaminas C y E (Domene *et. al.*, 2014).

Según la FAO (2008), los países con mayor demanda de tomate tipo cherry para la industrialización son Estados Unidos con 18%; Alemania 18%, Reino Unido 11%, Francia 8% Rusia 8%, Holanda 5%, Canadá 4%, Suecia 2% y el resto con el 26%. El centro de diversidad genética del tomate tipo cherry se localiza en la región andina de América del Sur, extendiéndose desde el Sur de Colombia al Norte de Chile y desde la Costa del Pacífico al oriente de los Andes y comprende los países de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. Por otro lado, Dogliotti (2011) menciona que el origen del tomate nativo se encuentra distribuido: *Lycopersicum esculentum* Mill en Nicaragua, Panamá y Costa Rica mientras que *L. esculentum* var. *cerasiforme*, *L. pimpinellifolium*, *L. peruvianum*, *L. parviflorum*, *L. chmielewskii* en Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador y Perú en Sudamérica.

Los rendimientos de tomate nativo varían de 35 a 40 t ha⁻¹ en Argentina, esta variación se debe a la tecnología, la variedad utilizada; sin embargo con variedades híbridas y tecnología moderna es posible obtener de 40 a 50 t ha⁻¹ (Bima, 2014). Los tomates nativos *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* y *S. pimpinellifolium* poseen frutos de menor tamaño y peso en comparación a los cultivares comerciales de alta calidad, siendo además de fácil cruzamiento con las variedades comerciales de mesa (Choque, 2014).

El tomate nativo tiene una adaptabilidad a determinados pisos ecológicos en Bolivia y puede generar importantes ingresos económicos a los agricultores.

Desde el punto de vista genético, Torrico (2001) menciona que las especies silvestres constituyen un reservorio de genes con resistencia a múltiples enfermedades, tolerancia a sequía, altas y bajas temperaturas, salinidad, altos contenidos de antioxidantes, vitaminas y azúcares entre otros; los genes de especies silvestres pueden ser empleados para adaptar el tomate a diferentes condiciones para las necesidades humanas.

La presente investigación evaluó el comportamiento agronómico de 25 líneas de tomate nativo conservadas en el Banco de Germoplasma Vegetal (BGV) de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS) bajo las condiciones de un invernadero en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias (FCAyP) de la UMSS.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Incrementar la producción con fuentes genéticas de tomate nativo (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) recolectado y conservado del BGV - UMSS. Cultivado bajo condiciones de invernadero en el departamento de Cochabamba.

1.1.2. Objetivos específicos

Evaluar el rendimiento de 25 Líneas de tomate nativo, recolectadas y conservadas en el BGV – UMSS.

Evaluar las características principales del fruto en 25 Líneas de tomate nativo, recolectados y conservados del BGV – UMSS.

1.1.3. Hipótesis

Ho: El rendimiento del tomate es estadísticamente similar para todas las líneas de tomate nativo (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*), evaluadas.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Descripción botánica del tomate nativo.

2.1.1. Semilla

La semilla de tomate es aplanada y de forma lenticelar con dimensiones aproximadas de 3x2x1 mm. Si se almacena por periodos prolongados se recomienda hacer con la humedad del 5.5%. Una semilla de calidad deberá tener un porcentaje de germinación arriba del 95% (Pérez *et. al.*, 2000).

La multiplicación por semilla desarrolla raíces profundas en el suelo (raíz pivotante) para poder sostenerse con mayor precisión; cuando el tomate se multiplica asexualmente las características del progenitor pueden ser idénticos a su progenie pero desarrolla raíces menos profundas.

2.1.2. Raíz

El sistema radical alcanza una profundidad 2 m aproximadamente de raíz pivotante bajo ciertas condiciones de cultivo, si la raíz pivotante sufre daños mecánicos la planta se desarrolla con bajo vigor (Monardes *et. al.*, 2009).

La raíz se encuentra en el geotropismo de la planta para lograr sostener todo el fototropismo de la planta de tomate tipo nativo, tiene la función vital de absorción de nutrientes en el suelo para procesos fisiológicos de la especie.

2.1.3. Tallo

El tallo principal tiene 2 a 4 cm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis; se insertan las inflorescencias en el tallo principal. El tallo tiene la propiedad de emitir raíces cuando está en contacto con el suelo (Jaramillo y *et. al.*, 2007).

El tallo es la estructura donde se insertan las partes vitales de la planta (raíz y hojas) y también es encuentra los conductos de xilema y floema, vías de transferencia de sabia bruta y sabia elaborada para procesos fisiológicos.

2.1.4. Hojas

Las hojas son compuestas e imparipinnadas, 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 alternada sobre el tallo (Monardes *et. al.*, 2009).

La hoja es la parte vital de la planta donde se lleva a cabo la fotosíntesis convirtiendo la savia bruta en savia elaborada en los procesos fisiológicos de la planta.

2.1.5. Flor

La flor es perfecta o hermafrodita, regular e hipógina y consta de cinco o más sépalos y de seis o más pétalos; tiene un pistilo con cinco estambres, unidos en sus anteras y formando un tubo que encierra el pistilo. En algunos casos tienen polinización cruzada. El pistilo está compuesto de un ovario, el ovario tiene entre dos y 20 óvulos formados para formar el fruto.

Las flores se agrupan en racimos simples ramificados, el racimo puede reunir de 4 a 20 flores dependiendo de la especie cultivada y las condiciones de desarrollo; una especie de fruto pequeño como tomate tipo cherry puede tener hasta 40 flores por inflorescencia. Las flores son amarillas y normalmente pequeñas (1 a 2 cm de diámetro) (Garzón, 2011).

2.1.6. Polinización

La polinización es un proceso biológico de unión entre el polen y el pistilo de flores diferentes o iguales de la misma especie, el polen es la cantidad de cromosomas disponibles a combinarse al ovario en la flor femenina con otro juego o número de cromosomas disponibles para formar el ovario fecundado y maduro (fruto).

Existen estudios donde se afirma que las abejas no son las polinizadoras del tomate cherry, por que la flor no presenta néctar en sus flores que atraen los insectos. Sin

embargo, algunas especies de abejas hacen el trabajo de polinizadores, mejorando la producción de frutos (Garzón, 2011).

2.1.7. Fruto

El fruto es una baya plurilocular que puede alcanzar un peso de 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas (Monardes *et. al.*, 2009).

El fruto es resultado de procesos biológicos en vegetales, los estambres en la parte superior posee los sacos poliníferos cubiertos en forma de tecas, una vez llegada a la maduración biológica se destruyen para liberar el grano de polen en la naturaleza; liberado el grano de polen llega al pistilo, estilo y ovario para fecundarse y formarse un ovario fecundado y maduro llevando en su interior material biológico para desarrollar la siguiente generación.

2.1.8. Crecimiento vegetativo (indeterminado)

El tomate nativo es indeterminado por características genotípicas expresando gran vigor de la planta para desarrollar la parte vegetativa y reproductiva (fototropismos y geotropismo).

El tallo producido a partir de la penúltima yema empuja a la inflorescencia terminal hacia afuera, de tal manera que el tallo lateral parece continuación del tallo principal que le dio origen. Estos cultivares son ideales para establecer plantaciones en invernadero (Pérez *et. al.*, 2000).

2.2. Beneficios y usos del tomate nativo.

La producción global se aproxima a 75% en la producción de tomate nativo para el consumo fresco, 25% con propósitos industriales (ej. pasta concentrada, ketchup, salsa y tomate pelado). El 56% de producción mundial es de cinco países: China 26%, EEUU 11%, Turquía 7%, India 7% y Egipto 6% y el resto del mundo con 44% (Tjalling, 2006).

En la nutrición, Domene, *et al.*, (2014) destaca que el tomate nativo tiene mayor concentración de 0.63% ácido cítrico, contenido de azúcar 6.3 %, pH de 4.2, vitamina C 28.2 (mg/100 mf) y carotenoides 8.98 (mg/100 mf).

En una porción de 100 g de tomate nativo existe 13 mg de Ca, 900 UI vitamina A, 60 µg tiamina, 40 µg riboflamina, 0.5 mg Fe, 27 mg P, 0.7 mg niacina y 23 mg ácido ascórbico (Pérez, *et. al.*, 2000).

2.3. Usos de recurso genético vegetal

El genotipo es un conjunto de genes que contiene un organismo heredado de sus progenitores. Los recursos fitogenéticos representan toda la diversidad genética vegetal, sometida a selección y adaptación permanente a las condiciones ambientales. La colecta y conservación de recursos fitogenéticos es acompañada de información sobre sus características recolectadas y fenotípicas, los recursos genéticos disponibles han sido caracterizados para decidir cuáles serían los cruzamientos que más contribuirían a la expansión de la base genética (Agudelo, 2011).

El hombre necesita agregar a su dieta cultivos de alto rendimiento y calidad que se adapten a cambios climáticos. Los cultivos nativos tienen resistencia a plagas y enfermedades, potencia nutricional o industrial creando necesidades de conserva del material genético o mejoramiento genético (PROINPA, 2009).

2.4. Descriptores de tomate

El Internacional Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) (1996), define las normativas de caracterización y evaluación a diferentes especies vegetales de importancia para la humanidad, y estableció que las normas internacionales de evaluaciones para tomate son las que indican a continuación:

2.4.1. Inflorescencia y fruto

La forma de evaluar la inflorescencia y fruto del tomate debe hacerse posible en el tercer fruto del segundo y/o tercer racimo en la etapa de madurez del fruto.

2.4.2. Tipo de inflorescencia

Se observa el tipo de inflorescencia del segundo y tercer racimos, en al menos 10 plantas: generalmente uníparo, ambos (parcialmente uníparo, parcialmente múltipara), generalmente múltipara.

2.4.3. Color exterior del fruto no maduro

Se evalúa el color del fruto inmaduro (exterior) observando antes de la madurez biológica en tercer y/o cuarto racimo: Blanco verduzco, verde claro, verde, verde oscuro, verde muy oscuro.

2.4.4. Forma predominante del fruto

Para evaluar la forma predominante del fruto se utiliza un descriptor para observada el cambio de forma del fruto en la madurez.

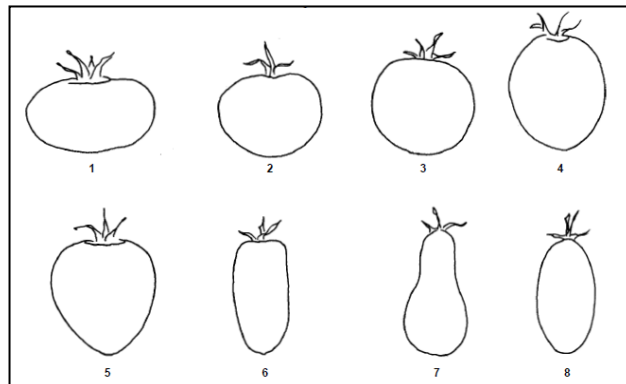


Figura 1. Forma de frutos

1 Achatado 2 Ligeramente achatado 3 Redondeado
4 Redondo-alargado 5 Cordiforme 6 Cilíndrico
(oblongo-alargado) 7 Piriforme 8 Elipsoide
(forma de ciruela) 9 Otro.

2.4.5. Longitud del fruto (mm)

La medición de longitud del fruto, es medir del tallo (pedúnculo) hasta el ápice del fruto en la madurez biológica.

2.4.6. Ancho del fruto (mm)

La medición del ancho del fruto, es medir la parte transversal más ancha (diámetro) del fruto en la madurez.

2.4.7. Sólidos solubles

La escala de unidades °Brix (porcentaje de sólidos) en dos muestras de zumo compuesto en al menos cinco frutos por muestra del zumo (IPGRI, 1996), el crecimiento del cultivo de tomate tipo indeterminado expresado la acumulación de materia seca kg m^{-2} total en hojas, tallos y frutos en un ciclo de cultivo de 110 días desde el trasplante observando que desde los 50 días del trasplante (fase de la antesis y cuajado del primer racimo floral) se incrementan la cantidad de frutos siguiendo las hojas por último los tallos. Significa en la planta luego de la antesis tiene una relación con número de hojas por racimo y crecimiento de altura en la planta no es idéntico al vigor que antes (Dogliotti *et. al.*, 2011).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área experimental

La investigación se realizó en predios de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la UMSS (Zona La Tamborada), ubicado en la Avenida Petrolera km 4.5 carretera antigua a Santa Cruz (Figuras 3 y 4), una altitud de 2591 m.s.n.m. y coordenadas 17°26'55.18''S 66°08'11.0.2''W. en la provincia Cercado del Departamento de Cochabamba.



Figura 2. Imagen satelital del invernadero de la FCAyP - UMSS.



Figura 3. Interior del invernadero de la FCAyP-UMSS.

La Tamborada presenta una temperatura máxima promedio de 30 °C, mínima promedio de 7 °C y promedio anual de 18 °C. El clima es templado sin cambio térmico

invernal bien definido; húmedo en primavera y semi seco en otoño; de acuerdo a las condiciones se determina como una zona semiárida.

Los suelos en La Tamborada tienen una textura franco arenosa, densidad aparente de 1.47 gr cm^{-3} , con pH de 6.7; los contenidos de cationes intercambiable 0.28 me/100 g, materia orgánica 2.60 %, nitrógeno total de 0.140 % y fósforo disponible 5.0 %.

3.2. Material biológico y agroquímico

3.2.1. Semilla

Se emplearon semillas de la especie *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* del BGV – UMSS (Cuadro 1), para poder obtener plántulas sanas y vigorosas de cada línea en bandejas de germinación con un adecuado sustrato para su desarrollo.

Las plántulas fueron sujetas a controles fitosanitarios para minimizar el riesgo de ataque de plagas y enfermedades.

Cuadro 1. Material vegetal de 25 Líneas de tomate nativo (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*).

Código de colector *	Código de accesión **	Número de Tratamiento o Líneas
CH 36	CIF-UMSS-1076	1
CH 50	CIF-UMSS-1088	2
CH 56	CIF-UMSS-1094	3
CH 105	CIF-UMSS-1101	4
CH 189	CIF-UMSS-1116	5
SRL 151	CIF-UMSS-1177	6
JGC189	CIF-UMSS-1201	7
JGC 195	CIF-UMSS-1207	8
JGC 202	CIF-UMSS-1215	9
JGC205	CIF-UMSS-1218	10
RMA217	CIF-UMSS-1230	11
JGC 201	CIF-UMSS-1	12
RMA 218	CIF-UMSS-1221	13
RMA 209	CIF-UMSS-1231	14
JDR 114	CIF-UMSS-1252	15
JDR 118	CIF-UMSS-1256	16
JDR 101	CIF-UMSS-1242	17
HMR 110	CIF-UMSS-1248	18
JDR 111	CIF-UMSS-1249	19
JGC 182	CIF-UMSS-1193	20
JGC 196	CIF-UMSS-1208	21
HMR 131	CIF-UMSS-1269	22
HMR 105	CIF-UMSS-1244	23
RMA 206	CIF-UMSS-1219	24
JGC 182	CIF-UMSS-1260	25

* Código del recolector son abreviaturas del nombre del que colectó la especie.

** Código de accesión es el que se asigna a una muestra para su conservación en el BGV - UMSS.

3.2.2. Almacigo

El almacigo es área pequeña donde se controlan diversos problemas a pequeñas escalas, también es posible realizar tratamientos de pre almacigo para incrementar el

porcentaje de germinación y disminuir los riesgos de mortandad de las plantas de tomate nativo.

La germinación en bandejas plásticas beneficiando la planificación de siembra con plantas vigorosas, sanas, calidad, uniformidad de plántulas, minimiza el riesgo de maltrato de raíz (Figura 1). El sustrato es compuesto por abono orgánico, tierra y arena previa desinfección para evitar ataques de plagas y enfermedades propias en la etapa de almácigo. La temperatura óptima de germinación está entre 18 y 30 °C, a 15 °C se presenta una germinación del 75%, la semilla tratada sumergiendo en agua a temperatura ambiente por una noche (Jaramillo *et. al.*, 2006).



Figura 4. Plántulas de tomate nativo en la bandeja de germinación

2.2.3. Trasplante

El trasplante se realizó luego del almácigo en superficies extensas a mayor distancia entre plantas; el desarrollo de raíces logrando la absorción de mayor cantidad de nutrientes del suelo, el área foliar cuando cubre mayor espacio de crecimiento convierte los nutrientes absorbidos de las raíces mediante la fotosíntesis en fotosintatos asimilables para la planta de tomate nativo.

El trasplante definitivo se realizó aproximadamente entre cuatro a cinco semanas después de la siembra del almácigo. Es conveniente realizar cuando la planta tenga entre tres a cuatro hojas verdaderas, cuando su altura esté entre los 10 a 15 cm (Jaramillo *et. al.*, 2007).

3.2.4. Agroquímicos

La aplicación de controles fitosanitarios se realizó observando en el invernadero la incidencia de enfermedades y plagas; los productos agroquímicos usados fueron: Dimethoato (insecticida foliar de contacto) de ingrediente activo dimethoato para minimizar la población de mosca blanca y pulgones con dosis de 40 cc/20 litros de agua; Imidaprid (insecticida foliar sistémico) de ingrediente activo imidaprid para minimizar la población de polillas en estado ninfal para evitar la succión de savia elaborada a una dosis de 30 cc/20 litros de agua; Acrobat (fungicida foliar) de ingrediente activo mancozeb y dimetomorph para minimizar incidencia y severidad del mildiu en el tomate con dosis de 50 gr/20 litros de agua.

3.3. Variables experimentales

La investigación se realizó con 25 líneas de tomate nativo, cada línea es un tratamiento establecido en la parcela de diez surcos (bloques); cada surco con 25 líneas de tomate distribuidas aleatoriamente, la unidad experimental es cada línea de tomate en cada surco, la unidad de muestreo es cuatro plantas tomadas aleatoriamente de cada surco para las 25 líneas de tomate.

La unidad experimental tuvo las siguientes características: largo de la parcela 9.5 m², ancho de la parcela 8.5 m², distancia entre surco 0.8 m, distancia entre plantas 0.4 m, número de surcos del experimento 10, superficie efectiva del ensayo en invernadero 80.75 m², superficie total del invernadero 150 m². El croquis del experimento, distribución de los tratamientos se detalla en el Cuadro 10 (anexo).

3.4. Establecimiento y manejo agronómico

3.4.4. Establecimiento del ensayo

El ensayo fue establecido el 6 de Noviembre del 2014, bajo las condiciones de un invernadero y características climáticas del valle alto temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura promedio.

El periodo agrícola 2014 – 2015 fue irregular, los primeros meses del ciclo agrícola (Noviembre – Diciembre) el clima se caracterizó por las altas temperaturas creando un micro clima dentro del invernadero, no tan favorable para las plántulas recién trasplantadas.

3.4.1. Multiplicación de plántulas de tomate

A la semilla de tomate obtenida del BGV - UMSS se aplicó un tratamiento pre germinativo sumergiéndola en agua a temperatura ambiente por una noche. El sustrato estuvo compuesto de cascarilla de arroz requemado y tierra vegetal esterilizada a vapor de presión (tanque de autoclave). También se esterilizó las bandejas de germinación. Las semillas tratadas se cultivaron en bandejas de germinación a capacidad de campo y se cubrió con plástico negro para minimizar el tiempo de germinación. Luego se repicó las plántulas en bolsas de polipropileno para su desarrollo previo, un mes antes al trasplante definitivo.

El ensayo fue trasplantado a una densidad de 40*80 cm, una población de 250 plantas de tomate nativo con dimensión efectiva de 80.75 m² (aproximadamente se tiene una densidad de 31250 plantas por ha) a 25 días luego del almacigo en bandejas.

Las plantas germinadas de tres a cuatro hojas verdaderas en bolsas 18*12 cm de dimensión fueron trasplantados a terreno definitivo el 2 de Noviembre del 2014 (Figura 5), se instaló un sistema de riego por goteo para las etapas fenológicas del cultivo a una distancia de 0.8 m.



Figura 5. Parcela experimental establecida en el invernadero de la FCAyP- UMSS.

3.4.2. Preparación del terreno

Se removió el terreno – rastreo – nivelación del terreno para el desarrollo de raíces, invernadero con dimensiones total 15*10 m, terreno de textura franco arcillosa, camellones a 80 cm de distancia, el techo cubierto con agrofílm de 200 micrones para evitar las temperaturas bajas entre los meses de Enero a Abril en el invernadero por la fase fenológica de floración y fructificación.

3.4.3. Demarcación del ensayo

La demarcación de la parcela experimental se realizó usando la cinta métrica, estacas de madera para extensión de los hilos y marcar las distancias de surco a surco y planta a planta para facilitar las evaluaciones.

3.4.5. Riego

El riego se realizó con el sistema por goteo dirigido a cada planta durante todo el ciclo agrícola del cultivo para evitar déficit hídrico principalmente en el periodo de trasplante, y las plantas puedan desarrollarse con buena turgencia en su metabolismo fisiológico cada 15 días a partir del trasplante hasta la madurez fisiológica del cultivo.

3.4.6. Tutorado

El sistema de tutorado (Figura 6), se realizó con bolillos de 6 metros de largo ubicado en los extremos de los camellones para distribuir el alambre galvanizado #18 para sujetar los hilos de amarre en los tres brazos de una planta ubicadas a una distancia de 40 cm entre plantas; la poda es necesarias para la formación y mantenimiento del equilibrio nutricional y fisiológico en la fase de floración y maduración de racimos; el ingreso de rayos solares en espacios libres entre las hojas luego de la poda de mantenimiento son para la acumulación térmica en formación de sólidos solubles y para mejorar la intensidad de color del fruto maduro.



Figura 6. Tutorado de las plantas.

3.4.7. Control fitosanitario

La incidencia y severidad de la enfermedad mildiu polvoriento en tomate (*Alternaria alternata*) se controló con la aplicación de Acrobat con aplicaciones preventivas; el pulgón (*Myzus persicae*) y la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) fue controlado con dos diferentes productos Dimethoato y Imidaprid.

3.4.8. Podas de formación y mantenimiento

La poda de formación se realizó a un mes del trasplante, formando tres brazos por mata de tomate como ejes principales en su desarrollo del cultivo.

Las podas de mantenimiento se realizaron cada dos semanas (Figura 7) eliminando los brotes axilares de las hojas evitando que formen nuevos ejes sobre el eje principal y se retiró los restos de planta eliminada fuera del invernadero para proceder a la quema.



Figura 7. Poda de mantenimiento y limpieza en invernadero.

3.5. Variables de respuesta

La evaluación en forma de fruto, longitud del fruto, ancho del fruto, presión que ocasiona la ruptura de la epidermis del fruto, contenido de sólidos solubles, tipo de inflorescencia, uniformidad de la madurez, color del fruto inmaduro y color del fruto maduro fueron evaluados de acuerdo a los métodos desarrollados por el IPGRI y modificando de acuerdo a las variables del experimento.

3.5.1. Rendimiento kg ha^{-1} en fruto de tomate nativo

Se determinó el rendimiento de tomate nativo recolectando la cosecha gradualmente en cada unidad de muestro tomadas al azar, cada línea a partir de los 112 días del trasplante que se evaluó el décimo racimo de cosecha.

3.5.2. Presión que ocasiona la ruptura de la epidermis (kg cm^{-2}) en tomate nativo

Se determinó el grado de presión que ocasionar la ruptura de epidermis del fruto es medido con el penetrómetro (Figura 8), recolectado de las unidades de muestro el cuarto y quinto racimo, cuatro frutos evaluados y tomados al azar de la parte intermedia del racimo en cada línea de tomate.



Figura 8. Penetrómetro utilizado para medir la presión necesaria a la ruptura de la epidermis.

3.5.3. Contenido de sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$)

Se determinó el contenido de sólidos solubles midiendo la cantidad de grados $^{\circ}\text{Brix}$ que contiene el zumo en cada línea con el refractómetro (Figura 9), después de los 170 días del trasplante se recolecta de las unidades de muestro el cuarto y quinto racimo, un frutos evaluado y tomado al azar en la parte intermedia del racimo para cada línea de tomate nativo.



Figura 9. Refractómetro utilizado para medir los grados Brix del jugo de tomate nativo.

Las variables complementarias son para comparar si existe correlación con el rendimiento.

3.5.4. Longitud del fruto de tomate nativo

Con el calibrador vernier se determinó, longitud del fruto a partir del ápice hasta la base del fruto, en cada línea recolectada en las unidades de muestreo el cuarto y quinto racimo, cuatro frutos evaluados aleatoriamente de la parte intermedia del racimo.

3.5.5. Ancho del fruto de tomate nativo

Se realizó la medición del ancho del fruto con calibrador vernier (Figura 10 a y b) en (mm), en cada línea se recolecta de las unidades de muestreo el cuarto y quinto racimo, cuatro frutos tomadas al azar de la parte intermedia del racimo de tomate.

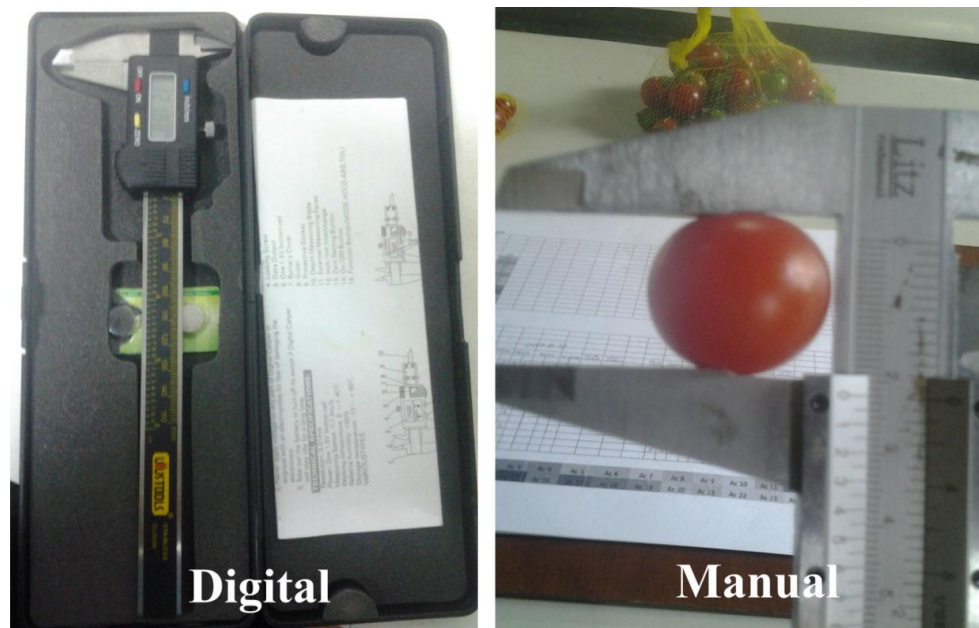


Figura 10. Calibrador vernier para medir la longitud y ancho del fruto

3.5.6. Forma del fruto en tomate nativo

Se caracterizó la forma del fruto mediante un descriptor del IPGRI en frutos muestreados del cuarto y quinto racimo, cuatro frutos tomado al azar de la parte intermedia del racimo para cada línea de tomate.

3.5.7. Uniformidad a la madurez del racimo

Se procedió a evaluar la uniformidad de madurez del racimo en el cuarto y quinto racimo mediante la visualización a criterio la uniformidad de madurez en escala para cada línea en la unidad de muestreo.

- Escasa: uniformidad de madurez es $\frac{1}{4}$ del racimo en la unidad de muestreo.
- Intermedia: uniformidad de madurez es $\frac{1}{2}$ del racimo en la unidad de muestreo.
- Buena: uniformidad de madurez es $\frac{3}{4}$ del racimo en la unidad de muestreo.

3.5.8. Tipo de inflorescencia

Se evaluó el tipo de inflorescencia mediante un descriptor del IPGRI clasificando los tipos de inflorescencias recolectadas de unidades de muestro en cada línea y analizando la inflorescencia del cuarto y quinto racimo tomados al azar en cada línea de tomate nativo.

- Racimo simple: la inflorescencia está formada por un raquis principal donde se insertan los peciolos sujetando los frutos (Figura 11 a).
- Racimo múltiple: la inflorescencia está formada por un raquis principal, raquis secundarios hasta un tercer raquis donde son insertados los peciolos de los frutos (Figura 11 b).



Figura 11. Tipos de inflorescencia

3.5.9. Color de fruto inmaduro de la epidermis

Se determinó, el color de la epidermis del fruto inmaduro con ayuda de una tabla Munsell en la quinta fase de su maduración recolectada de las unidades de muestro el quinto racimo, un fruto evaluado para cada línea de tomate nativo expresado en código Munsell que se transformó al sistema RGB (rojo, verde y azul).

3.5.10. Color de fruto maduro de la epidermis

Se determinó, el color de la epidermis del fruto maduro con ayuda de una tabla Munsell en la sexta fase de maduración recolectado de las unidades de muestro el quinto racimo, un fruto evaluado para cada línea de tomate nativo (Figura 12) expresado en código Munsell transformado a sistema RGB (rojo, verde y azul).



Figura 12. Gama de colores del tomate nativo en evaluaciones.

3.6. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados bajo el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA). Luego se realizó la prueba de Duncan para realizar la

discriminación estadística de las medias sobre rendimientos obtenidos en cada línea de tomate.

$$Y_{ij} = \mu + \ell_i + \alpha_j + \varepsilon_{i(j)}$$

Dónde:

$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ y 10 bloques (surcos).

$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24$ y 25 líneas de tomate nativo.

$\mu =$ Media General.

$Y_{ij} =$ Rendimiento de fruta fue evaluado en el i -ésimo bloque donde se trasplanto la j -ésima línea de tomate nativo.

$\ell_i =$ Efecto aleatorio del i -ésimo bloque. $\ell_i \sim \text{NIID}(0, \sigma^2_\tau)$.

$\alpha_j =$ Efecto fijo de la j -ésima línea de tomate nativo.

$\varepsilon_{i(j)} =$ Efecto aleatorio de los residuales $\varepsilon_{i(j)} \sim \text{NIID}(0, \sigma^2_\epsilon)$

Los datos se analizaron mediante el programa Statistical Analysis System (SAS) específicamente con PROC GLM y la discriminación de medias se realizó con la prueba de Duncan.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de varianza

El Cuadro 2 muestra el resumen de resultados sobre el análisis de varianza para las variables cuantitativas evaluadas desde el 25 de febrero hasta el 21 de abril (a los 110 – 194 días después -del trasplante).

Cuadro 2. Análisis de varianzas de las variables cuantitativas del ensayo de tomate.

Fuente de variación	gl	Rendimiento	Presión a la Epidermis	Sólidos Solubles	Largo del Fruto	Ancho del fruto
		Valor de F	Valor de F	Valor de F	Valor de F	Valor de F
Línea	24	3.57 p < 0.0001	10.96 p < 0.0001	20.04 p < 0.0001	6.98 p < 0.0001	6.72 p < 0.0001
Bloque	1	2.61 p 0.1103	0.16 p 0.6877	4.86 p 0.0306	2.00 p 0.1611	4.40 p 0.0394
Modelo	25	3.62 p < 0.0001	10.56 p < 0.0001	19.97 p < 0.0001	6.78 p < 0.0001	6.66 p < 0.0001
Error	74					
Total	99					

4.1.1. ANVA para rendimiento de fruto

Según la probabilidad de F (< 0.0001) existen diferencias entre líneas de tomate nativo para el rendimiento en fruto.

De acuerdo con el análisis de varianza se concluye con un 99.99 % de seguridad que el modelo estadístico es apropiado para la investigación, los datos procesados tienen una distribución normal del $0.83 > 0.05$ (Shapiro - Wilk) y el coeficiente de variación es 63.97 %.

Los datos obtenidos en la parcela fueron evaluados homogéneamente para las variables; las diferencias en rendimiento pueden ser debidas a las características de cada línea que se evaluó en la investigación con una colección nacional recolectada en diferentes pisos ecológicos.

4.1.2. ANVA para presión a la ruptura de la epidermis en el fruto (kg cm^{-2})

Los resultados para la presión que ocasiona la ruptura de la epidermis en el fruto, fueron obtenidos a los 171 días después del trasplante.

Según la probabilidad de F (< 0.0001) existen diferencias entre líneas de tomate para presión a la ruptura de la epidermis.

De acuerdo al análisis de varianza se concluye con un 99.99 % de seguridad que el modelo estadístico es apropiado para la investigación, los datos procesados tienen una distribución normal del $0.96 > 0.05$ (Shapiro - Wilk) y el coeficiente de variación es 13.99 % que existe entre las líneas de tomate nativo conservados en el BGV – UMSS.

Los datos obtenidos en parcela fueron evaluados homogéneamente para todas las unidades de muestreo, determinando la presión que ocasiona la ruptura de la epidermis en tomate nativo siendo la diferencia en fruto por una característica particular de cada línea.

4.1.3. ANVA para el contenido de sólidos solubles (grados Brix)

Los resultados para el contenido de sólidos solubles (grados Brix), fueron obtenidos el 27 de Marzo (171 días después del trasplante).

Según la probabilidad de F (< 0.0001) existen diferencias significativas entre líneas de tomate nativo para contenido de sólidos solubles.

De acuerdo al análisis de varianza se concluye con un 99.99 % de seguridad que el modelo estadístico es apropiado para la investigación, los datos procesados tienen una distribución normal del $0.96 > 0.05$ (Shapiro - Wilk) y el coeficiente de variación es 9.54 % que existe entre las líneas de tomate conservados en el BGV – UMSS.

Los datos obtenidos en parcela fueron evaluados homogéneamente para las unidades de muestreo que determina contenido de sólidos solubles en tomate nativo; la diferencia entre líneas pueden ser la expresión de los genotipos particulares que determinan el contenido de sólidos soluble.

4.1.4. ANVA para la longitud del fruto de tomate nativo

La longitud del fruto fue evaluada el 27 de Marzo (171 días después del trasplante).

Según la probabilidad de F (< 0.0001), existen diferencias entre líneas de tomate para la longitud del fruto.

De acuerdo con el análisis de varianza se concluye con 99.99 % de seguridad que el modelo estadístico es apropiado para la investigación, los datos procesados tienen una distribución normal del $0.97 > 0.05$ (Shapiro - Wilk) y el coeficiente de variación es 15.44 % que existe entre las líneas de tomate conservados en el BGV – UMSS. Los datos obtenidos en parcela fueron evaluados homogéneamente para las unidades de muestreo, la diferencia entre líneas, para la longitud del fruto, es una característica morfológica expresada posiblemente por su genotipo en interacción con el ambiente.

4.1.5. ANVA para el ancho del fruto de tomate

El ancho del fruto fue evaluado el 27 de Marzo (a 171 días después del trasplante).

Según la probabilidad de F (< 0.0001) existen diferencias significativas entre líneas de tomate para el ancho del fruto.

De acuerdo al análisis de varianza se concluye con un 99.99 % de seguridad que el modelo estadístico es apropiado para la investigación, los datos procesados tienen una distribución normal del $0.98 > 0.05$ (Shapiro - Wilk) y el coeficiente de variación es 15.54 % que existe entre las líneas de tomate conservados en el BGV – UMSS.

4.1.6. Moda para las variables cualitativas

El Cuadro 3 muestra las variables cualitativas (forma de fruto, tipo de inflorescencia y uniformidad de madurez del fruto), que evaluaron de forma visual al cuarto y quinto








racimo en cada unidad de muestreo clasificando en racimo simple o racimo múltiple a los 60 – 65 – 114 días después del trasplante el tipo de inflorescencia; la forma de fruto fue determinado en 4 frutos del cuarto y quinto racimo, recolectados de la parte intermedia, de acuerdo con el descriptor de forma de fruto (IPGRI, 1996), a los 152 días después del trasplante y la uniformidad de la madurez fue evaluado de forma visual en el cuarto y quinto racimo en la sexta fase de desarrollo del fruto, para cada unidad de muestreo.

Cuadro 3. Características cualitativas de las líneas de tomate nativo.

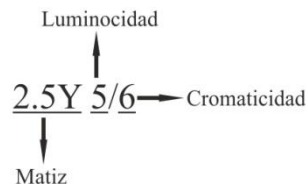
Línea	Tipo de inflorescencia	Uniformidad de madurez	Forma de fruto	Color inmaduro del fruto	Color maduro del fruto
1	Múltiple	Buena	Redondeado	7,5YR 6/4	5R 4/4
2	Simple	Escaza	Ligeramente Achatado	5YR 6/4	5R 4/4
3	Múltiple	Intermedia	Redondeado	2,5YR 6/4	5R 4/4
4	Simple	Intermedia	Redondeado	2,5YR 6/4	5R 4/4
5	Múltiple	Intermedia	Redondeado	10R 5/8	5R 4/4
6	Simple	Intermedia	Ligeramente Achatado	10R 5/8	5R 4/4
7	Simple	Escaza	Redondeado	5YR 6/4	5R 4/4
8	Simple	Intermedia	Achatado	10R 5/8	5R 4/4
9	Simple	Escaza	Ligeramente Achatado	2,5YR5/4	5R 4/2
10	Simple	Buena	Elipsoide	5R 5/8	5R 4/6
11	Simple	Intermedia	Ligeramente Achatado	10R 5/8	5R 4/4
12	Simple	Escaza	Periforme	5Y 8/2	2,5Y 5/10
13	Simple	Escaza	Redondeado	5R 5/8	2,5R 4/8
14	Simple	Intermedia	Ligeramente Achatado	10R 7/2	5R 4/4
15	Simple	Escaza	Ligeramente Achatado	2,5YR 5/4	5R 4/4
16	Simple	Escaza	Redondeado	10R 5/10	5R 4/4
17	Simple	Escaza	Ligeramente Achatado	7,5YR 4/2	5R 4/4
18	Simple	Intermedia	Ligeramente Achatado	5R 5/8	2,5R 4/8
19	Simple	Intermedia	Ligeramente Achatado	10R 5/8	5R 4/4
20	Múltiple	Intermedia	Ligeramente Achatado	5Y 8/2	2,5Y 7/10
21	Simple	Intermedia	Ligeramente Achatado	5YR 6/4	5R 4/4
22	Simple	Buena	Achatado	2,5YR 5/4	5R 4/4
23	Simple	Buena	Redondeado	10R 5/10	5R 4/10
24	Simple	Intermedia	Ligeramente Achatado	5YR 6/4	5R 4/4
25	Simple	Intermedia	Redondeado	5YR 6/4	5R 4/4

Los racimos se evaluaron para uniformidad; se resalta que los racimos no tienen una uniformidad de desarrollo del fruto en los racimos múltiples, llegando a su madurez fisiológica y de crecimiento los frutos más cercanos al raquis principal mientras que los frutos que se encuentran al extremo del racimo no tienen un desarrollo mayor al 50%. Los frutos que forman un racimo simple tienen mejor uniformidad los frutos de racimo múltiple.

Cuadro 4. Gama de colores de tomate nativo.

Línea	Forma de fruto	Uniformidad de madurez	Color maduro del fruto	Imagen del fruto
12	Periforme	Escaza	2,5Y 5/10	
20	Ligeramente Achatado	Intermedia	2,5Y 7/10	
25	Redondeado	Intermedia	2,5Y 7/10	
13	Redondeado	Escaza	2,5R 4/8	
18	Ligeramente Achatado	Intermedia	2,5R 4/8	
9	Ligeramente Achatado	Escaza	5R 4/2	
10	Elipsoide	Buena	5R 4/6	
1	Redondeado	Buena	5R 4/4	
2	Ligeramente Achatado	Escaza	5R 4/4	
3	Redondeado	Intermedia	5R 4/4	
4	Redondeado	Intermedia	5R 4/4	
5	Redondeado	Intermedia	5R 4/4	
6	Ligeramente Achatado	Intermedia	5R 4/4	
7	Redondeado	Escaza	5R 4/4	
8	Achatado	Intermedia	5R 4/4	
11	Ligeramente Achatado	Intermedia	5R 4/4	
14	Ligeramente Achatado	Intermedia	5R 4/4	
15	Ligeramente Achatado	Escaza	5R 4/4	
16	Redondeado	Escaza	5R 4/4	
17	Ligeramente Achatado	Escaza	5R 4/4	
19	Ligeramente Achatado	Intermedia	5R 4/4	
21	Ligeramente Achatado	Intermedia	5R 4/4	
22	Achatado	Buena	5R 4/4	
24	Ligeramente Achatado	Intermedia	5R 4/4	
23	Redondeado	Buena	5R 4/10	

Interpretación de la tabla munsell



El Cuadro 4 indica siete grupos de códigos formados por la tabla Munsell en las 25 líneas de tomate nativo. El grupo uno es solo único con la línea 12 con el matiz 2.5Y (amarillo); el grupo dos está formado con las líneas 20 y 25 con la diferencia en la luminosidad que incrementa en comparación del grupo uno; el grupo tres está conformado por las líneas 13 y 18 que cambian en su totalidad con el matiz 2.5R (rojo) contra el grupo uno y dos; el grupo cuatro cambia en su totalidad con el matiz 5R contra el grupo tres; el grupo cinco está conformado por la línea 10 con la diferencia entre el grupo cuatro incrementando la cromaticidad del fruto; el cuadro seis está conformado por las líneas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 22 y 24 con la diferencia con el grupo cinco la cromaticidad va bajando de seis a cuatro en su valor, y el grupo siete está formado por la línea 23 con la variación entre todos los grupos de matiz 5R en la cromaticidad más alta en la 22 líneas.

4.2. Rendimiento de 25 líneas de tomate nativo del BGV – UMSS

No se tiene información sobre la producción de tomate nativo en Bolivia, se determina la línea con mayor rendimiento para su énfasis de industrialización farmacéutica y alimenticia para mejorar la calidad alimenticia de la población boliviana.

Al determinar la línea con mayor rendimiento se tiene una fuente genética para los fitomejoradores en tomate de mesa (tomates comerciales en mercados populares) maximizando la producción de tomate.

La Figura 13 muestra los resultados del rendimiento en fruto de tomate para cada una de las 25 líneas evaluadas (110 – 194 días después del trasplante).

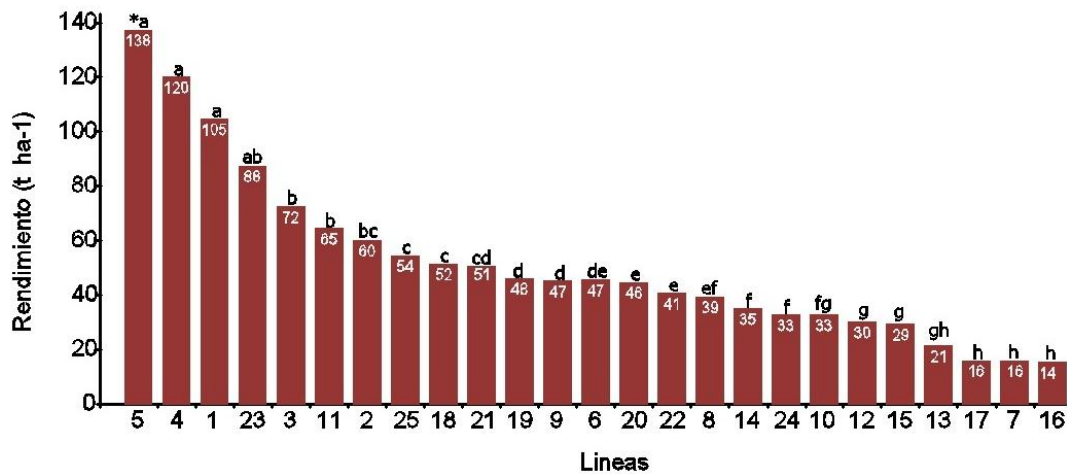


Figura 13. Rendimiento de tomate para 25 líneas de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*.

*Valores de rendimiento con diferentes letras indican diferencias significativas según la Prueba de Duncan ($p < 0.05$).

La Línea 5 tuvo un rendimiento alto (138 t ha⁻¹) en la investigación realizada en la Tamborada dentro un invernadero; sin embargo, estadísticamente, las Líneas 5, 4 y 1 son iguales, conformando todas ellas el grupo de líneas con mayores rendimientos. Con un rendimiento intermedio está la Línea 3 (72 t ha⁻¹) que también junto a las Líneas 3, 11 y 2 son estadísticamente iguales. La Línea 16 (14 t ha⁻¹) tiene el rendimiento más bajo en la investigación desarrollada pero también forma un grupo con rendimientos estadísticamente iguales con las Líneas 17, 7 y 16.

Los análisis de varianza mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las familias en todas las variables. Los mayores coeficientes de variación se obtuvieron en número de racimos con fruto 20 %, severidad general 27 %, uniformidad 24 %, y calificación fenotípica general 30 %; valores que indican una amplia variabilidad fenotípica dentro de la población. Resultados similares se obtuvieron en diferentes poblaciones de tomate evaluadas en condiciones de invernadero en el Estado de

Oaxaca, que mostraron coeficientes de variación de 26 % en número de frutos por racimo, 12 % en diámetro de tallo, y 8 % en altura de planta siendo diversidad y variabilidad de los tomates cultivados se encuentra también en tomates nativos, tanto en calidad de frutos como en características morfo agronómicas de la planta por su parte, en 30 accesiones de tomate nativo tipo "cereza" encontraron diferencias significativas en sólidos solubles, con valores extremos de 3.8 a 6.3, y rendimientos de 60 t ha^{-1} (Sanjuan, *et. al.*, 2013).

El rendimiento en seis racimos correlacionó con el mayor número de variables evaluadas con excepción del diámetro de tallo, largo del fruto y número de frutos. Es común que en el cultivo de jitomate el número de frutos sea una característica que correlacione significativamente con el rendimiento sin embargo, en este estudio fue más importante el peso de frutos en el rendimiento reportaron que en 14 colectas de poblaciones nativas de jitomate el rendimiento varió de 0.349 a 1.321 kg por planta en cinco racimos. El coeficiente de variación (44 %) en rendimiento indica amplia variabilidad que podría ser aprovechada en programas de mejoramiento genético. Sin embargo, al igual que en el peso de frutos, hace falta confirmar esta información con estudios acerca de su heredabilidad (Juárez, *et. al.*, 2012).

En un ensayo que se realizó para evaluar genotipos la fertilización determinó que es necesario suministrar macro que se encuentran en la composta ya que el nitrógeno contenido en ella permite obtener rendimientos buenos. De 86 a 88 t ha^{-1} es un promedio de rendimiento en fruto de tomate cuando no se suministra macro nutrientes; por el contrario el rendimiento puede subir entre 1.3 a 4.0 veces con la incorporación de macro nutrientes (Marquez, *et. al.*, 2012).

La cantidad de frutos producidos por planta es determinada por las características genéticas de cada cultivar, del manejo agronómico y de las condiciones ambientales donde se desarrollen. El número de frutos por planta esta correlacionado positivamente con el rendimiento, afectando así al peso de los mismos debido a la competencia entre

frutos por los asimilados que la planta provee en la etapa del cuajado del fruto (González, 2013).

Se observan los parámetros estadísticos de cada uno de los cultivares estudiados para los caracteres cuantitativos. En cuanto al porcentaje de fructificación de los cultivares en los cuatro primeros racimos, carácter este indicativo de la tolerancia al calor, existen diferencias significativas entre los cultivares. El valor promedio del ensayo alcanza 87.32% de fructificación, destacándose las especies silvestres y las combinaciones con *S. pimpinellifolium*, con más del 90 % de frutos logrados, bajo condiciones de temperatura máxima (29.8 °C), mínima (17 °C) y media (21.3 °C) (Rodríguez, *et. al.*, 2010).

4.2.1. Presión a la ruptura de la epidermis en el fruto (kg cm⁻²).

La presión que se ejerce para ocasionar la ruptura de la epidermis en fruto se considera para temas de comercialización y transporte del producto desde el lugar de producción hasta el consumidor; al tener la epidermis muy suave el fruto tiene mayor contenido de jugo en los lóculos que pulpa (pasta) siendo un factor importante para el destino de consumo.

La Figura 14 muestra los resultados de la presión a la ruptura de la epidermis para las 25 Líneas evaluadas a los 171 días después del trasplante.

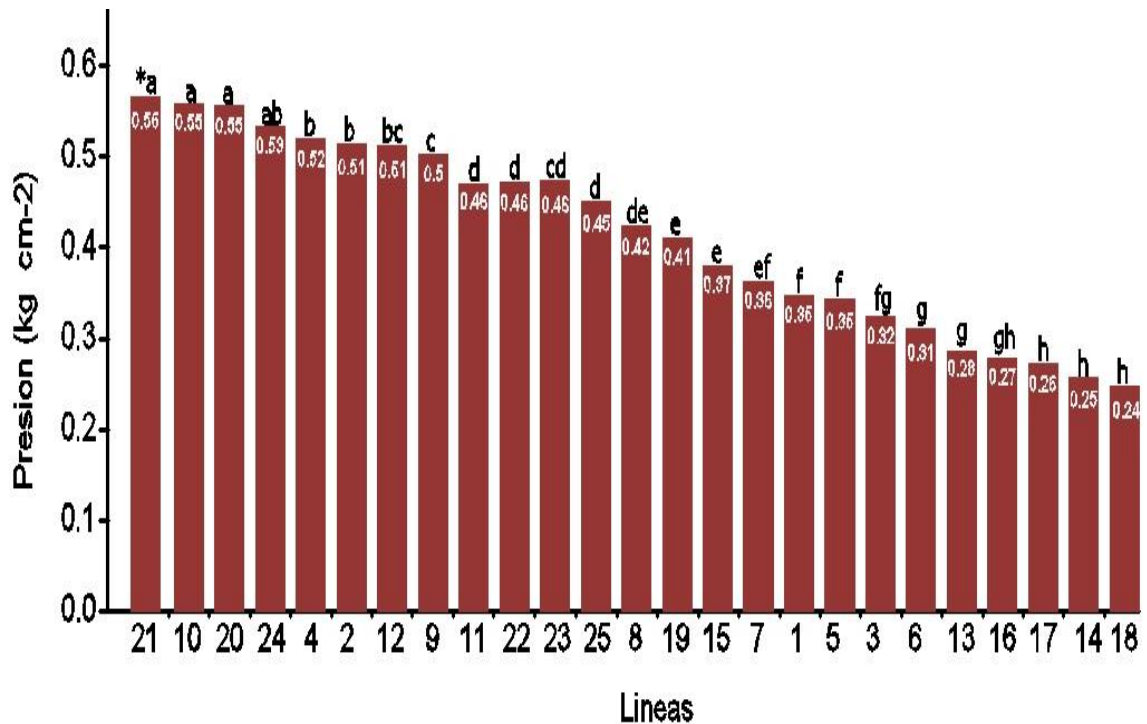


Figura 14. Presión a ruptura de la epidermis del fruto en 25 Líneas de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*.

*Valores con diferentes letras indican diferencias significativas según la Prueba de Duncan ($p < 0.05$).

Según la Figura 14, la Línea 21 tiene presión de resistencia (0.56 kg cm^{-2}) siendo la que más puede soportar el transporte para comercialización pero estadísticamente se tiene que las Líneas 21, 10, 20 y 24 son estadísticamente iguales para soportar el transporte al consumidor.

En términos de presión que serían KPa en el sistema internacional el uso de unidades de fuerza Newton (N) o incluso directamente en Kg. También es muy común realizar el test de punción en N/cm^{-2} que es un valor menos variable. Para tener un dato fiable siempre es recomendable la realización de varias repeticiones y realizar la medida con una velocidad de penetración teniendo como parámetros de firmeza: 4 – 6

N (muy blandos), 6 – 10 N (blandos) y 10 – 15 N (moderadamente blandos). Siendo la conversión de unidades de 1 newton/centímetro² a 0.102 kilogramos/centímetro² (Domene, *et. al.* 2014).

La firmeza es un parámetro indicativo de la calidad de los tomates frescos y procesados y está relacionada con la estructura de la pared celular y con el estado de madurez; su determinación es fundamental para aceptabilidad y almacenamiento de frutas y hortalizas. La firmeza de las frutas y hortalizas depende de la turgencia, cohesión, forma y tamaño de las células que conforman la pared celular, la presencia de tejidos de sostén o soporte y de la composición del fruto. Los componentes de las paredes celulares que contribuyen a la firmeza son la hemicelulosa, la celulosa y la pectina (Domene, *et. al.* 2014).

La Línea con menor resistencia a la presión ejercida al fruto fue la Línea 18 con 0.24 kg cm⁻² valor que puede ser consecuencias de las características morfológicas y físicas del fruto (mayor cantidad de jugo en la baya).

También se puede apreciar que no necesariamente la firmeza relativa corresponde con la firmeza en consistentemente dura; pues los genotipos que tienen menor firmeza relativa regular son de pericarpio delgado (Monge, 2014).

La sustancia soluble en el agua que refleja el contenido de los frutos expresa que el mayor valor es más deseable, un valor mayor o igual a 4.0 es considerado bueno. Además existe una correlación directa entre sólidos solubles y firmeza, a mayor concentración de estos es mayor la firmeza (Santiago, *et. al.*, 1998).

4.2.2. Contenido de sólidos solubles °Brix en tomate nativo.

El contenido de sólidos solubles en las líneas de tomate nativo es importante para la industrialización. En el ensayo se observó que el factor de entrada de luz es muy importante en el contenido de sólidos solubles.

La Figura 15 expresa los resultados obtenidos para el contenido de sólidos solubles luego del análisis estadístico para hallar la media de cada línea (171 días después del trasplante).

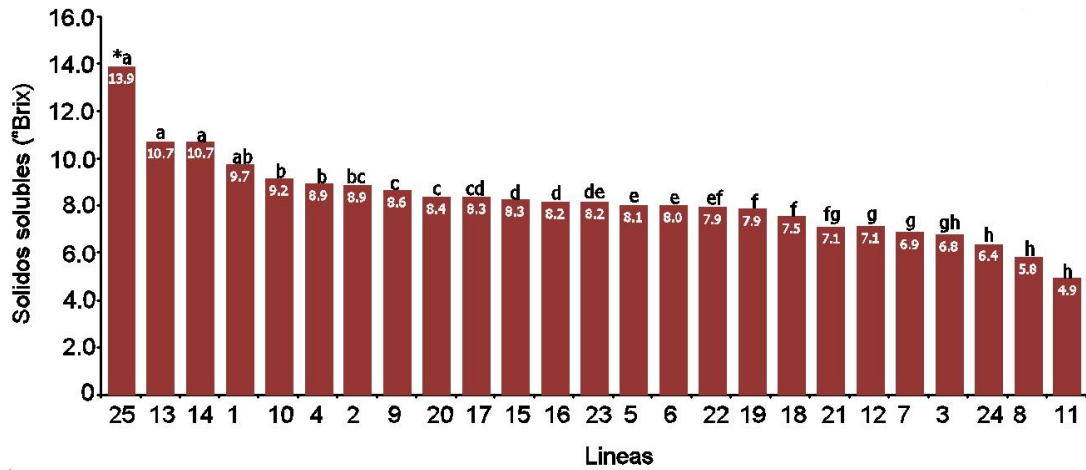


Figura 15. Contenido de sólidos solubles en 25 Líneas de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*.

*Valores con diferentes letras indican diferencias significativas según la Prueba de Duncan ($p < 0.05$).

La Línea 25 con 13.9 °Brix es la que representa mayor cantidad de sólidos solubles estadísticamente, la línea 11 (4.9 °Brix) tiene menor cantidad de sólidos solubles entre las 25 líneas de tomate probados en el ensayo.

Un estudio en tomate como fuente de vitaminas y carotenoides específicos (sólidos solubles) estableció que el tomate nativo es la primera fuente de licopeno (71.6%), segundo como fuente de Vitamina C (12%) y β -caroteno (17.2) y tercero como fuente de Vitamina E (6%) (Ceballos, et. al, 2012).

El porcentaje de sólidos solubles totales en el fruto de tomate corresponde de 5 a 7.5%. Dentro de los sólidos, el 25% está dado por compuestos insolubles, como celulosa y proteínas; el 75% restante corresponde a sólidos solubles, los cuales son importantes para la calidad del fruto de tomate el contenido de sólidos solubles en los

frutos de tomate según el tratamiento evaluado. Como se observa, el rango obtenido de grados brix fue de 4.71 a 6.55 (Gutierrez, 2014).

En la primera cosecha se logró observar que la población cuatro tuvo 4.24 °Brix y la población seis tuvo 4.12 °Brix, obtuvieron los menores porcentaje de azúcares solubles en los frutos con 1.1 litros/planta/día, influye en menor grado en los azúcar solubles en los frutos, en la segunda cosecha la poblaciones tres tuvo 3.80 °Brix y la población dos tuvo 3.66 °Brix superaron a las demás materiales evaluados con 0.7 litros/planta/día, mostro efecto en las poblaciones en la cantidad de azucars en los frutos (Martinez, 2011).

En cuanto la Concentración de sólidos solubles, se encontraron diferencias significativas entre las introducciones ($p < 0.005$) con valores que oscilan entre 3.87 y 6.3 °Brix, encontraron en condiciones bajo invernadero con producción orgánica de tomate tipo cereza, valores de °Brix entre 7.23 y 7.93. Existe una elevada correlación negativa entre peso del fruto y los sólidos solubles debido a un mayor peso se debería mayor cantidad de agua en el fruto, manteniéndose aproximadamente constante el contenido de sólidos solubles (Boada, *et al.*, 2010).

4.2.3. Longitud del fruto.

La longitud y ancho del fruto o determina la forma de fruto en tomate; los frutos con dimensiones amplias en longitud y ancho del fruto tienen una relación directa con el rendimiento por su tamaño.

Las Figuras 16 y 17 expresa en la longitud y el ancho del fruto para cada línea del tomate recolectado del BGV – UMSS.

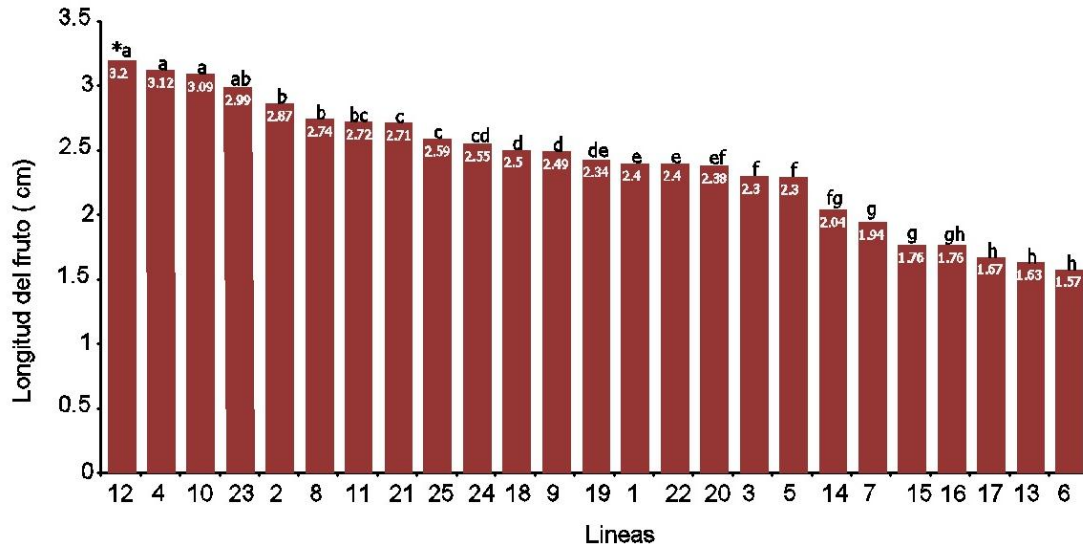


Figura 16. Longitud del fruto en 25 Líneas de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*.

*Valores con diferentes letras indican diferencias significativas según la Prueba de Duncan ($p < 0.05$).

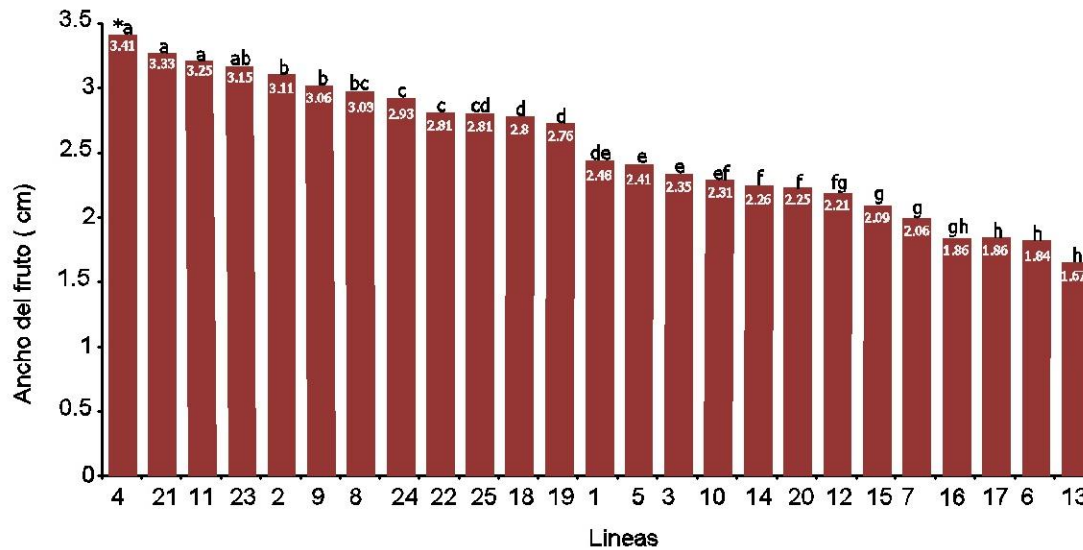







Figura 17. Ancho del fruto en 25 Líneas de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*.

*Valores con diferentes letras indican diferencias significativas según la Prueba de Duncan ($p < 0.05$).

Cuadro 5. Forma de frutos en tomate nativo

Línea	Longitud del fruto (cm)	Ancho del fruto (cm)	Forma de fruto	Imagen
8	2,74	3,03	Achatado	
22	2,4	2,81	Achatado	
12	3,2	2,21	Periforme	
10	3,09	2,31	Elipsoide	
2	2,87	3,11	Ligeramente Achatado	
6	1,57	1,84	Ligeramente Achatado	
9	2,49	3,06	Ligeramente Achatado	
11	2,72	3,25	Ligeramente Achatado	
14	2,04	2,26	Ligeramente Achatado	
15	1,76	2,09	Ligeramente Achatado	
17	1,67	1,86	Ligeramente Achatado	
18	2,5	2,8	Ligeramente Achatado	
19	2,43	2,76	Ligeramente Achatado	
20	2,38	2,25	Ligeramente Achatado	
21	2,71	3,33	Ligeramente Achatado	
24	2,55	2,93	Ligeramente Achatado	
1	2,4	2,48	Redondeado	
3	2,3	2,35	Redondeado	
4	3,12	3,41	Redondeado	
5	2,3	2,41	Redondeado	
7	1,94	2,06	Redondeado	
13	1,63	1,67	Redondeado	
16	1,76	1,86	Redondeado	
23	2,99	3,15	Redondeado	
25	2,59	2,81	Redondeado	

Cuadro 6. Dimensiones del fruto y forma del fruto con relación al rendimiento

Línea	Longitud del fruto (cm)	Ancho del fruto (cm)	Forma de fruto	Nivel de rendimiento	Estadísticamente diferentes	Intervalo de rendimiento (t ha ⁻¹)	Imágenes de fruto
1	2,4	2,48					
4	3,12	3,41	Redondeado	Buen Rendimiento	a - ab	138 - 88	
5	2,3	2,41					
23	2,99	3,15					
2	2,87	3,11					
11	2,72	3,25	Ligeramente Achatado	Rendimiento	b - cd	72 - 51	
18	2,5	2,8					
21	2,71	3,33					
8	2,74	3,03	Achatado	Mediano rendimiento	d - ef	48 - 39	
22	2,4	2,81					
10	3,09	2,31	Elipsoide	Bajo rendimiento	f - gh	35 - 21	
12	3,2	2,21	Periforme				
7	1,94	2,06	Redondeado				
16	1,76	1,86		Muy bajo rendimiento	h	16 - 14	
17	1,67	1,86	Ligeramente Achatado				

Según el análisis estadístico, la Línea 4 (longitud 3.4 cm y ancho 3.4 cm) y la Línea 13 (longitud 1.6 cm y ancho 1.7 cm) y la forma de fruto redondeado.

El análisis de varianza para híbridos de tomate cherry mostró diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) para las variables número de días a la madurez, longitud de fruto, ancho de fruto, tamaño de fruto y rendimiento; esto significa que el comportamiento de al menos uno de los híbridos evaluados es diferente en cada una de las variables. La comparación de medias ($p < 0,01$) mostró que el híbrido 12 alcanzó la menor cantidad de días a la madurez, el híbrido 8 obtuvo el mayor tamaño de fruto, el híbrido 4 exhibió la mayor longitud de fruto, los híbridos 8,17, 6 y 14 obtuvieron el mayor ancho de fruto y 9 fue el híbrido con mayor rendimiento de fruto (López, *et. al.*, 2014).

El Cuadro 7 expresa los valores cualitativos y cuantitativos evaluados para cada línea de tomate nativo.

Cuadro 7. Valores de relación entre las variables cuantitativas y cualitativas.

Codigo de la línea	Línea	Rendimiento t/ha ⁻¹	Presion kg/cm ²	°Brix	Longitud del fruto (cm)	Ancho del fruto (cm)	Tipo de inflorescencia	Uniformidad de madurez	Forma de fruto	Color inmaduro del fruto	Color maduro del fruto
CIF-UMSS-1076	1	104,95	0,35	9,7	2,4	2,48	Múltiple	Buena	Redondeado	7,5YR 6/4	5R 4/4
									Ligeramente		
CIF-UMSS-1088	2	59,71	0,51	8,9	2,87	3,11	Simple	Escaza	Achatado	5YR 6/4	5R 4/4
CIF-UMSS-1094	3	71,70	0,32	6,8	2,3	2,35	Múltiple	Intermedia	Redondeado	2,5YR 6/4	5R 4/4
CIF-UMSS-1101	4	119,64	0,52	8,9	3,12	3,41	Simple	Intermedia	Redondeado	2,5YR 6/4	5R 4/4
CIF-UMSS-1116	5	137,73	0,35	8,1	2,3	2,41	Múltiple	Intermedia	Redondeado	10R 5/8	5R 4/4
									Ligeramente		
CIF-UMSS-1177	6	47,10	0,31	8,0	1,57	1,84	Simple	Intermedia	Achatado	10R 5/8	5R 4/4
CIF-UMSS-1201	7	15,82	0,36	6,9	1,94	2,06	Simple	Escaza	Redondeado	5YR 6/4	5R 4/4
CIF-UMSS-1207	8	39,18	0,42	5,8	2,74	3,03	Simple	Intermedia	Achatado	10R 5/8	5R 4/4
									Ligeramente		
CIF-UMSS-1215	9	47,35	0,5	8,6	2,49	3,06	Simple	Escaza	Achatado	2,5YR5/4	5R 4/2
CIF-UMSS-1218	10	32,56	0,55	9,2	3,09	2,31	Simple	Buena	Elipsoide	5R 5/8	5R 4/6
									Ligeramente		
CIF-UMSS-1230	11	64,53	0,46	4,9	2,72	3,25	Simple	Intermedia	Achatado	10R 5/8	5R 4/4
CIF-UMSS-1	12	29,64	0,51	7,1	3,2	2,21	Simple	Escaza	Periforme	5Y 8/2	2,5Y 5/10
CIF-UMSS-1221	13	21,23	0,28	10,7	1,63	1,67	Simple	Escaza	Redondeado	5R 5/8	2,5R 4/8
									Ligeramente		
CIF-UMSS-1231	14	34,64	0,25	10,7	2,04	2,26	Simple	Intermedia	Achatado	10R 7/2	5R 4/4
									Ligeramente		
CIF-UMSS-1252	15	29,44	0,37	8,3	1,76	2,09	Simple	Escaza	Achatado	2,5YR 5/4	5R 4/4
CIF-UMSS-1256	16	13,61	0,27	8,2	1,76	1,86	Simple	Escaza	Redondeado	10R 5/10	5R 4/4
									Ligeramente		
CIF-UMSS-1242	17	15,91	0,26	8,3	1,67	1,86	Simple	Escaza	Achatado	7,5YR 4/2	5R 4/4
									Ligeramente		
CIF-UMSS-1248	18	52,02	0,24	7,5	2,5	2,8	Simple	Intermedia	Achatado	5R 5/8	2,5R 4/8
									Ligeramente		
CIF-UMSS-1249	19	47,58	0,41	7,9	2,43	2,76	Simple	Intermedia	Achatado	10R 5/8	5R 4/4
									Ligeramente		
CIF-UMSS-1193	20	46,48	0,55	8,4	2,38	2,25	Múltiple	Intermedia	Achatado	5Y 8/2	2,5Y 7/10
									Ligeramente		
CIF-UMSS-1208	21	50,83	0,56	7,1	2,71	3,33	Simple	Intermedia	Achatado	5YR 6/4	5R 4/4
CIF-UMSS-1269	22	41,16	0,46	7,9	2,4	2,81	Simple	Buena	Achatado	2,5YR 5/4	5R 4/4
CIF-UMSS-1244	23	88,15	0,46	8,2	2,99	3,15	Simple	Buena	Redondeado	10R 5/10	5R 4/10
									Ligeramente		
CIF-UMSS-1219	24	32,62	0,53	6,4	2,55	2,93	Simple	Intermedia	Achatado	5YR 6/4	5R 4/4
CIF-UMSS-1260	25	54,42	0,45	13,9	2,59	2,81	Simple	Intermedia	Redondeado	5YR 6/4	5R 4/4

V. CONCLUSIONES

El rendimiento de tomate es diferente entre las 25 líneas de tomate nativo (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*) evaluadas bajo condiciones de invernadero, por tanto se rechaza la hipótesis nula.

La Línea 5 (CIF-UMSS-1116) tuvo el mejor rendimiento (137.73 t ha^{-1}) bajo condiciones de invernadero comportándose con normalidad en la época de floración y fructificación.

Se observó que el tomate nativo es una planta con alto rendimiento para el consumo fresco y no susceptible a enfermedades fungosas.

La Línea 4 (CIF-UMSS-1101) tiene un rendimiento de 119.64 t ha^{-1} , con un contenido de sólidos solubles de 8.9°Brix .

La Línea 14 (CIF-UMSS-1242) tiene el más bajo rendimiento (15.91 t ha^{-1}) entre las 25 accesiones de tomate nativo cultivadas bajo condiciones de invernadero.

Se observaron diferencias significativa entre las líneas de tomate para rendimiento de fruto ha^{-1} , grado brix se observó diferencia significativa, presión a la ruptura de la epidermis, longitud del fruto, ancho del fruto, forma del fruto, tipo de fruto, color del fruto inmaduro, color del fruto maduro y tipo de inflorescencia.

VI. RECOMENDACIONES

Se debe tener en cuenta el sistema de tutorado, realizar las podas de formación y mantenimiento adecuada para que los racimos tengan un buen desarrollo y buena acumulación de fotosintatos en la acumulación de sólidos.

La Línea 5 con mayor contenido de sólidos solubles y rendimientos altos se pueden tomar en cuenta como materia prima en empresas farmacéuticas (licopeno y antioxidantes) como también para el consumo fresco en la canasta familiar en favor a la nutrición de la población boliviana.

Se resalta que las Líneas 5, 4 y 1 tienen mayor fructificación en la especie *lycopersicum* como una fuente genética para los fitomejoradores en temas de rendimiento y mejora de la producción del tomate de mesa.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, G. (2011) *Caracterización Morfológica del Tomate Cereza (Solanum lycopersicum Linnaeus)*. Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Sistemas de Producción. Colombia. Disponible en línea: <http://www.cabi.org/isc/FullTextPDF/2013/20133297549.pdf>.
- Bima, P. (2014) *Cultivo de Tomate. Sistemas de Producción de Cultivos Intensivos*. Facultad de Ciencias Agropecuarias – Universidad Nacional de Córdoba. Chile. Disponible en línea:
- Boada, M., Mejía, J., Ceballos, N. y Orozco, F., (2010) Evaluación agronómica de treinta introducciones de tomate silvestre tipo cereza (*Solanum lycopersicum L.*) Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Colombia. Disponible en línea: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.467.45&rep=rep1&type=pdf>.
- Ceballos N., Alirio F. y Arango N. (2012) *Evaluación del contenido de antioxidante en introducciones de toma tipo careza (Solanum spp.)*. Universidad de caldas. Colombia. Disponible en línea: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169925865004>.
- Choque, E. (2014) *Caracterización y evaluación química de fruto en germoplasma nativo e introducido de tomate (Solanum lycopersicum L.) del BGV del Instituto de Innovación Agrícola y Forestal (INIAF)*. Maestría en Conservación, Manejo de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología Vegetal Aplicada. Universidad de Mayor de San Simón – Cochabamba. Disponible en línea: <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/bitstream/123456789/2091/3/Tesis%20Choque%20Emiliana.pdf>.
- Dogliotti, S., (2011) *Bases Fisiológicas del Crecimiento y Desarrollo del Cultivo de Tomate (Lycopersicum esculentun Mill)*. Material de Apoyo al Módulo Hortícola.

Universidad de México. Facultad de Agronomía. Disponible en línea:
<http://documents.mx/documents/fisiologia-de-tomate.html>.

Dogliotti, S., Colnago, P., Galván, G., y L. Aldabe, (2011) *Bases Fisiológicas del crecimiento y desarrollo de los principales cultivos Hortícolas Tomate (Lycopersicon esculentum)*. Curso de Fisiología de los Cultivos – Módulo Horticultura. Facultad de Agronomía. Disponible en línea:

Domene, M., Gázquez, J., Segura, M. y Meca, D. (2014) *Evaluación de sustancias nutritivas y bioactivas en tres tipos de tomate: Asurcado (RAF), Cherry y Larga Vida*. Actas de Horticultura I Jornadas del Grupo de Alimentación y Salud Comunicaciones.

Domene, M. y Segura, M. (2014) *Parametros de calidad externa en la industria agroalimenticia*. Ficha de transferencia – Grupo cooperativo cajama – Negocio agroalimentario y cooperativo. Número 003. Disponible en línea:
<http://www.fundacioncajamar.es/pdf/bd/comun/transferencia/003-calidad-externa-1401191044.pdf>.

Food Agriculture Organization (FAO), (2008) *Monografía de cultivos. Gobierno Federal de Estados Unidos Mexicanos*. Ed. Sargarpa. Pub. Agosto 2010.

Flores, D. (2011) *Conductividad eléctrica de la solución nutritiva en el rendimiento y calidad de tomates (Lycopersicon esculentum Mill.) nativos cultivados en invernadero*. Tesis de maestría. Montecillo, Texcoco. México.

Garzón, J. (2011) *Caracterización y evaluación morfo agronómica de la colección de tomate tipo cherry de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira*. Tesis. Palmira-Colombia, Universidad Nacional de Colombia.

González, F. (2013) *Evaluación preliminar de 27 genotipos de tomate (Lycopersicon esculentum MILL) tolerantes al complejo mosca blanca*. Trabajo de graduación. Universidad Nacional Agraria – Facultad de Agronomía – Departamento de

Producción Vegetal. Managua – Nicaragua. Disponible en línea:
<http://repositorio.una.edu.ni/2204/1/tnf30g643ep.pdf>.

Gutiérrez, J. (2014) *Efecto de dos protectantes solares sobre el estrés térmico en el cultivo de tomate; la fragua, Zacapa*. Tesis. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. México. Disponible en línea:
<http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/09/Gutierrez-Julio.pdf>.

Hernández, J. (2013) *Caracterización físico-química y microbiológica del tomate margariteño (Lycopersicum esculentum var. España) y evaluación de la efectividad de tratamientos de pre-ensado para el incremento de su vida comercial a temperatura ambiente*. Tesis. Córdoba, Universidad de Córdoba de ingeniería agronómica y de montes departamento de bromatología y tecnología de los alimentos.

International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), (1996) Descriptor para tomate (*Lycopersicum spp.*) (En línea). España, Disponible
<http://msucares.com/espanol/pubs/p2419.pdf>. (Acceso el día 18 de agosto de 2015).

Jaramillo, J., Rodríguez, V., Guzmán, M., Zapata, M. y Rengifo, T. (2007) *Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la Producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas. Manual Técnico*.

Juárez, P., Castro, R., Colinas, T., Sandoval, M., Ramírez, P., Wm, D., Cisneros, L. y King, S. (2012). *Evaluación de características de interés agronómico de siete genotipos nativos de jitomate (Lycopersicon esculentum Mili.) cultivados en hidroponía*. Revista Chapingo Serie Hortícola volumen 18 numero 2 Chapingo Mayo/Agosto. 2012. Disponible en línea:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2012000200002

López, E., Gabriel, J., Angulo, A., Magne, J., La, J. y Crespo, M. (2014). *Herencia y relación genética asociados al rendimiento madurez en híbridos de tomate*

(*Solanum lycopersicum* L. MILL.). *Agronomia Costarricense* 39(1): 107-119. ISSN:0377-9424 / 2015. Disponible en línea: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v39n01_107.pdf.

Marquez, H., cano, P., Figueroa, U., Avila, J., Rodríguez, N. y Garcia, J. (2013). *Rendimiento y calidad de tomate con fuentes orgánicas de fertilización en invernadero. Revista Internacional de Botica Experimental*. Argentina. Disponible en línea: http://www.revistaphyton.fundromuloraggio.org.ar/vol82/MARQUEZ_HERNANDEZ.pdf.

Martínez, A. y Meza, N. (2011) *Evaluación de riego y biofertilizante sobre seis poblaciones de tomate silvestre (Lycopersicum spp.), colectado en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA), Chinandega*. Tesis. Universidad Nacional Agraria Facultad de Agronomía. Departamento de Ingeniería Agrícola. Disponible en línea: <http://repositorio.una.edu.ni/2156/1/tnf06m385.pdf>.

Monardes, H., Escalona, V., Alvarado, P., Urbina, C. y A. Martin, (2009) *Manual de Cultivo de Tomate (Lycopersicon esculentum Mill.)*. Nodo Hortícola VI Región. Facultad de CS. Agronómicas Universidad de Chile.

Monge, J. (2014). *Caracterización de 14 genotipo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica*. Revista del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Disponible en línea: <http://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/4222>.

Pérez, J., Hurtado, G., Aparicio, V., Arguete, Q. y M. Larin, (2000) *Guía Técnica Cultivo de Tomate*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. San Salvador.

PROINPA (*Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos*). (2009) Curso semi presencial “Recursos fitogenéticos, riqueza estratégica para el desarrollo del país”. Modulo I. Cochabamba – Bolivia.

- Rodríguez, G., Cárdenas, Y. y Sanchez, L. (2010). *Efectos de heterosis para el contenido de sólidos solubles y el tamaño del fruto en el tomate (Solanum lycopersicum, l.) y su adaptación para los sistemas de cultivo protegido*. Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” Revista Agrotecnia. México. Disponible en línea: http://www.actaf.co.cu/revistas/agrotecnia_05_2008/agrot2010-1/8.pdf
- Santiago, J., Mendoza, M. y Borrego, F. (1998). *Evaluación de tomate (Lycopersicon esculentum, Mill) en invernadero: Criterios fenológicos y fisiológicos*. Departamento de Fitomejoramiento Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narrón.” México. Disponible en línea: http://www.mag.go.cr/rev_mesov09n01_059.pdf.
- Sanjuan, F., Ramirez, P., Sanchez, P., livera, M., Sandoval, M., Carrillo, J. y Perales, C. (2013). *Variación en características de interés agronómico dentro de una población nativa de tomate (Solanum lycopersicum L.)*. Revista de Fitotecnia en México (SciELO) volumen 37 numero 2 Chapingo abril/junio. 2014. Disponible en línea: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802014000200007.
- Tjalling, H. (2006) *Crop Kit Guía de manejo Nutricional Vegetal de Especialidad Tomate*. SQM THE WORLDWIDE BUSINESS FORMULA.
- Torrico, A. (2001) *Estudio Morfológico y Molecular de la Diversidad Genética del Tomate Silvestre (Solanum sp.) Boliviano*. Maestría en Conservación, Manejo de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología Vegetal Aplicada. Universidad Mayor de San Simón - Cochabamba.

Anexo

Cuadros

Cuadro 8. Distribución de las 25 líneas de tomate en la parcela resaltando las unidades de muestreo de cada línea.

	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5	Bloque 6	Bloque 7	Bloque 8	Bloque 9	Bloque 10
4	15	4	17	11	19	10	21	12	23	
24	11	11	13	13	15	15	7	13	19	
5	24	7	23	9	25	11	17	1	4	
21	21	23	7	25	2	23	2	25	1	
17	4	19	6	21	18	4	8	19	12	
3	14	17	16	2	4	12	4	23	6	
11	9	6	2	10	23	17	20	6	22	
15	19	21	5	15	13	21	6	24	8	
19	3	18	25	19	7	7	25	8	17	
16	23	2	8	23	12	2	14	9	3	
1	8	8	10	20	1	18	9	20	16	
12	13	3	15	8	17	13	3	4	6	
24	2	14	3	4	5	8	19	15	5	
22	1	9	19	5	6	24	1	2	21	
2	17	24	10	16	21	14	23	10	10	
5	20	4	22	6	24	5	22	14	9	
8	16	20	18	22	10	6	10	16	25	
25	12	10	14	12	20	19	15	7	24	
3	18	1	9	3	16	3	18	21	20	
20	22	5	1	17	11	9	13	5	15	
6	19	22	12	1	3	1	5	11	7	
23	6	25	20	7	22	16	12	3	2	
10	5	13	24	24	8	22	24	18	14	
14	10	12	8	14	14	25	16	22	18	
7	7	16	2	18	9	20	11	17	13	

El esquema de campo se realizó formando diez surcos de tomate nativo (25 líneas) distribuidas al azar, cada una tuvo su código de reconocimiento. Se evaluaron las unidades muestreo resaltando con un color representativo tomados al azar en cada línea de tomate.

Cuadro 9. Datos recolectados para evaluación estadística.

Bloque	Líneas	Rendimiento kg m ⁻²	Rendimiento t ha ⁻¹	P	PP	€	€€	Ř	ĳ
2	1	9,51	95,07	22,86	2,29	24,09	2,41	0,39	9,0
2	2	3,98	39,76	31,76	3,18	33,51	3,35	0,56	10,2
2	4	2,89	28,87	32,36	3,24	36,42	3,64	0,53	8,3
2	8	3,18	31,83	29,06	2,91	33,18	3,32	0,36	5,5
2	9	8,36	83,59	24,83	2,48	28,80	2,88	0,54	8,9
2	12	1,93	19,28	32,93	3,29	22,37	2,24	0,47	6,0
2	15	4,54	45,44	18,99	1,90	20,81	2,08	0,37	8,5
2	16	2,03	20,30	14,02	1,40	15,27	1,53	0,29	10,3
2	19	3,57	35,70	32,11	3,21	35,28	3,53	0,40	8,6
3	3	0,23	2,28	22,99	2,30	23,31	2,33	0,32	6,9
3	7	1,17	11,67	16,91	1,69	16,85	1,69	0,41	6,8
3	14	1,39	13,92	21,08	2,11	23,51	2,35	0,43	11,1
3	16	0,30	2,99	18,63	1,86	17,71	1,77	0,26	7,5
3	18	7,32	73,20	22,47	2,25	23,34	2,33	0,20	7,7
3	21	4,47	44,68	24,54	2,45	29,72	2,97	0,52	7,1
3	22	1,92	19,20	22,51	2,25	25,86	2,59	0,42	8,6
3	23	6,11	61,13	27,66	2,77	28,67	2,87	0,42	8,1
3	24	0,47	4,73	19,46	1,95	22,68	2,27	0,58	6,3
3	25	1,03	10,26	18,43	1,84	18,73	1,87	0,38	13,9
4	1	10,76	107,59	23,64	2,36	23,86	2,39	0,27	10,0
4	2	0,83	8,32	19,79	1,98	22,48	2,25	0,53	8,9
4	6	2,10	21,05	16,77	1,68	20,60	2,06	0,32	8,9

UMSS – FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y PECUARIAS

4	8	3,81	38,14	25,79	2,58	28,12	2,81	0,51	7,2
4	10	2,86	28,59	34,01	3,40	24,84	2,48	0,56	9,2
4	11	6,42	64,24	27,32	2,73	32,79	3,28	0,47	4,9
4	12	2,70	26,98	32,19	3,22	22,08	2,21	0,50	6,8
4	14	4,03	40,30	23,13	2,31	26,17	2,62	0,24	11,5
4	17	1,41	14,08	10,51	1,05	12,17	1,22	0,22	9,7
4	19	2,63	26,34	21,76	2,18	24,58	2,46	0,47	9,3
4	25	8,78	87,78	27,65	2,76	28,10	2,81	0,38	13,9
5	4	23,97	239,75	28,86	2,89	31,70	3,17	0,51	9,6
5	5	13,11	131,07	22,97	2,30	24,01	2,40	0,37	8,1
5	6	2,84	28,37	16,28	1,63	18,78	1,88	0,31	7,7
5	9	2,67	26,69	24,66	2,47	30,75	3,08	0,56	8,0
5	10	2,63	26,27	28,84	2,88	21,74	2,17	0,58	8,8
5	13	1,66	16,59	17,47	1,75	16,63	1,66	0,25	11,2
5	14	6,21	62,09	22,56	2,26	25,41	2,54	0,27	9,3
5	15	3,90	39,03	26,09	2,61	29,14	2,91	0,37	8,9
5	17	1,06	10,57	10,96	1,10	12,75	1,27	0,17	8,9
5	19	5,14	51,36	21,07	2,11	24,67	2,47	0,41	8,6
5	20	5,07	50,71	23,67	2,37	22,38	2,24	0,55	8,3
5	22	4,35	43,55	24,47	2,45	28,84	2,88	0,43	9,2
5	23	14,34	143,39	27,74	2,77	29,59	2,96	0,44	8,0
5	24	5,72	57,22	25,17	2,52	27,48	2,75	0,43	7,1
6	1	2,90	29,04	21,66	2,17	22,84	2,28	0,39	9,0
6	2	8,63	86,32	31,09	3,11	33,84	3,38	0,50	8,8

UMSS – FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y PECUARIAS

6	3	7,63	76,33	23,72	2,37	23,97	2,40	0,26	6,4
6	6	8,17	81,69	14,54	1,45	16,49	1,65	0,30	7,7
6	7	0,98	9,84	13,39	1,34	15,71	1,57	0,23	6,8
6	11	6,14	61,42	24,76	2,48	28,99	2,90	0,37	4,6
6	12	2,71	27,14	31,93	3,19	21,04	2,10	0,47	6,0
6	13	3,04	30,43	14,67	1,47	15,38	1,54	0,31	10,3
6	14	1,28	12,77	18,69	1,87	20,47	2,05	0,28	11,5
6	16	0,98	9,83	15,01	1,50	16,18	1,62	0,23	8,0
6	17	2,51	25,08	18,47	1,85	20,66	2,07	0,31	9,3
6	18	5,81	58,12	28,24	2,82	33,05	3,31	0,30	7,4
6	21	4,35	43,50	31,21	3,12	40,38	4,04	0,48	7,1
6	22	3,93	39,27	23,87	2,39	27,96	2,80	0,45	8,1
6	25	7,38	73,80	28,07	2,81	31,80	3,18	0,51	13,9
7	1	16,80	167,96	26,17	2,62	27,08	2,71	0,35	10,3
7	4	10,08	100,78	32,36	3,24	35,93	3,59	0,53	8,0
7	5	18,21	182,06	22,05	2,21	23,04	2,30	0,34	7,8
7	6	4,37	43,70	15,86	1,59	18,62	1,86	0,31	8,1
7	7	1,37	13,70	21,43	2,14	22,55	2,25	0,33	7,0
7	8	4,67	46,70	26,92	2,69	30,41	3,04	0,45	5,4
7	9	4,52	45,19	21,83	2,18	27,56	2,76	0,54	8,7
7	10	3,19	31,88	29,00	2,90	21,24	2,12	0,54	9,7
7	11	7,13	71,30	29,18	2,92	36,01	3,60	0,51	5,5
7	12	3,45	34,52	31,73	3,17	22,83	2,28	0,56	8,3
7	13	1,59	15,86	16,94	1,69	18,56	1,86	0,32	10,3

UMSS – FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y PECUARIAS

7	15	2,72	27,15	21,69	2,17	26,00	2,60	0,37	7,4
7	17	1,27	12,69	22,26	2,23	23,91	2,39	0,30	6,5
7	20	4,27	42,66	23,67	2,37	22,38	2,24	0,55	8,3
7	23	9,46	94,59	30,48	3,05	31,92	3,19	0,51	8,4
7	24	4,43	44,35	29,53	2,95	34,68	3,47	0,52	6,2
8	3	14,52	145,17	23,63	2,36	24,60	2,46	0,34	5,6
8	4	9,96	99,57	31,41	3,14	32,73	3,27	0,51	9,7
8	5	6,80	68,03	24,85	2,48	26,93	2,69	0,31	7,8
8	9	4,11	41,09	27,93	2,79	34,79	3,48	0,39	8,9
8	13	2,58	25,78	13,77	1,38	19,51	1,95	0,34	10,3
8	16	1,90	18,98	20,34	2,03	21,97	2,20	0,31	8,0
8	18	4,28	42,76	25,17	2,52	29,42	2,94	0,24	7,4
8	20	2,72	27,16	25,93	2,59	23,89	2,39	0,52	9,0
8	21	3,63	36,28	27,08	2,71	32,46	3,25	0,41	7,1
8	22	5,51	55,06	24,62	2,46	29,18	2,92	0,51	6,4
8	23	5,38	53,79	33,56	3,36	35,49	3,55	0,47	8,3
9	2	8,51	85,07	31,06	3,11	33,43	3,34	0,49	8,1
9	3	13,17	131,66	21,35	2,14	21,93	2,19	0,37	8,7
9	5	14,10	141,04	21,62	2,16	22,95	2,30	0,46	6,3
9	7	3,46	34,57	30,10	3,01	31,91	3,19	0,50	6,8
9	8	3,87	38,71	28,03	2,80	29,83	2,98	0,36	5,3
9	10	5,25	52,52	31,10	3,11	24,71	2,47	0,46	8,9
9	11	6,00	60,01	28,92	2,89	33,37	3,34	0,52	4,6
9	15	0,68	6,84	4,00	0,40	7,67	0,77	0,38	8,3

9	18	0,56	5,61	25,33	2,53	28,60	2,86	0,25	7,5
9	19	6,28	62,83	24,53	2,45	28,07	2,81	0,39	6,2
9	20	2,73	27,33	27,68	2,77	24,34	2,43	0,52	8,3
9	21	9,41	94,11	26,39	2,64	30,97	3,10	0,37	7,1
9	24	2,66	26,56	29,19	2,92	34,02	3,40	0,58	5,8
9	25	4,40	43,96	28,07	2,81	31,80	3,18	0,51	13,9

Leyenda: P = longitud del fruto (mm), PP = longitud del fruto (cm), € = ancho del fruto (mm), €€ = ancho del fruto (cm), \hat{R} = presión que ocasiona la ruptura de la epidermis en el fruto (kg/cm^2) y brix = °brix del fruto.

Cuadro 10. Datos cualitativos recolectados y evaluados para hallar la moda en cada variable.

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
1	1	M	M	M	M	I	2 3 2 3 2 3 2 3	5R 4/4	7,3YR 4/4
3	1	M	M	M	M	B	3 3 3 3 3 3 3 4	5R 4/4	7,5YR 6/4
5	1	M	M	M	M	B	3 3 3 3 3 3 3 3	2,5Y 8/10	5Y 8/2
6	1	M	M	M	M	I	3 3 3 3 3 3 3 4	5R 4/4	7,5YR 6/4
	1	M	M	M	M	B	3 3 3 3 3 3 3 3	5R 4/4	7,5YR 6/4

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
1	2	S	M	S	S	ES	3 2 3 2 2 3 2 3	5R 4/4	5YR 6/4
3	2	S	S	S	S	ES	2 2 3 3 3 2 2 2	5R 4/4	5YR 6/4
5	2	S	S	S	S	B	2 3 3 2 2 2 2 2	5R 4/4	5YR 6/4
8	2	S	S	S	S	I	4 2 2 4 4 2 2 4	5R 4/4	5YR 6/4
	2	S	S	S	S	ES	2 2 3 2 2 2 2 2	5R 4/4	5YR 6/4

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
2	3	M	S	S	S	I	3 2 3 3 2 2 3 3	5R 4/4	2,5YR 6/4
5	3	S	M	M	M	I	2 3 3 3 3 3 3 3	5R 4/4	2,5YR 6/4
7	3	M	M	M	M	I	3 3 3 3 3 2 2 2	5R 4/4	2,5YR 6/4
8	3	M	M	M	M	B	3 3 3 3 3 3 3 3	5R 4/4	2,5 YR 6/4
	3	M	M	M	M	I	3 3 3 3 3 2 3 3	5R 4/4	2,5 YR 6/4

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
------	------	---	---	---	---	----	----	-----------------	-------------------

UMSS – FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y PECUARIAS

1	4	S	S	S	S	ES	3	3	3	3	3	2	2	3	5R 4/6	2,5YR 6/4	
4	4	S	S	S	S	B	2	2	2	3	3	3	2	2	5R 4/4	2,5YR 6/4	
6	4	S	M	S	S	I	3	3	3	3	3	2	2	3	5R 4/4	2,5YR 6/4	
7	4	S	S	S	S	I	2	3	2	2	3	2	2	2	5R 4/4	2,5YR 6/4	
	4	S	S	S	S	I	2	3	2	3	3	2	2	3	3	5R 4/4	2,5YR 6/4

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
4	5	S	M	M	M	B	2 2 3 2 3 3 3 3	5R 4/4	10R 5/8
6	5	M	M	M	M	I	2 2 3 2 3 3 3 3	5R 4/4	10R 5/8
7	5	S	M	M	M	ES	2 2 3 3 3 3 3 3	5R 4/4	2,5YR 5/4
8	5	S	M	M	M	I	2 3 2 2 3 3 3 2	5R 4/4	10R 5/8
	5	S	M	M	M	I	2 2 3 2 3 3 3 3 3	5R 4/4	10R 5/8

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
3	6	S	S	S	S	ES	2 1 1 2 2 2 2 2	5R 4/4	10R 5/8
4	6	S	S	S	S	B	2 1 2 2 2 2 1 2	5R 4/4	10R 5/8
5	6	S	S	S	S	I	2 3 2 2 2 2 3 2	5R 4/4	10R 5/8
6	6	S	S	S	S	I	2 3 2 2 2 2 3 2	5R 4/4	10R 5/8
	6	S	S	S	S	I	2 1 2 2 2 2 3 2 2	5R 4/4	10R 5/8

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
2	7	S	S	S	S	I	3 3 2 2 3 2 3 3	5R 4/4	5YR 6/4
5	7	S	S	S	S	B	3 3 3 3 3 3 3 3	5R 4/4	5YR 6/4
6	7	S	S	S	S	ES	3 3 3 3 3 3 3 3	5R 4/4	5YR 6/4

UMSS – FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y PECUARIAS

8	7	S	S	S	S	ES	2	3	2	2	2	3	2	2	5R 4/4	5YR 6/4
	7	S	S	S	S	ES	3	3	2	3	3	3	3	3	5R 4/4	5YR 6/4

Rep.	Lín.	F	F	F		U	FF		FF						Color Maduro	Color Inmaduro
1	8	S	S	S	S	I	1	1	1	1	1	1	1	1	5R 4/4	10R 7/2
3	8	S	S	S	S	I	1	1	1	1	1	1	1	1	5R 4/4	10R 5/8
6	8	S	S	S	S	ES	1	1	1	1	1	1	1	1	5R 4/4	10R 5/8
8	8	S	S	S	S	B	2	2	2	5	2	2	2	2	5R 4/4	10R 5/8
	8	S	S	S	S	I	1	1	1	1	1	1	1	1	5R 4/4	10R 5/8

Rep.	Lín.	F	F	F		U	FF		FF						Color Maduro	Color Inmaduro
1	9	S	S	S	S	ES	2	3	2	3	1	2	1	2	5R 4/4	2,5YR 5/4
4	9	S	S	S	S	ES	3	2	2	3	3	2	2	2	5R 4/2	2,5YR 5/4
6	9	S	S	M	S	I	3	2	2	3	3	2	2	2	5R 4/2	2,5YR 5/8
7	9	S	S	S	S	ES	2	2	2	3	2	2	2	3	5R 4/2	2,5YR 5/4
	9	S	S	S	S	ES	2	2	2	3	3	2	2	2	5R 4/2	2,5YR 5/4

Rep.	Lín.	F	F	F		U	FF		FF						Color Maduro	Color Inmaduro
3	10	S	S	S	S	B	8	6	8	8	8	8	6	8	5R 4/6	10R 7/2
4	10	S	S	S	S	B	6	6	8	8	8	8	8	8	5R 4/6	5R 5/8
6	10	S	S	S	S	I	6	6	8	8	8	8	8	8	5R 4/6	5R 5/8
8	10	S	S	S	S	B	6	6	8	8	8	8	8	8	5R 4/6	5R 5/8
	10	S	S	S	S	B	6	6	8	8	8	8	8	8	5R 4/6	5R 5/8

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
3	11	S	S	S	S	I	2 2 2 2 2 2 2 2	5R 4/4	10R 5/8
5	11	S	S	S	S	I	2 2 2 2 2 2 2 2	5R 4/4	10R 5/8
6	11	S	S	S	S	I	2 2 2 2 2 2 2 2	5R 4/4	10R 5/8
8	11	S	S	S	S	ES	3 2 2 2 3 2 3 2	5R 4/4	10R 5/9
	11	S	S	S	S	I	2 2 2 2 2 2 2 2 2	5R 4/4	10R 5/8

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
1	12	S	S	S	S	ES	7 8 7 8 8 7 6 8	5Y 8/2	5Y 8/2
3	12	S	S	S	S	ES	6 6 6 6 7 7 6 6	2,5Y 5/10	5Y 8/2
5	12	S	S	S	S	B	6 6 6 6 7 7 6 6	2,5Y 8/10	5Y 8/2
6	12	S	S	S	S	ES	6 6 6 6 7 7 6 6	2,5Y 5/10	5Y 8/2
	12	S	S	S	S	ES	6 6 6 6 7 7 6 6 6	2,5Y 5/10	5Y 8/2

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
4	13	S	S	S	S	B	2 3 3 3 3 3 3 3	2,5R 4/8	5R 5/8
5	13	S	S	S	S	B	2 3 3 3 2 2 3 2	5R 4/4	10R 5/8
6	13	S	S	S	S	ES	2 3 3 3 2 2 3 2	2,5R 4/8	5R 5/8
7	13	M	S	S	S	ES	3 2 3 3 2 3 3 3	5R 4/4	10R 5/8
	13	S	S	S	S	ES	2 3 3 3 2 2 3 3 3	2,5R 4/8	5R 5/8

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
------	------	---	---	---	---	----	----	--------------	----------------

UMSS – FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y PECUARIAS

2	14	S	S	M	S	ES	2	2	1	2	2	2	2	1	5R 4/4	10R 7/2
3	14	S	S	S	S	I	2	2	1	2	1	2	1	2	5R 4/4	10R 7/2
4	14	S	S	S	S	ES	1	2	1	2	2	2	2	2	5R 4/4	10R 7/2
5	14	S	S	M	S	I	1	2	2	2	1	1	2	2	5R 4/4	10R 7/2
	14	S	S	M	S	I	1	2	1	2	2	2	2	2	5R 4/4	10R 7/2

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
1	15	S	S	M	S	ES	2 2 2 2 2 2 2 2	5R 4/4	2,5YR 5/4
4	15	S	S	S	S	ES	2 2 2 2 2 2 2 2	5R 4/4	2,5YR 5/4
6	15	S	S	S	S	I	2 2 2 2 2 2 2 2	5R 4/4	2,5YR 5/4
8	15	S	S	S	S	ES	2 1 2 1 2 2 2 1	5R 4/4	2,5YR 5/4
	15	S	S	S	S	ES	2 2 2 2 2 2 2 2 2	5R 4/4	2,5YR 5/4

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
1	16	S	S	S	S	I	3 3 3 3 3 2 3 3	5R 4/6	2,5YR 6/4
2	16	S	S	S	S	ES	3 3 3 3 3 3 3 3	5R 4/4	10R 5/10
5	16	S	S	M	S	ES	3 3 3 3 3 3 3 3	5R 4/4	10R 5/10
7	16	S	S	S	S	I	2 3 3 3 3 3 3 3	5R 4/4	10R 5/10
	16	S	S	S	S	ES	3 3 3 3 3 3 3 3 3	5R 4/4	10R 5/10

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
3	17	S	S	S	S	ES	2 2 2 2 3 2 2 3	5R 4/4	7,5 YR 6/4

UMSS – FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y PECUARIAS

4	17	S	S	S	S	I	2	2	2	2	3	2	2	3	5R 4/4	5YR 6/4	
5	17	S	S	S	S	I	2	2	2	2	3	2	2	3	5R 4/4	7,5 YR 4/2	
6	17	S	S	S	S	ES	2	2	2	3	2	2	3	2	5R 4/4	7,5YR 4/2	
	17	S	S	S	S	ES	2	2	2	2	3	2	2	3	2	5R 4/4	7,5YR 4/2

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
2	18	S	S	S	S	I	5 1 2 2 2 3 3 2	2,5R 4/8	5R 5/8
5	18	S	S	S	S	I	2 2 2 2 2 2 2 2	2,5R 4/8	5R 5/8
7	18	S	S	S	S	B	1 2 2 2 1 2 1 2	2,5R 4/8	5R 5/8
8	18	S	S	S	S	ES	1 2 2 2 1 2 1 2	2,5R 4/8	5R 5/8
	18	S	S	S	S	I	1 2 2 2 1 2 1 2 2	2,5R 4/8	5R 5/8

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
1	19	S	S	S	S	I	2 2 2 2 2 2 2 2	5R 4/4	10R 5/8
3	19	S	S	S	S	I	1 2 2 2 2 2 2 1	5R 4/4	5YR 6/4
4	19	M	S	S	S	B	1 2 1 2 2 2 2 2	5R 4/4	10R 5/8
8	19	S	S	S	S	I	1 2 2 2 1 1 2 2	5R 4/4	10R 5/8
	19	S	S	S	S	I	1 2 2 2 2 2 2 2 2	5R 4/4	10R 5/8

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
4	20	M	S	M	M	ES	2 3 3 1 2 3 2 2	2,5Y 7/10	5Y 8/2
6	20	M	S	M	M	ES	2 3 3 1 2 3 2 2	2,5Y 7/10	5Y 8/2
7	20	M	S	M	M	I	5 5 2 2 2 2 5 5	2,5Y 7/10	5Y 6/8
8	20	S	S	M	S	I	4 3 2 2 3 4 2 2	2,5Y 7/10	5Y 8/2

20	M	S	M	M	I	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2,5Y 7/10	5Y 8/2
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------	--------

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
2	21	S	S	S	S	I	1 2 2 2 2 2 2 2	5R 4/4	5YR 6/4
5	21	S	S	S	S	I	2 2 2 2 2 2 2 2	5R 4/4	5YR 6/4
7	21	S	S	S	S	ES	2 2 2 3 2 2 2 3	5R 4/4	5YR 6/4
8	21	S	S	S	S	I	3 3 2 3 2 2 1 2	5R 4/4	5YR 6/4
	21	S	S	S	S	I	2 2 2 3 2 2 2 2 2	5R 4/4	5YR 6/4

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
2	22	S	S	S	S	ES	2 2 2 1 1 1 2 2	5R 4/4	2,5YR 5/4
4	22	S	S	S	S	B	1 2 1 1 2 2 3 3	5R 4/4	2,5YR 5/4
5	22	S	S	S	S	B	1 2 1 1 2 2 3 3	5R 4/4	2,5YR 5/4
7	22	S	S	S	S	B	2 2 3 1 1 2 3 1	5R 4/4	2,5YR 5/4
	22	S	S	S	S	B	1 2 1 1 1 2 3 3 1	5R 4/4	2,5YR 5/4

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
2	23	S	S	S	S	ES	3 3 3 3 3 3 3 3	5R 4/10	10R 5/10
4	23	S	S	S	S	B	5 3 2 2 3 3 3 3	5R 4/10	10R 5/10
6	23	S	S	S	S	I	5 3 2 2 3 3 3 3	5R 4/10	10R 5/10
7	23	S	S	M	S	B	2 2 2 2 2 2 2 2	5R 4/10	10R 5/10
	23	S	S	S	S	B	5 3 2 2 3 3 3 3 3	5R 4/10	10R 5/10

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
2	24	M	S	S	S	ES	2 2 2 3 2 3 3 2	5R 4/4	5YR 6/4
4	24	S	S	S	S	I	2 5 2 2 2 2 2 3	5R 4/4	10R 5/8
6	24	S	S	S	S	I	2 2 2 2 2 2 2 2	5R 4/4	5YR 6/4
8	24	S	S	S	S	I	2 2 2 3 2 2 2 3	5R 4/4	5YR 6/4
	24	S	S	S	S	I	2 2 2 2 2 2 2 3 2	5R 4/4	5YR 6/4

Rep.	Lín.	F	F	F	U	FF	FF	Color Maduro	Color Inmaduro
2	25	M	S	S	S	ES	2 2 3 3 3 2 2 3	5R 4/4	5YR 6/4
3	25	M	S	S	S	ES	2 2 3 3 3 2 2 3	5R 4/4	5YR 6/4
5	25	S	S	S	S	I	3 3 2 3 3 3 3 2	5R 4/4	5YR 6/4
8	25	S	S	S	S	I	3 3 2 3 3 3 3 2	5R 4/4	5YR 6/4
	25	M	S	S	S	I	2 3 2 3 3 3 2 3 3	5R 4/4	5YR 6/4

Leyenda: Rep.= Repeticiones, lín.= Líneas, F = Tipo de inflorescencia (S = Racimo simple y Racimo múltiple) U = uniformidad de madurez (I = Intermedia, ES = Escasa y B = Buena), FF = Forma del fruto (1 = Achatado, 2 = ligeramente Achatado, 3 = Redondeado, 6 = Cilíndrico y 8 = Elipsoide) y Colores de fruto maduro e inmaduro son códigos de la tabla Munsell.

Cuadro 11. ANVA para la variable de rendimiento en tomate.

Fuente	gl	\sum de Cuadrados	Media	Valor de F	Pr > F
Línea	24	910,83	37,95	3.57	<0.0001
Bloque	1	27,78	27,78	2.61	0.1103
Modelo	25	963,05	38,52	3.62	<0.0001
Error	74	787,16	10,64		
Total	99	1750,21			
Shapiro - Wilk	W	0.84			
Coefficiente de Variación		82.47			

Cuadro 12. Media de rendimiento de fruto por línea

Media de					
Rendimiento		Media de Rendimiento		Media de Rendimiento	
Línea	t ha ⁻¹	Accesión	t ha ⁻¹	Accesión	t ha ⁻¹
1	104.95	10	32.56	18	52.02
2	59.71	11	64.53	19	47.58
3	71.70	12	29.64	20	46.48
4	119.64	13	21.23	21	50.83
5	137.73	14	34.64	22	41.16
6	47.10	15	29.44	23	88.15
7	15.82	16	13.61	24	32.62
8	39.18	17	15.91	25	54.42
9	47.35				

Cuadro 13. ANVA presión que ocasiona la ruptura de la epidermis en tomate.

Fuente	gl	Σ de Cuadrados	Media	Valor de F	Pr > F
Línea	24	0.86	0.04	10.96	<0.0001
Bloque	1	0.0005	0.0005	0.16	0.6877
Modelo	25	0.86	0.04	10.56	<0.0001
Error	74	0.24	0.003		
Total	99	1.11			
Shapiro - Wilk	W	0.96			
Coefi. de Variación		13.99			

Cuadro 14. Media de la presión para ruptura de la epidermis en 25 líneas

Media de presión para ruptura de epidermis		Media de presión para ruptura de epidermis	
Líneas	kg cm ⁻²	Líneas	kg cm ⁻²
1	0,35	14	0,25
2	0,51	15	0,37
3	0,32	16	0,27
4	0,52	17	0,26
5	0,35	18	0,24
6	0,31	19	0,41
7	0,36	20	0,55
8	0,42	21	0,56
9	0,5	22	0,46
10	0,55	23	0,46
11	0,46	24	0,53
12	0,51	25	0,45
13	0,28		

Cuadro 15. ANVA contenido de sólidos solubles en tomate.

Fuente	gl	\sum de Cuadrados	Media	Valor de F	Pr > F
Línea	24	298.91	12.45	20.04	<0.0001
Bloque	1	3.02	3.02	4.86	0.0306
Modelo	25	310.29	12.41	19.97	<0.0001
Error	74	46.0002	0.62		
Total	99	356.29			

Shapiro - Wilk	W	0.96
Coefi. de Variación	9.5405	

Cuadro 16. Media de contenido de sólidos solubles en 25 líneas

Media de °Brix		Media de °Brix	
Línea	°Brix	Línea	°Brix
1	9,73	14	10,72
2	8,86	15	8,27
3	6,80	16	8,20
4	8,93	17	8,34
5	8,05	18	7,53
6	8,03	19	7,87
7	6,85	20	8,39
8	5,82	21	7,10
9	8,63	22	7,94
10	9,15	23	8,20
11	4,92	24	6,38
12	7,09	25	13,90
13	10,72		

Cuadro 17. ANVA longitud del fruto

Fuente	gl	\sum de Cuadrados	Media	Valor de F	Pr > F
Línea	24	2326.278071	96.928253	6.98	<0.0001
Bloque	1	27.811645	27.811645	2.00	0.1611
Modelo	25	2354.233795	94.169352	6.78	<0.0001
Error	74	1027.291680	13.882320		
Total	99	3381.525475			
Shapiro-Wilk	W	0.97			
Coefi. de Variación		15.44			

Cuadro 18. Medias de la longitud del fruto en las 25 líneas

Medida de la longitud del fruto		Medida de la longitud del fruto	
Línea	(cm)	Línea	(cm)
1	2,40	14	2,04
2	2,87	15	1,76
3	2,30	16	1,76
4	3,12	17	1,67
5	2,30	18	2,50
6	1,57	19	2,43
7	1,94	20	2,38
8	2,74	21	2,71
9	2,49	22	2,40
10	3,09	23	2,99
11	2,72	24	2,55
12	3,20	25	2,59
13	1,63		

Cuadro 19. ANVA para el ancho del fruto de tomate.

Fuente	gl	\sum de Cuadrados	Media	Valor de F	Pr > F
Línea	24	2587.056895	107.794037	6.72	<0.0001
Bloque	1	70.493423	70.493423	4.40	0.0394
Modelo	25	2668.770299	106.750812	6.66	<0.0001
Error	74	1186.141977	16.028946		
Total	99	3854.912276			
Shapiro-Wilk	W	0.98			
Coefi. de Variación		15.54			

Cuadro 20. Media del ancho de fruto en las 25 líneas

Medida del ancho del fruto		Medida del ancho del fruto	
Línea	(cm)	Línea	(cm)
1	2,48	14	2,26
2	3,11	15	2,09
3	2,35	16	1,86
4	3,41	17	1,86
5	2,41	18	2,80
6	1,84	19	2,76
7	2,06	20	2,25
8	3,03	21	3,33
9	3,06	22	2,81
10	2,31	23	3,15
11	3,25	24	2,93
12	2,21	25	2,81
13	1,67		



Figura 18. Racimos de las 25 líneas de tomate nativo utilizadas en el estudio.