

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

PRODUCCION DE SEMILLA HIBRIDA EN EL CULTIVO DE TOMATE
(*Lycopersicom esculentum*) EN LA EMPRESA PROCESOS
AGROINDUSTRIALES S.A ICA, PERU

POR:

REYNALDO ELISEO FLORES GÓMEZ

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO.



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2011

PRODUCCION DE SEMILLA HIBRIDA EN EL CULTIVO TOMATE
(*Lycopersicom esculentum*) EN LA EMPRESA PROCESOS
AGROINDUSTRIALES S.A ICA, PERU

POR:

REYNALDO ELISEO FLORES GÓMEZ

JOSE SANTIAGO MARADIAGA PhD.

Asesor Principal

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2011

DEDICATORIA

A MI SUPREMO DIOS

Que me guio por la senda de la justicia y permitió conocer a seres humanos que me ayudaron tanto en el inicio como al final de mi carrera, por darme la oportunidad de vivir, y traerme a esta universidad, de donde hoy salgo con mi frente en alto.

A MI QUERIDA ABUELA:

BLANCA IRMA RODAS. Que fue mi inspiración desde que inicie mi carrera, el cielo será testigo de nuestro triunfo viejita linda.

A MIS PADRES:

MARIA GÓMEZ DE SALINAS Y JOSE ISIDORO SALINAS. Por haberme aportado sus consejos en momentos muy difíciles de mi vida y por qué ellos fueron la fuerza que me impulsaba a continuar este lindo camino del éxito.

A MI ESPOSA E HIJOS

YACKI DE FLORES y mis bellos hijos **ALLISON NAHOMY Y JOSEPH ISAAC.** Que representan lo más preciado que tengo en este mundo, a mi esposa por ser una excelente compañera.

A MIS HERMANOS:

ARIEL, JONATHAN, JENNIFER Y JOSE DAVID. Por brindarme su apoyo, llenándome de valor y fuerza cada día para afrontar este desafío.

A MIS TÍAS:

SANDRA Y JULIA RODAS. Por su apoyo incondicional, dándome fuerzas para poder seguir preparándome en mis estudios.

AGRADECIMIENTO

AL CREADOR DE LOS CIELOS Y LA TIERRA

Por iluminarme en cada situación de mi vida, al darme la sabiduría necesaria para dar cada paso desde el tiempo que inicie mis estudios y proveerme ángeles disfrazados de maestros que me ayudaron en todo momento.

AL PhD. SANTIAGO MARADIAGA. Por brindarme su confianza y el incondicional apoyo en la dirección de mis estudios y en el desarrollo de este trabajo.

AL PhD. MARLON ESCOTO VALERIO. Por su incondicional apoyo en todo momento.

A MIS AMIGOS. DARWIN GOMEZ, FERNANDO SOSA, HECTOR GOMEZ, SAMIR ERAZO, EDWIN MORENO, ROY BRICEÑO, AZULAY ZUNIGA Y DINA MORALES. Por su amistad brindada y por su apoyo constante.

A MIS CERCANOS EDUCADORES. M.Sc. ANDRES PAZ, M.Sc. JAVIER MEDINA, M.Sc. ESMELIN PADILLA, M.Sc. JAVIER REYES, M.Sc. JHONY BARAHONA, M.Sc. JORGE SALGADO Y M.Sc. JUAN CHAVARRIA. Por sus sabios consejos durante mi vida estudiantil.

AL PhD CARLOS GUILLEN LINARES: Por darme su colaboración en esta investigación.

A MIS COMPAÑEROS DE CLASE. Por el cariño que me brindaron en todo tiempo.

AL PERSONAL DE PROAGRO. Por el apoyo brindado en el desempeño de este trabajo

CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
I. INTRODUCCION.....	1
II- OBJETIVOS.....	3
2.1 General.....	3
2.2 Específicos	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Historia del mejoramiento genético vegetal	4
3.2 Banco de Germoplasma	5
3.3 Domesticación de Plantas	6
3.4 Historia del mejoramiento genético en el cultivo de tomate.....	8
3.5 Objetivos e importancia económica del fitomejoramiento genético de las plantas	8
3.6. Influencia del incremento de la producción agrícola.....	10
3.6.1 Mejoramiento para la calidad de los productos:	10
3.7 Medios para obtener mayor producción	11
3.7.1 Aprovechamiento del ambiente.....	11
3.7.2 Resistencia a enfermedades y plagas	12
3.7.3 Resistencia o tolerancia a condiciones adversas	12
3.8 Genética del tomate	14
3.9 Selección artificial y cruzamientos selectivos	15
3.10 Hibridación (intervarietal, interespecífica, intergenérica)	15

3.11 Interacción entre genotipo ambiente.....	16
3.12 Métodos de mejoramiento en plantas autogamas (el cultivo de tomate).....	16
3.12.1 Selección de líneas puras	16
3.13 Fuentes de variabilidad en líneas puras	16
3.14 Hibridación y combinaciones génicas	17
3.15 Evaluación del Método de Retro cruzamiento.....	17
3.16 Características del Método de Retro cruzamiento	18
3.17 El método de retro cruzamiento presenta tres requisitos:	18
3.18 Ventajas	18
3.19 Desventajas	18
3.20 Método pedigree	19
3.21 Por qué producir Híbridos F1	20
3.22 Descripción del proceso de producción de semilla híbrida de tomate.....	20
3.22.1 Fase de Selección de los parentales.....	21
3.22.2 Hibridación (cruzamientos).....	21
3.23 Técnicas de emasculación y polinización artificial	22
3.24 Prácticas de polinización	24
IV. MATERIALES Y METODOS	25
4.1 Descripción del lugar.	25
4.2 Metodología.....	25
4.2.1 Cuidados previo a la fase de hibridación.	25
4.3 Fases del proceso de hibridación en la producción de semilla híbrida de tomate	26
4.4 Realización del proceso de producción de semilla híbrida de tomate	26
4.5 Descripción del diseño estadístico utilizado	¡Error! Marcador no definido.

V. RESULTADOS Y DISCUSION	28
5.1 Hibridación	¡Error! Marcador no definido.
5.2 Promedios de la evaluación de las dos variedades hibridadas	29
5.3 Evaluación de la hibridación en dos variedades.	32
5.4 Comparacion de medias bajo el analisis de prueba T..¡Error! Marcador no definido.	
5.5 Uso de la metodología de hibridación en la Universidad Nacional de Agricultura....	32
VI- CONCLUSIONES	37
VII. RECOMENDACIONES	38
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	39
IX. ANEXOS	41

LISTA DE CUADROS

1 Factores que influyen en el rendimiento.....	13
2 Resumen de la evolución de la hibridación en dos variedades.....	30
3 Prueba de medias para las dos variedades de tomate estudiadas.....	¡Error! Marcador no definido.
4 Evaluación de la hibridación en tomate Var. T1 4548 TOF.....	44
5 Evaluación de la hibridación en tomate Var. T2 4555 TOF.....	45

LISTA DE ANEXOS

1 Flor de tomate emasculada, polinizada y debidamente marcada	42
2 Flor dispuesta a ser polinizada luego de ser emasculada	43
3 Prueba de medias para las dos variedades de tomate estudiadas.....	46

LISTA DE FIGURAS

1 Fases del proceso de hibridación en la producción de semilla híbrida.....	26
2 Representación de fruto trabajado.....	28
3.Comportamiento del fruto cuajado en los tratamientos.....	29
4 Relación del fruto trabajado en las dos variedades	30
5 Comparación de dos variedades de tomate.	31
6 Parámetros de evaluación de tomate híbrido.....	31
7 Evolución gráfica del proceso de Hibridación	32

FLORES GOMEZ, RE. 2011. Producción de semilla híbrida en el cultivo tomate en la empresa Procesos Agroindustriales S.A Ica, Perú. Monografía Ing. Agrónomo. Catacamas, Olancho, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura.

RESUMEN

La investigación se realizó durante los meses de Junio a Septiembre del 2011, en el invernadero de la empresa Procesos Agroindustriales S.A. con vocación agroexportadora ubicada en el departamento de Ica, Perú S.A. El objetivo principal fue describir el proceso de producción de semilla híbrida y todas las fases que se realizan en estos procesos. Los materiales genéticos utilizados fueron 4548 TOF (T1) y 4555 TOF (T2). Los parámetros evaluados fueron: El número de fruto trabajado, fruto cuajado, fruto por cuajar. La estadística se realizó por medio del análisis de comparación de medias de la prueba de T, para las variedades T1 y T2. Los resultados en los tratamientos nos muestran que para el parámetro fruto trabajado el valor encontrados fue de 43.5, con respecto a fruto cuajado de 24 y para fruto por cuajar de 19.5. Ante los resultados ofrecidos, se puede destacar que para los parámetros de fruto trabajado, fruto cuajado y fruto por cuajar, existieron diferencias altamente significativas correspondientes al 5% de probabilidad. Debido a los resultados obtenidos se estima que existe alta significancia, en ambos tratamientos en cuanto a los tres parámetros evaluados. La utilización de estos parámetros representan mucha importancia ya que al tener un fruto trabajado ósea emasculado y polinizado nos proporcionara el advenimiento de un nuevo fruto ya sea cuajado o por cuajar ya que ello nos dará el objetivo principal por el cual se realiza la hibridación que es la producción de semilla.

Palabras Claves: Hibridación, Emasculación, invernadero, mejoramiento, Polinización.

I. INTRODUCCION

En las producciones hortícolas de nuestro país se están utilizando semillas híbridas procedentes de casas comerciales de renombre, pero lo ideal sería que el productor tuviera la oportunidad de conocer esas técnicas que utilizan estas franquicias para así tener el conocimiento de lo que es un híbrido y como se obtiene, pero la realidad es que nuestro país carece de personal capacitado en esta técnica ya que actualmente en nuestro país pocas instituciones se dedican a este rubro ya que se necesita mano de obra calificado.

El proceso de producción de semilla híbrida es la culminación de un programa de Fito mejoramiento, dirigido a satisfacer necesidades tanto de los productores como de los consumidores, en base a las exigencias del mercado.

La hibridación realizada por el hombre tiene como objetivo reunir en una sola variedad características deseadas y que anteriormente solo se encontraban en cultivares comerciales o en silvestres, en forma práctica consiste en colocar polen maduro de un padre elegido sobre el estigma de receptivo de una planta elegida como madre (Argerich, 1987)

Por eso el objetivo del trabajo fue conocer los procesos de hibridación en todas sus fases, consecuentemente hay la necesidad en nuestro país de tener personal calificado por lo que el hermano país de Perú nos abre las puertas a través de la empresa procesos agroindustriales S.A para capacitarme en el área de producción de semillas hortícolas.

II- OBJETIVOS

2.1 General

Sistematizar el proceso de producción de semilla híbrida de dos materiales genéticos de tomate (*Lycopersicom esculentum*) en la empresa agroexportadora de semillas Procesos Agroindustriales .S.A. Ica, Perú.

2.2 Específicos

Describir las técnicas de emasculación, polinización y recolección de polen, en el cultivo de tomate (*Lycopersicom esculentum*) bajo invernadero.

Comparar la evolución del proceso de hibridación en los dos materiales genéticos utilizados en la investigación.

Determinar el tiempo del proceso de producción de semillas híbridas en el cultivo de tomate (*Lycopersicom esculentum*).

Verificar si la metodología para producción de semilla híbrida utilizada en la empresa procesos agroindustriales S.A Ica, Perú, se puede desarrollar en la Universidad Nacional de Agricultura de Catacamas, Olancho Honduras

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Historia del mejoramiento genético vegetal

La preocupación del hombre por aumentar la producción agrícola de acuerdo con sus necesidades, se ha manifestado desde hace muchos siglos. Estudios señalan que la población aumenta hasta que el hambre la controla, a no ser que sobrevengan guerras o desastres. Además, profetizó una catástrofe, pues creía que la población crecía en progresión geométrica y los alimentos en progresión aritmética.

Desde hace 2700 años se inició el mejoramiento genético en plantas ya que, civilizaciones como los asirios y babilónicos polinizaron palmas dactileras, también se involucraron los incas, mayas y aztecas culturas avanzadas en américa y desde ese tiempo hasta la época actual han participado aproximadamente 20 científicos durante el tiempo de mediados del siglo XVI hasta el principio del siglo XIX, participando activamente en el tema de fitomejoramiento todos ellos en cultivos como: tabaco, fresa, repollo, coliflor, brócoli y en granos como maíz y frijol (Paredes, 2007).

Para poder hablar de mejoramiento es necesario entender de donde provienen las plantas por lo que se agruparon 11 centros de origen según (Vavilot, 1926) estos tratan la forma ancestral, la región de adaptación y la historia de la mayoría de las plantas cultivadas, estos centros se distribuyeron en tres continentes del mundo (Asia, américa y Europa) siendo el continente americano muy representativo ya que posee 4 de los 11 centros.

Una vez que el hombre inicio el cultivo las plantas vegetales procedió experimentar el proceso de domesticación de las mismas lo que lo llevo a la necesidad de mejorar o buscar

mejores características tanto en tamaño, forma, color, sabor y hasta la consistencia de un cultivo por lo que de ahí surge el tema mejoramiento genético y por ende la hibridación

3.2 Banco de Germoplasma

De acuerdo con Paredes (2007), erosión genética es principalmente el efecto de las actividades del hombre sobre la composición de los cultivos.

Por otro lado, los cultivos mejorados, producto de la selección, han sufrido disminución de su base genética, lo cual incrementa su vulnerabilidad (susceptibilidad) a enfermedades e insectos. La erosión genética y sus peligros se han intensificado debido al uso generalizado de cultivos mejorados, abandono de razas criollas (autógamas) y formas arvenses, presiones de población, sustitución de sistemas tradicionales de cultivo, incorporación de nuevas áreas al pastoreo, etc.

Por lo tanto, el avance de todo programa de mejoramiento genético de plantas depende de la conservación de una amplia variación genética, por lo que es necesario preservar dichas fuentes de variación en condiciones controladas que garanticen su existencia indefinida para uso de las generaciones presentes y futuras. A estas colecciones vivientes se les denomina bancos de genes, bancos de germoplasma o bancos de plasma germinal, y los materiales preservados pueden ser semillas, plantas vivas, polen o cultivos de tejidos.

Un banco de germoplasma es una unidad dinámica donde se concentra por tiempo indefinido la mayor diversidad genética posible, expresada por un alto número de biotipos representativos de la especie y de especies afines. Lo anterior significa que los bancos de plasma germinal no son simples almacenes de variación genética de uso potencial, donde se guarda la semilla en condiciones controladas para conservar su longevidad. A la vez, los bancos de germoplasma prestan servicio a los programas de mejoramiento y a los

investigadores, aportando materiales y datos útiles para la producción de cultivos superiores, resistentes a plagas y enfermedades y/o a otra clase de problemas.

3.3 Domesticación de Plantas

Según Paredes (2007) para la obtención de variedades mejoradas a partir de especies silvestres se deben desarrollar dos fases importantes: la domesticación y el mejoramiento genético.

La domesticación consiste en poner una especie silvestre bajo el cuidado del hombre. En relación con las plantas, es un método de mejoramiento, pues cuando se aplica con éxito, proporciona tipos domésticos superiores a los que se tenían previamente.

La utilización de ciertos genes de especies silvestres para el mejoramiento de plantas es actualmente un aspecto importante de la domesticación. Cuando se incorporan varios genes de una planta silvestre a una domesticada, lo que se hace, en cierto modo, es domesticar en parte la especie silvestre.

La domesticación de cualquier especie silvestre dependerá del tipo de planta de que se trate, es decir, no se sigue un patrón universal. No obstante, se presenta a continuación un esquema general de la manera de domesticar una especie, entendiendo por domesticación el conocimiento del manejo y comportamiento de una determinada especie bajo cultivo en un ambiente dado:

1. Estudio de la ecología de la especie (conocimiento biológico) de acuerdo con:
 - a. Distribución de poblaciones silvestres.
 - b. Variabilidad poblacional.

- c. Etnobotánica (estudio del origen de las plantas).
 - d. Quimiotaxonomía (clasificación de las plantas con base en sus compuestos químicos).
2. Recolección y selección de plantas sobresalientes con base en:
- a. Fenotipo.
 - b. Sanidad.
 - c. Producción.
 - d. Calidad.
3. Identificación botánica de las colectas.
4. Introducción de materiales silvestres.
5. Aplicación de prácticas culturales sobre:
- a) Propagación y desarrollo:
 - Tratamiento y pruebas de germinación de semillas.
 - Profundidad de siembra.
 - Densidad de siembra (distancia entre plantas y surcos).
 - Control sanitario (plagas y enfermedades).
 - Fertilización, etc.
 - b) Sistemas de producción (surcos, bordos, estructuras, etc.).
 - c) Cosecha.
6. Áreas de adaptación.
7. Selección de plantas prometedoras con base en sus características agronómicas.

8. Evaluación y propagación del material sobresaliente (punto culminante de la domesticación) (Esquinas y Nuez, 1995).

3.4 Historia del mejoramiento genético en el cultivo de tomate

Según Luna (2006) el *Lycopersicon esculentum*, fue domesticado por los nativos americanos, posiblemente en México, y para cuando los europeos arribaron a nuestro continente, ya se cultivaban materiales con frutos grandes. Debido a que la domesticación ocurrió en época prehispánica, nadie conoce la actual vía evolutiva a partir de la cual los materiales silvestres dieron origen a plantas con frutos grandes y de formas variadas.

El escenario más probable supone que se fueron seleccionando mutaciones asociadas a frutos de mayor tamaño y gradualmente, mutaciones con frutos de un tamaño suficientemente grande dieron origen a los presentes cultivares.

El análisis genético de los cruces entre especies cultivadas y sus antecesores silvestres apoyan dicha hipótesis, debido a que la progenie de dichos cruces casi siempre segrega de manera continua, respecto al tamaño del fruto, indicando que el proceso de domesticación contiene mutaciones en un número de diferentes loci (Howell, 1998).

3.5 Objetivos e importancia económica del fitomejoramiento genético de las plantas

El constante crecimiento de la población y la creciente demanda de alimentos para sostenerla han hecho necesario disponer de alimentos y materias primas industrializables en mayor cantidad, por unidad de superficie cultivable.

Los notorios resultados prácticos alcanzados en los últimos años por la mejora genética de plantas en la producción de especies cultivadas, superiores a las existentes, han demostrado la importancia de esta ciencia, ya universalmente reconocida y aceptada. En su mayoría, las

plantas alimenticias comenzaron a cultivarse en los albores de la historia; sin embargo, a la fecha queda mucho por mejorarlas y hacerlas aptas para su utilización bajo las más diversas condiciones agronómicas (Luna, 2006).

Por lo tanto, el objetivo principal del fitomejoramiento genético es incrementar la producción y la calidad de los productos agrícolas por unidad de superficie, en el menor tiempo, con el mínimo esfuerzo y al menor costo posible. Esto se logrará mediante la obtención de nuevas variedades o híbridos de alto potencial, es decir, que produzcan más grano, más forraje, más fruto, o más verduras en la menor Área de terreno posible, y que se adapten a las necesidades del agricultor y consumidor.

Con el mejoramiento genético de las plantas se espera contribuir sustancialmente a una mayor productividad agrícola; sin embargo, esto no se puede llevar a cabo simplemente con el potencial genético de las variedades, sino mediante la obtención de variedades que estabilicen su producción a través de la resistencia o tolerancia a malezas, a daños causados por plagas y enfermedades, a la sequía, al calor, frío, viento o a otros factores negativos. Además, estas variedades deben poseer mayor eficiencia fisiológica en la absorción de nutrientes; deben ser capaces de aprovechar mejor el agua, los fertilizantes y, en general, ser tolerantes a determinado factor ambiental, características que tienden a controlar las fluctuaciones extremas de los rendimientos (Paredes, 2007).

Otros de los factores que deben tomarse en cuenta para incrementar la producción consiste en mejorar las prácticas agrícolas, incluyendo entre éstas la buena fertilización (abonado) de las tierras, una efectiva rotación de cultivos, mejores metodologías para trabajar la tierra y una lucha más eficaz contra las malas hierbas, enfermedades y plagas.

También debe considerarse la utilización de maquinaria agrícola adecuada a la producción, conservación, almacenamiento y transporte.

La importancia de la fitogenética estriba principalmente en los resultados logrados por la investigación de la genética aplicada, los cuales consisten en corregir todas aquellas características agronómicas indeseables, por medio de hibridaciones o métodos específicos de mejoramiento, a fin de incrementar rendimientos, calidad del producto o alguna otra característica que se quiera mejorar con objeto de aumentar su eficiencia.

3.6. Influencia del incremento de la producción agrícola

Mayor eficiencia fisiológica por planta y por hectárea.

- a. Mayor adaptación a determinada región agrícola o amplia adaptación a diversos ambientes.
- b. Mejores características agronómicas (resistencia al acame, desgrane, buena cobertura, etc.).
- c. Resistencia a plagas y enfermedades.
- d. Resistencia a la sequía, temperaturas bajas o altas, etc.

3.6.1 Mejoramiento para la calidad de los productos:

- a. Alto valor nutritivo (proteínas y vitaminas).
- b. Mayor coloración, sabor y/o tamaño de los frutos.
- c. Resistencia al transporte y almacenamiento.
- d. Reducción de la cantidad de ciertas sustancias indeseables en los productos, etc.

3.7 Medios para obtener mayor producción

3.7.1 Aprovechamiento del ambiente

Paredes (2007) Explica que el mejoramiento genético de las plantas aplica numerosos métodos para evaluar y aprovechar al máximo la variación natural, o bien, para producirla y seleccionar las plantas de mayor producción.

El mayor rendimiento de las plantas depende de su potencialidad genética y de su capacidad para aprovechar mejor los factores del ambiente (agua, energía solar, sustancias nutritivas, etc.), es decir, su adaptación al medio, debido a que:

Rendimiento = expresión fenotípica

Fenotipo = genotipo + ambiente + interacción entre genotipo y ambiente

El ambiente está determinado por una serie de condiciones variables para diferentes años en un mismo lugar y para diferentes lugares en un mismo año. Por lo tanto, es necesario repetir las pruebas de adaptación tantas veces como sea posible, a fin de apreciar las reacciones de cierto cultivo ante el ambiente.

Las plantas reaccionan de diversas maneras ante las variaciones del ambiente, es decir hay plantas de amplio rango de adaptación (macro ambiente) a las que les afectan poco las variaciones climáticas y se cultivan en Áreas muy extensas; este tipo de plantas son las preferidas. Sin embargo, hay otro tipo de plantas sobresalientes en un ambiente determinado (micro ambiente), por lo que se les debe explotar en dicho medio (Escobar, 1994).

El rango de adaptación, amplio o reducido, también se determina teniendo en cuenta la reacción de las plantas a las concentraciones de nutrientes y agua; pero estos factores son, hasta cierto punto, controlados por el hombre, por lo que las plantas de genotipos sobresalientes deben responder a una producción a mayor dosis de fertilizantes y agua de riego.

3.7.2 Resistencia a enfermedades y plagas

En cualquier método de mejoramiento, el factor más importante para incrementar la producción es la resistencia a las enfermedades y plagas, ya que la mayoría de las plantas son atacadas por patógenos e insectos que reducen o eliminan totalmente las cosechas. En muchos casos resulta incosteable o contraproducente combatirlas por métodos químicos o biológicos. Por lo tanto, el mejor método de control de enfermedades y plagas es el genético, es decir, desarrollar variedades resistentes o tolerantes a patógenos e insectos.

La resolución parcial del problema de las enfermedades, consiste en buscar fuentes de resistencia dentro de la variabilidad genética existente o recurrir a los centros de origen de las plantas, ya que la manera más segura de combatir las enfermedades es mediante el desarrollo de variedades resistentes (Howell, 1998).

3.7.3 Resistencia o tolerancia a condiciones adversas

La mayoría de las veces el potencial productivo de los cultivos es reducido por el efecto de las condiciones ambientales adversas que se presentan durante el ciclo vegetativo. Por lo tanto, es necesario incorporarles fuentes de resistencia que amortigüen los efectos de tales factores.

La resistencia a determinado factor ambiental se puede encontrar en las poblaciones criollas, debido a que éstas, en la mayoría de los casos, están formadas por mezclas de variedades de diferente adaptación ecológica, de donde, a través de la selección, pueden obtenerse algunas plantas resistentes a determinado factor ambiental adverso (Paredes, 2007).

Además, es importante señalar que no sólo estos medios para obtener mayor producción, influyen en la expresión del potencial genético de cualquier planta para alcanzar su máximo rendimiento (producción de grano, frutos, tallos, hojas o cualquier parte aprovechable), sino que existe un gran número de factores que interactúan durante el ciclo vegetativo de la planta, por lo que el rendimiento es la expresión de todos. Los factores más importantes que influyen en el rendimiento pueden ser extrínsecos o intrínsecos que se expresan en la siguiente tabla:

Cuadro 1 Factores que influyen en el rendimiento (Paredes, 2007)

FACTORES EXTRINSICOS		FACTORES INTRINSICOS	
CLIMA	Luz	ASIMILACION DE NUTRIENTES	Carbono
	Temperatura		Sales minerales
	Humedad relativa		Agua
	Viento	EQUIPO HORMONAL (Desarrollo)	
EDAFICOS	Fertilidad		
	Textura		
	Estructura		
	pH		
	Agua		
	Salinidad		
H	Bacterias	RESISTENCIA A FACTORES ADVERSOS	
	Hongos		
	Insectos		
	Malezas		

Paredes (2007) Establece que a través del tiempo, el hombre ha aprendido a manejar y a modificar los factores edáficos y, en gran parte, los factores bióticos; en cambio, no maneja

los factores climáticos; sin embargo, ha logrado obtener plantas adecuadas en los diversos climas.

Con respecto a los factores intrínsecos, el hombre puede atacar el problema de dos maneras:

- a. Buscando o formando plantas con potencial genético para desarrollar hojas grandes y raíces profundas, mediante el mejoramiento genético (genética aplicada).
- b. Aplicando a la planta, en forma extrínseca, el factor intrínseco faltante, que puede ser alguna hormona, algún inhibidor del desarrollo, un factor de resistencia a patógenos, etc.

En general, la búsqueda de genotipos sobresalientes se realiza mediante pruebas en grandes cantidades de material del que sólo se selecciona al final uno o unos cuantos. Por lo tanto, deben buscarse otros mecanismos que eviten el trabajo excesivo en el campo. Uno de estos mecanismos puede ser el análisis fisiológico, que si bien exigirá un trabajo técnico más cuidadoso y profundo, evitara derroche de energía, espacio y tiempo.

A menudo, los genetistas usan el término genes de rendimiento que, por supuesto, es una manera de hablar, pues el rendimiento no es un carácter unitario, sino la respuesta del genotipo al ambiente en su totalidad.

3.8 Genética del tomate

El género *Lycopersicon*, contiene 9 especies; de las cuales solamente *L. esculentum* fue domesticada. Solamente en dicha especie se encuentran variaciones fenotípicas significativas en la forma y tamaño del fruto; las otras 8 especies silvestres producen frutos que son casi invariablemente redondos y pequeños (Tanksley, 2004).

Todas las especies del género *Lycopersicon* poseen cercanamente 12 pares de cromosomas homólogos ($2n = 24$ cromosomas), muchas de éstas especies se pueden entrecruzar. El tomate cultivado *Lycopersicon esculentum* puede producir híbridos fértiles con todas las otras especies del género, con sus grados de dificultad y variación. Se han realizado estudios respecto a la citogenética del tomate y más de 250 genes han sido señalados y delineados en sus respectivos cromosomas; también han sido identificadas las posiciones en los centrómeros (Escobar, 1994).

3.9 Selección artificial y cruzamientos selectivos

El hombre selecciona las plantas que le ofrecen más ventajas (mejores frutos, mayor crecimiento, mayor resistencia a enfermedades, etc.), y realiza cruzamientos selectivos entre esas variedades para obtener descendencia con mejores rendimientos. Además, desde que es agricultor, el hombre no solo ha seleccionado sino que también ha trasladado especies vegetales de un lugar a otro, a otras condiciones ambientales. Estas variables ambientales también originaron gran diversidad en los vegetales. Por ejemplo, las diferentes coles (brócoli, coliflor, repollo, repollito de Bruselas, y otros) son descendientes de una especie original, obtenidas por el hombre mediante selección artificial (Peñaloza, 2001).

3.10 Hibridación (intervarietal, interespecífica, intergenérica)

El hombre realiza cruzamientos no solo entre diferentes variedades de una misma especie, sino también interespecíficos (entre especies) e inclusive intergenéricos (entre diferentes géneros). Estos cruzamientos generan híbridos: mezcla entre dos especies o géneros diferentes pero sexualmente compatibles que da como resultado una descendencia cuya combinación de genes será al azar, diferentes de los progenitores. Esta técnica es una de la que más contribuyó a la diversidad. (Innes *et al*; 1994)

3.11 Interacción entre genotipo ambiente.

Este efecto origina la expresión o comportamiento total de cualquier individuo en determinado ambiente, debido a que influye sobre la expresión genética de los genotipos. Este efecto puede observarse cuando se cultivan diferentes genotipos en distintos ambientes ya que la expresión fenotípica de cada genotipo generalmente se manifiesta de diferente manera en cada ambiente.

La selección poblacional es el método más antiguo y simple para el tomate. Consiste en seleccionar tomates deseables de sus mejores plantas y en sembrar la población de semillas seleccionada. El éxito de la selección masal depende en gran medida de las cambiantes frecuencias genéticas y de la precisión en la selección de los tipos deseados. Ventajas de la selección poblacional: incluye las técnicas más simples posibles, se minimiza el intervalo generacional. (Alvarado; 1998).

3.12 Métodos de mejoramiento en plantas autogamas (el cultivo de tomate)

3.12.1 Selección de líneas puras

La mejora de una variedad por selección masal puede continuarse con una selección de líneas puras, como lo hizo Johanssen para las judías. Este es un método efectivo para la mejora de una variedad autóctona tanto en su área de desarrollo, como en otra nueva área, en la que se desee introducir la variedad. (Alvarado, 1998).

3.13 Fuentes de variabilidad en líneas puras

Las principales fuentes de variabilidad en líneas puras son: mutación, hibridación y recombinación.

Mutación Las líneas puras permanecen homocigóticas (homocigóticas para todos los loci) indefinidamente, siempre que se mantengan por autofecundación.

3.14 Hibridación y combinaciones génicas

Es el cruzamiento planificado entre parentales cuidadosamente seleccionado. El cruzamiento (la hibridación) puede ser intraespecífica, cuando se refiere al cruzamiento entre individuos de la misma especie o interespecífica, cuando los individuos cruzados son de distintas especies. Ahora nos referiremos sólo a los cruzamientos intraespecíficos.

El hecho fundamental es el siguiente: dos genitores se cruzan y originan una población genéticamente uniforme, que es la F1. La autogamia sucesiva supone que toda la potencialidad de la variación genética contenida en la F1 se va a manifestar en las generaciones segregantes. En estas generaciones es donde deberán aparecer las líneas con el fenotipo óptimo buscado. Se plantea ahora el problema de cuándo y cómo conviene hacer la selección de genotipos segregantes. Los métodos básicos para hacer la selección de los genotipos segregantes son: el método de pedigree o genealógico y el método masal. (Allanr, 1967)

3.15 Evaluación del Método de Retro cruzamiento.

Este método ha sido muy útil para la transferencia de caracteres con alta heredabilidad.: la resistencia a enfermedades tienen una heredabilidad alta, pues pocos genes la controlan. La resistencia a enfermedades constituyó un hito importante en la mejora de cereales, ya que el éxito de la misma evitó grandes desastres económicos. El retro cruzamiento no es un método limitado sólo para mejora de la resistencia. Se ha utilizado también para obtener tomates que maduren más pronto.

3.16 Características del Método de Retro cruzamiento

Acumulación de caracteres deseados, Independencia del ambiente. Los retro cruzamientos pueden hacerse en cualquier ambiente donde la planta se espere que crezca y donde el carácter que se ha transferido deba expresarse. La evaluación agronómica no es necesaria. Por tanto, se puede utilizar el invernadero para adelantar generaciones y para evaluar en carácter que se transfiere. (Allanr; 1967)

3.17 El método de retro cruzamiento presenta tres requisitos:

- Se debe disponer de una variedad recurrente buena, la que deba mejorarse en uno o más caracteres.
- Se debe disponer de variedades donantes que complementen a la variedad recurrente, para el carácter de interés.
- El número de retro cruzamientos que se hagan deben ser lo suficiente para reconstituir el parental recurrente.

3.18 Ventajas

1) Debido a que las mejoras se hacen paso a paso, nada de lo ganado se pierde. 2) El programa de mejora es independiente del ambiente. 3) No son necesarias evaluaciones de las variedades obtenidas por retro cruzamiento. 4) Es rápido. 5) Requiere un número pequeño de plantas. 6) Es predecible. 7) Es repetible.

3.19 Desventajas

No permite obtener combinaciones génicas poco comunes de las 2 variedades.

3.20 Método pedigree

Para caracteres cualitativos, tales como resistencia a enfermedades (en presencia de la enfermedad) altura, color de la flor, forma del fruto etc., este método (pedigree) permite la eliminación temprana de los tipos que no tienen futuro alguno. De esta forma, se ahorra tiempo y espacio para el material prometedor. Los mejoradores generalmente recurren a técnicas especiales que identifican las plantas deseables en generaciones tempranas (Peñaloza, 2001).

1. Estas técnicas incluyen: Epidemias artificiales (en campo o en invernadero).
2. Pruebas de temperatura (test de resistencia al frío en cámaras especiales).
3. Microtests de calidad.

Los caracteres cuantitativos (especialmente los relacionados con el rendimiento) son difíciles de evaluar en generaciones tempranas. Un problema importante es que el comportamiento de una sola planta en un área muy grande es totalmente diferente al que tiene una población creciendo en la misma área. El problema se complica aún más cuando los niveles de heterocigosis son altos, cosa que ocurre en generaciones tempranas. (Argerich y Gaviola, 1987).

Los caracteres cuantitativos (especialmente los relacionados con el rendimiento) son difíciles de evaluar en generaciones tempranas. Un problema importante es que el comportamiento de una sola planta en un área muy grande es totalmente diferente al que tiene una población creciendo en la misma área. El problema se complica aún más cuando los niveles de heterocigosis son altos, cosa que ocurre en generaciones tempranas.

Los caracteres cuantitativos (especialmente los relacionados con el rendimiento) son difíciles de evaluar en generaciones tempranas. Un problema importante es que el comportamiento de una sola planta en un área muy grande es totalmente diferente al que tiene una población creciendo en la misma área.

3.21 Por qué producir Híbridos F1

Los híbridos F1 presentan ventajas respecto a las variedades fijadas como parentales: Presentan heterosis, rápidamente acumulan cualidades deseadas como lo son: Precocidad, tipo de fruto, resistencia a enfermedades. Heterosis es la manifestación de mayor vigor o de mayor expresión de los caracteres de los progenitores.

La heterosis o vigor híbrido en las especies vegetales se manifiesta más en las cruzas entre dos líneas puras, que en las cruzas dobles porque en esta última existe menor grado de heterocigosis, en otras palabras el vigor híbrido se hace presente en los híbridos cuyos parentales son suficientemente diferentes, esto debido a que se complementan (Argerich y Gaviola, 1987).

3.22 Descripción del proceso de producción de semilla híbrida de tomate

La semilla de tomate ha sido producida y comercializada por compañías de semilla desde hace más de 100 años. Al principio la función principal fue incrementar y distribuir las selecciones de polinización libre. Durante los años 50 los productores de semilla desarrollaron nuevos híbridos de tomate para la utilización de los horticultores. Dada la demanda de rendimientos elevados, de calidad del fruto y de resistencia a enfermedades los productores comerciales comenzaron a utilizar cultivares híbridos.

El proceso de producción de semilla híbrida es largo y complicado, las fases que lo componen se describen a continuación:

3.22.1 Fase de Selección de los parentales

Las plantas parentales son aquellas de las que de su cruzamiento se engendrará una planta híbrida. Los parentales se obtienen de acuerdo a los objetivos propuestos dentro del programa de mejoramiento, seleccionando las plantas que presenten las mejores características de resistencia, producción, tamaño y forma del fruto; con la intención que estas sean heredadas al futuro híbrido.

Seleccionados los parentales se procede a extraer la semilla y organizar la siembra de estos, con la finalidad de realizar el cruzamiento y así obtener materiales híbridos con las características de ambos parentales.

En el caso de la empresa Proagro S.A los parentales son seleccionados en la secretividad ya que para efectos de privacidad se ven en la penosa necesidad de no especificar sus orígenes y solo se reconocen por códigos sus parentales.

Luego las fases que continúan en el proceso de hibridación son: Semilleros, Preparación del terreno, Trasplante, Manejo del cultivo, estas etapas al momento de realizar nuestro trabajo ya estaban realizadas y por efectos de privacidad no me fueron proporcionados los datos de los mismos ya que solo ejecute las fases a continuación detalladas: Hibridación, emasculación, polinización, Cosecha de la semilla, y en cuanto al tratamiento de semilla y Secado de semilla el tiempo nos impidió ejecutar estas fases.

3.22.2 Hibridación (cruzamientos)

Este proceso se realiza de manera artificial (se induce la polinización), logrando la unión sexual de los parentales. Esta fase depende de la etapa de floración del tomate. La flor del

tomate es perfecta, con partes masculinas y femeninas funcionales. Las variedades cultivadas del tomate forman un cono estaminal protector que rodea estrechamente el estigma y da lugar predominantemente a la autofecundación.

Para poder realizar la hibridación deben de realizarse los siguientes pasos: Emasculación y Polinización

3.23 Técnicas de emasculación y polinización artificial

Luna (2006) Explica que el problema fundamental en el control de la polinización ya sea para la formación de híbridos o de líneas puras, consiste en colocar el polen funcional sobre los estigmas receptivos en el momento oportuno.

Generalmente, y según el caso, dentro de un programa de mejoramiento se debe evitar las posibles autofecundaciones y los cruzamientos indeseables. Las autofecundaciones se evitan por medio de la emasculación (eliminación de las anteras de las plantas femeninas antes de que maduren). Los cruzamientos indeseables se evitan utilizando bolsas u otros materiales apropiados para aislarlos de polen extraño.

Por lo general, el equipo utilizado en las técnicas de emasculación; polinización no es complicado; por ejemplo, en plantas autógamias se utilizan pinzas, tijeras, pincel, bolsas de papel encerado (glassines), etiquetas, lápiz, clips, lentes de aumento o lupa, etc. En alógamas se emplean bolsas, engrapadora, lápiz, gabacha, etc.

El éxito de la polinización depende del grado de dificultad que se presente para realizar la emasculación, en los diversos tipos de flores, y del momento oportuno para llevar el polen viable a los estigmas receptivos.

La emasculación consiste en la remoción de los órganos masculinos, anteras, de la flor de la planta que se utilizará como hembra.

En las especies que poseen flores hermafroditas es muy importante la emasculación para hacer hibridación, debido a que cuando las anteras maduran, el polen cae sobre sus estigmas y ocurre la autofecundación. Los procedimientos de emasculación comúnmente usados en el mejoramiento, son los siguientes:

Remoción de anteras: El más común se efectúa mediante pinzas, succión u otros medios, antes de que se derrame el polen; se aplica principalmente en autógamias.

Destrucción del polen por medio de calor, frío o alcohol:

- a. Agua caliente a temperaturas de 45 a 48 °C durante 10 minutos; se aplica en sorgo, arroz y algunas gramíneas forrajeras.
- b. Temperaturas bajas (cerca del punto de congelación); se recomiendan para trigo y arroz.
- c. Alcohol etílico a 57%, durante 10 minutos, se aplica en alfalfa.

Polinización sin emasculación: Procedimiento efectivo en plantas incompatibles (muchas forrajeras) y en autoestériles, las cuales no necesitan emascularse para producir plantas híbridas. Se usa en investigación y en producción de híbridos comerciales (por ejemplo, cebada).

Esterilidad masculina genética y citoplasmática. Se usa en Investigación y en producción de híbridos comerciales (maíz, sorgo, etc.).

Al fin de realizar con éxito la emasculación es importante conocer el momento adecuado, ya que si se retrasa, se derrama el polen y puede causar autofecundación. Si se adelanta, se tienen problemas para eliminar las anteras y se, puede mutilar el pistilo.

Después de la emasculación, las, flores se cubren con bolsas de papel encerado (glassines) para protegerlas del polen extraño.

3.24 Prácticas de polinización

La polinización debe efectuarse cuando el estigma sea receptivo; esto puede reconocerse por la apertura de las flores y el completo desarrollo del estigma. En algunas especies las polinizaciones pueden hacerse el mismo día de la emasculación de la flor (por ejemplo, soya, tabaco, algodón, etc.); en otras, se retrasa de 1 a 3 días; esto depende de los fenómenos de protandria (maduración de las anteras antes que los pistilos) y protoginia (maduración de los estigmas antes que las anteras) (Luna, 2006).

La polinización se efectúa colectando anteras maduras y esparciendo el polen sobre el estigma receptivo. El tiempo que el polen permanece viable es muy variable; depende de la especie de que se trate, del ambiente y de otros factores. Por ejemplo:

- a. En altas temperaturas, el polen permanece viable sólo unos minutos (trigo y avena) o unas cuantas horas (de 3 a 4 para el maíz).
- b. En óptimas condiciones el polen puede durar de 6 a 10 días (maíz y caña de azúcar).
- c. El polen de la palma datilera ha permanecido viable hasta por 10 años.

En general, la viabilidad del polen puede conservarse a bajas temperaturas y humedad relativa alta.

Por otra parte, como la floración de la mayoría de las plantas ocurre por la mañana, se procede a recolectar polen y a efectuar las polinizaciones inmediatamente (maíz), a fin de

lograr mayores éxitos; sin embargo, en otras plantas (avena) es mejor por las tardes; en días calurosos y brillantes se tiene también mayor éxito.

En forma experimental, las polinizaciones de la mayoría de las especies se realizan a mano, pero hay algunas en las que se utilizan insectos como polinizadores; por ejemplo, en alfalfa y trébol rojo. Para la formación de híbridos comerciales en grandes volúmenes se usan lotes aislados donde no haya contaminación de otro polen; tal es el caso del maíz y sorgo, donde se usa el desespigamiento o las líneas androestériles.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Descripción del lugar.

El trabajo se realizó en los invernaderos de la empresa Procesos Agroindustriales S.A. con vocación agroexportadora ubicada en el departamento de Ica, Perú S.A a 300 Kms. Al sur de lima, en el Km 291 Panamericana Sur, en el Fundo Qolca, que se encuentra a una altura de 406 msnm, con temperatura máxima de 27°C y mínima de 9°C, precipitación promedio de 750 mm, 14° 04' 00" latitud sur 7.5°43'.24" latitud oeste (Guillén, 2011, conversación personal).

4.2 Metodología

4.2.1 .Manejo del experimento.

El área del experimento se realizó en un invernadero con un área de 1.1 hectárea, relativo a 1.56 manzanas, con 46 surcos y 136 plantas por surco, de los que 17 pertenecían a la variedad T1 4548 TOF y 29 a la variedad T2 4555 TOF en las cuales se realizaba las labores de emasculación y polinización.

- No consumir ningún tipo de alimento o bebida dentro del invernadero, no mascar chicle y evitar platicar.
- Antes de ingresar desinfectarse las manos, primero lavarse con agua clorada y luego desinfectar sus manos con alcohol.

- El personal no debe portar ningún tipo de prendas como joyería o cualquier artículo (Radios, celulares, cámaras digitales, etc.) que pueda ser portador de virus o bacterias.
- Deben cubrir su cabello con gorra, llevar su bote de alcohol y portar gabacha.
- Desinfectar sus manos con alcohol cada vez que manipule una planta.

4.3 Etapa del proceso de producción de semilla híbrida de tomate

En esta etapa se hizo todo el trabajo de campo, desde la siembra hasta la cosecha de la semilla.

Las fases de mayor importancia para esta investigación, fueron las que componen la hibridación que son: Emasculación y polinización.

Todo el trabajo de la fase de campo se desarrolló dentro de invernadero durante el tiempo de producción de tomate.

4.4 Fases del proceso de hibridación en la producción de semilla híbrida de tomate

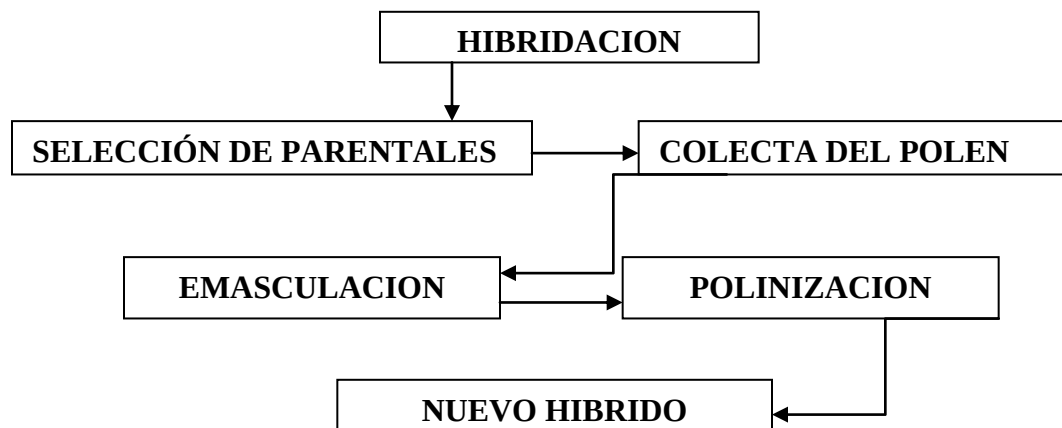


Figura 1 Fases del proceso de hibridación en la producción de semilla híbrida

Hibridación

Este proceso se realiza de manera artificial (se induce la polinización), logrando la unión sexual de los parentales. Esta fase depende de la etapa de floración del tomate. La flor del tomate es perfecta, con partes masculinas y femeninas funcionales. Las variedades cultivadas del tomate forman un cono estaminal protector que rodea estrechamente el estigma y da lugar predominantemente a la autofecundación.

Los materiales utilizados para realizar la hibridación son debidamente desinfectados con alcohol estos son:

- Las marcas plásticas
- Las manos del personal que manipula las flores a emasculación la desinfección se realiza cada vez que manipula una flor, por lo que cada emasculador debe portar un pomo (bote plástico) de alcohol para desinfectar sus manos continuamente.

Para poder realizar la hibridación deben de realizarse básicamente los siguientes pasos:

- a. Selección de parentales
- b. Recolecta de polen
- c. Emasculación
- d. Polinización

- **Selección de parentales**

En cuanto a la selección de los parentales se realiza bajo estrictas normas de privacidad y se conoce el padre que será el donador del polen maduro solamente por un código en este caso su código era T0 TOF 5885 y los códigos de la madre son T1 TOF 4555 y T2 TOF 4548 respectivamente estas madres recibieron en polen maduro del padre en sus estigmas receptivos.

- **Recolecta de polen**

La recolecta del polen se realiza en las primeras horas de la mañana exactamente a las 9:30 am debido a que en esa hora es cuando las flores están completamente abiertas y su polen se encuentra maduro, las flores deben presentar una coloración de amarillo intenso. Una vez cosechadas las flores se guardan en neveras pequeñas para evitar que sean contaminadas o expuestas a la actividad bacteriana que impera en el ambiente, luego se marca en una ficha: la hora y la fecha además del código del padre, seguidamente son transportadas al laboratorio de extracción de polen.

En el laboratorio el polen se extraen los estambres de las flores manualmente con la ayuda de una pinza, luego se guarda en un frasco plástico para luego ser secado al horno a una temperatura de 20°C después de ser secado se procede a la extracción del polen en un extractor elaborado de manera artesanal el cual tiene un tamiz que permite obtener un polen libre de impurezas.

El polen se deposita en frascos de vidrio estilo probeta debidamente marcado con su código y fecha de extracción para luego ser guardado en un refrigerador a temperatura de 5°C.

El polen se transporta al invernadero en una nevera con hielo para evitar su exposición a altas temperaturas.

- **Emasculación**

Para evitar que la flor se autofecunde es necesario suprimir los estambres antes que madure el polen. Esta operación también se conoce como castración, es realizada por mujeres por

medio de una técnica estandarizada en la empresa y se ejecuta con un apretón de las anteras con las yemas del dedo índice y anular, las flores se reconocen que están listas para ser emasculadas por la coloración que es de un tono verde claro, la experiencia favorece a detectar estas flores es importante señalar que una flor con las anteras semiabiertas o amarilla se debe decapitar ya que ha desarrollado su polen, teniendo el cuidado de no lastimar el pistilo, para que este pueda estar receptivo en el momento de la polinización (Anexo 1).

La emasculación se realiza a los botones florales antes que estos presenten una tonalidad amarilla; el grupo de polinizadoras reconocen los botones aptos para ser emasculados por su coloración y por la resistencia que presentan a ser abiertos con la yema de sus dedos. Cuando un botón ya ha producido polen, es más sencillo abrirlo y el polen es visible.

- **Polinización**

La polinización es el proceso de transferencia del polen desde los estambres hasta el estigma o parte receptiva de las flores, donde germina y fecunda los óvulos de la flor, haciendo posible la producción de semillas y frutos (Anexo 2).

La polinización se realiza aproximadamente unas 4 horas después de la emasculación.

El polen es traído del laboratorio de extracción de polen en unas neveras que contienen el polen refrigerado para que no pierda su viabilidad. Una vez teniendo el polen en su respectivo tubo capilar se procede a polinizar las flores cuyos pistilos están debidamente descubiertos y están receptivos a recibir el polen.

4.4. Parámetros evaluados.

Número de fruto trabajado

Es la cantidad total de flores emasculadas, frutos cuajados y frutos por cuajar este dato es que representa la evolución total de proceso de hibridación ya que es el máximo dato obtenido de los parámetros evaluados.

Fruto por cuajar

Este parámetro representa la evolución en su primera etapa de la hibridación ya que después que una flor es emasculada y polinizada lo que nos dice que esas fases se realizaron con mucho éxito es el nacimiento de un nuevo fruto y se considera fruto por cuajar cuando el tamaño de nuevo tomate ha alcanzado el tamaño de un grano de sorgo, el tiempo que se toma una flor al ser polinizada y llegar a fruto por cuajar es entre los 8-10 días, es por eso que es un dato muy importante para el evaluador ya que significa éxito en el proceso de hibridación.

Fruto cuajado

Para esta variable se considera que un fruto esta cuajado cuando el tamaño del fruto ha alcanzado el tamaño similar al tamaño de una canica o mable de 1.5 cm de diametro, el tiempo que se tarda el fruto en llegar a esta etapa después de emasculada y polinizada es entre los 18-22 días esta etapa es de considerable importancia ya que además de medir el éxito en la hibridación, es el anuncio de un nuevo fruto que producirá semillas que es el objetivo final del proceso.

Fruto abortado

Es de los parámetros más delicados al momento de realizar la evaluación de la hibridación es el fruto es el del fruto abortado ya que generalmente el aborto en fruto se da por que ha existido una mala práctica al momento de realizar ya sea la emasculación o la polinización, esta mala práctica consiste en la ruptura del pistilo ya que es una estructura de la flor muy débil por lo tanto se requiere de una estricta supervisión sobre el personal que realiza las fases de la hibridación ya que un alto porcentaje de fruto abortado representaría una considerable pérdida para la empresa.

Evolución de la hibridación en dos variedades.

Esta evolución la mediremos en base al tiempo transcurrido entre un parámetro y otro en el proceso de hibridación.

Tiempo de realización de la hibridación

En este parámetro cuantificaremos el tiempo transcurrido desde que se identifican los parentales hasta la obtención de la semilla híbrida

Análisis de la información.

Con el propósito de realizar una descripción comparativa de las dos variedades se utilizó la prueba de medias aplicando la herramienta estadística de la prueba T.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

Con el objetivo de determinar si existe alguna diferencia estadísticamente significativa se presenta el cuadro 2 con el promedio de las variedades de tomate de acuerdo a las categorías de fruto trabajado (frutra), fruto cuajado (frucua) y fruto por cuajar (frupocua), y si la existe explicar el porqué de las diferencias estadísticas para cada uno de los parámetros que se discuten a continuación.

Fruto trabajado

Para esta variable existieron diferencias altamente significativas (Anexo 3), para fruto trabajado en la variedad T1 4548 TOF (figura 2) el promedio fue de 42 frutos trabajados, lo que significa que existió una evolución aceptable en la variedad ya que la meta esperada era de 40 frutos trabajados, pero esta variedad fue superada por la variedad T2 4555 TOF que fue de 45 frutos trabajados (cuadro 2), lo que significa que es más precoz.

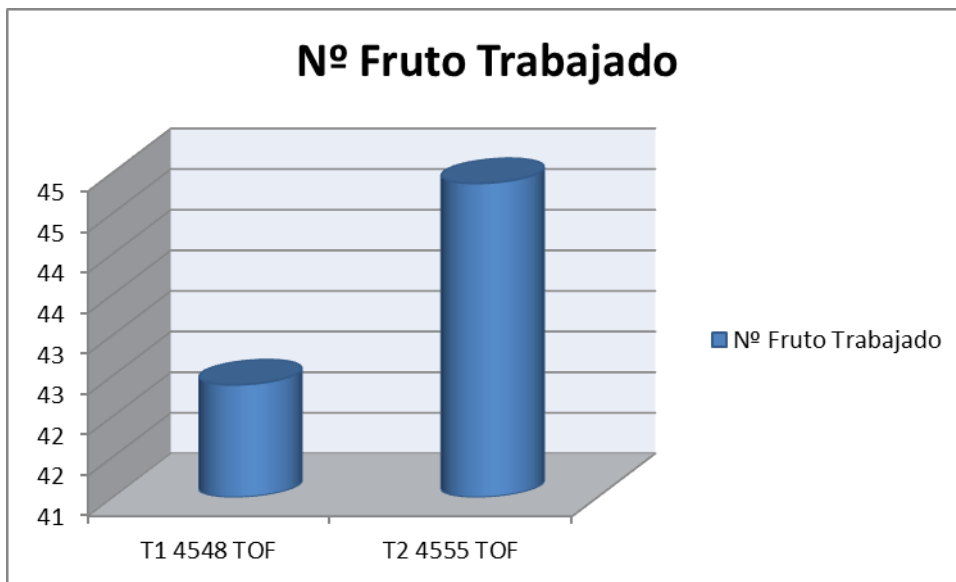


Figura 2 Representación de fruto trabajado

Fruto cuajado

El comportamiento de este parámetro demostró que existieron diferencias significativas (Anexo 3.) pero en cuanto al fruto cuajado en la variedad T1 4548 TOF fue de 19, pero en este parámetro la variedad T2 4555 TOF fue de 20 (figura 3) demostrando en este aspecto que es una variedad superior en cuanto a producción.

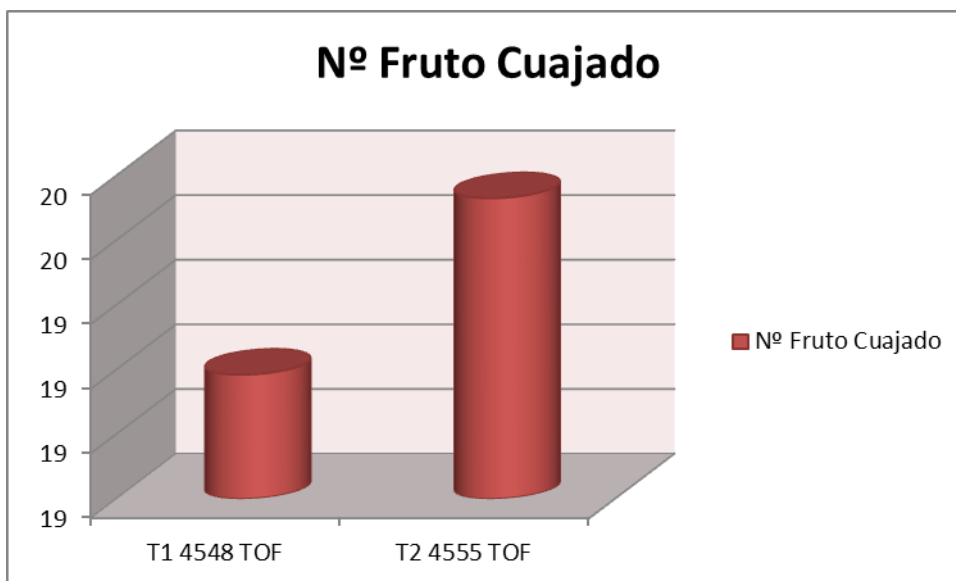


Figura 3.Comportamiento del fruto cuajado en los tratamientos.

5.1 Evolución del proceso de las dos variedades híbridadas

Después del proceso de hibridación que consistió en la evaluación de 46 surcos de 131 plantas,(cuadro 2), se seleccionaban 10 plantas continuas, intercalando el surco de la siguiente manera: adelante, intermedio y atrás, esto se hizo de manera que todas las plantas tuvieran la misma oportunidad de ser elegidas y se evaluaban los parámetros número de frutos trabajados, fruto cuajado, fruto por cuajar, fruto abortado, numero de ramas por planta.

Cuadro 2 Resumen de la comparación de la hibridación en dos variedades

Ver Cuadros 4 y 5. Para resultados de las hojas de evaluación.

Numero de Surcos	Tipo de Variedad	Nº Fruto Trabajado	Nº Fruto Cuajado	Nº Fruto Por cuajar	Nº Fruto Abortado	Nº de ramas Por plantas	OBSERVACION
17	T1 4548 TOF	42	19	23	0	2	
29	T2 4555 TOF	45	20	25	0	2	

Fruto por cuajar

En lo que se refiere a fruto por cuajar la variedad T2 4555 TOF supero a la T1 ya que la T2 registro 25 frutos por cuajar y la T1 mostro 23 frutos por cuajar (cuadro 2) esto probablemente se debió a que el en algunas plantas de T2 existía un numero de ramas mayor con respecto a T1.

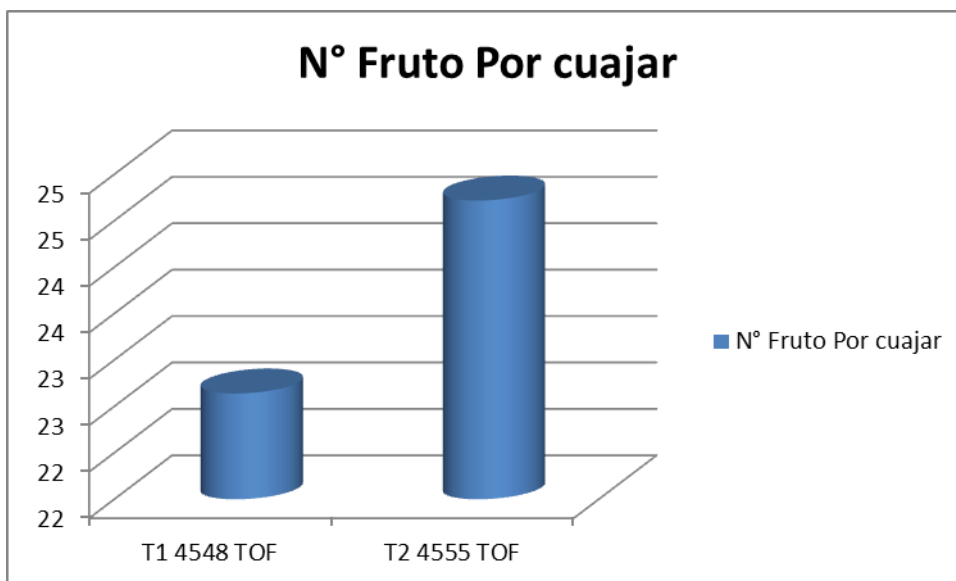


Figura 4 Relación del fruto por cuajar en las dos variedades

Fruto abortado y numero de ramas

En estos dos parámetros no existió ninguna diferencia en los promedios, ya que en ambas variedades el número de ramas como el la cantidad de fruto abortado fue igual ya que numero de ramas fue de 2 y fruto abortado cero (cuadro 2).

Tiempo de realización de la hibridación

El tiempo que se requiere en cada una de las fases del proceso hasta obtener la semilla híbrida es el siguiente: Fase de semilleros: 4 semanas, Inicio de la polinización: +6 semanas, Cosecha: semana 16 a la 20, Tratamiento y secado de semilla: 1 semana, Total: 21 semanas aproximadamente.

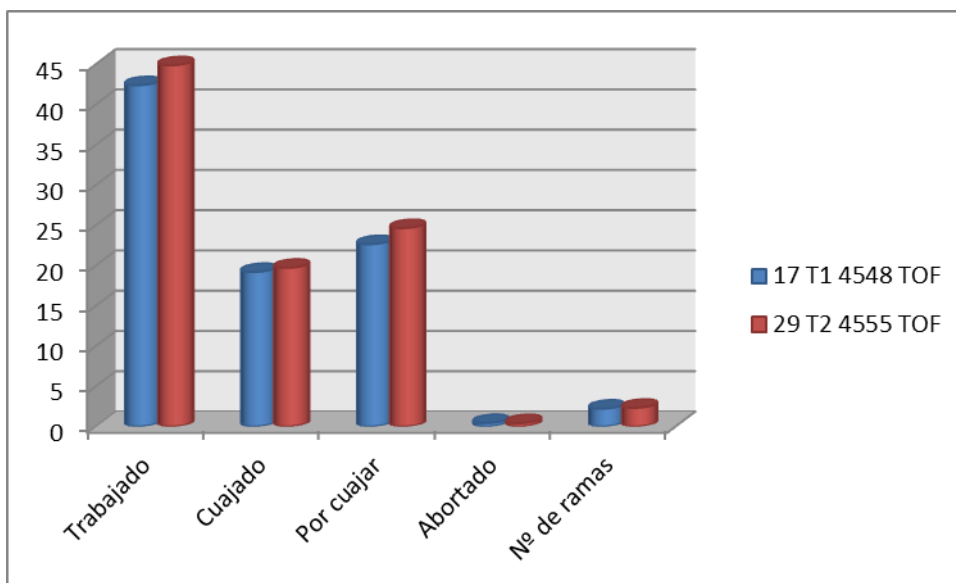


Figura 6 Parámetros de evaluación de tomate híbrido

En este gráfico (figura 2). Se puede observar en la variedad T2 4555 TOF, un mayor número de plantas trabajadas, frutos trabajados y frutos por cuajar, esto se debe probablemente a su condición genética ya que esta variedad tiene una mayor producción de

flores. En resumen se observa un mayor número de frutos trabajados y frutos por cuajar debido a que el número de flores por planta es mayor en la variedad T2 4555 TOF.

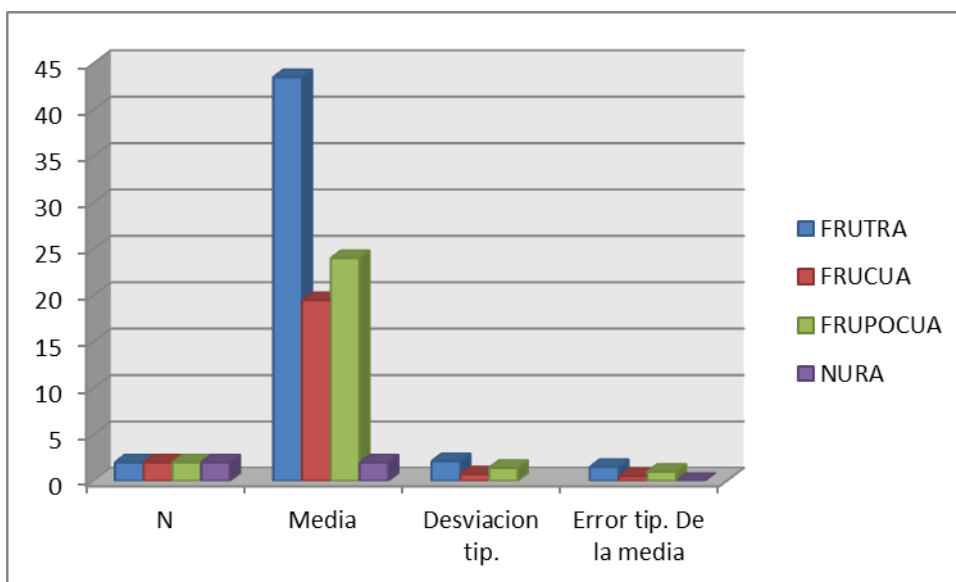


Figura 7 Evolución gráfica del proceso de Hibridación

Para las categorías de fruto trabajado (FRUTRA) ya que la T1 fue de 42 y la T2 de 45, fruto cuajado (FRUCUA) y fruto por cuajar (FRUPOCUA), existieron diferencias altamente significativas, pero en la categoría número de ramas (NURA) no existió ninguna diferencia significativa ya que según la evaluación de los promedios de ambas variedades el número de ramas es el mismo.

5.2 Evolución de la hibridación en dos variedades.

Vale la pena mencionar que los criterios de evaluación como ser: número de fruto trabajado, número de fruto cuajado, número de fruto por cuajar y número de fruto abortado tienen que ser detallados a manera que se pueda comprender que criterio técnico de evaluación se utilizó para considerarlos en la investigación.

5.3 Uso de la metodología de hibridación en la Universidad Nacional de Agricultura

Sobre el uso de la metodología empleada en la empresa Procesos Agroindustriales S.A de Ica, Perú, se puede afirmar que perfectamente se puede establecer en el campus de la Universidad Nacional de Agricultura el proceso de hibridación, ya que el equipo que utilizan no es de alta tecnología, si no de rigurosos cuidados sanitarios, una técnica de emasculación y polinización que solamente se adquiere con la experiencia, también es necesario tener un pleno conocimiento en el área de fitomejoramiento genético vegetal, por lo que resultaría beneficioso para nuestra universidad establecer un laboratorio de producción de semilla híbrida de tomate y otras hortalizas para que de esta manera los estudiantes y productores de la zona tengan los conocimientos necesarios sobre el tema de hibridación vegetal.

VI- CONCLUSIONES

Según los resultados ofrecidos por la prueba T, se puede destacar que en los materiales genéticos evaluados, para los parámetros de fruto trabajado (frutra), fruto cuajado (frucua) y fruto por cuajar (frupocua), existieron diferencias altamente significativas correspondientes al 5% de probabilidad.

La evolución de la hibridación en la variedad T1 4548 TOF es totalmente distinto a la variedad T2 4555 TOF.

El tiempo que se requiere en cada una de las fases del proceso hasta obtener la semilla híbrida es el siguiente: Fase de semilleros: 4 semanas, Inicio de la polinización: +6 semanas Cosecha: semana 16 a la 20, Tratamiento y secado de semilla: 1 semana. Para un total: de 21 semanas.

La secretividad y privacidad en los aspectos mejoradores que se busca con la producción de semilla híbrida de tomate en la empresa Procesos Agroindustriales S.A, impiden dar a conocer que aspectos fueron los que se buscaron mejorar pero el aprendizaje del proceso nos heredara una riqueza de conocimiento invaluable.

El proceso de hibridación es un proceso mecánico y estándar pero para poder ejecutarlo se necesita de experiencia, destreza y mucho cuidado sanitario, ya que se busca es obtener un nuevo material genético que pueda contribuir con las necesidades de nuestro país en el tema de materiales mejorados y resistentes a plagas y malezas.

Nuestro país gana mucho al tener personal capacitado en este tipo de técnicas ya que actualmente en todo Centroamérica el único país que realiza esta técnica es Guatemala, por lo que esperamos que la Universidad Nacional de Agricultura pueda adoptar la metodología ya que cuenta con las condiciones idóneas, y al realizarlo para nuestro país representaría un gran avance en el área genética-mejoradora de los principales cultivos hortícolas como lo es el tomate (*Lycopersicon esculentum*.)

El proceso de producción de semilla híbrida debe de realizarse bajo condiciones controladas (invernadero), esto con el objetivo de establecer un mejor control en la etapa de hibridación.

VII. RECOMENDACIONES

Para efectos académicos y considerando que la Universidad Nacional de Agricultura es una institución que crece y evoluciona constantemente resultaría muy beneficioso tanto como para los estudiantes y productores, como para la institución el establecimiento de un laboratorio de producción de semilla.

El proceso de producción de semilla híbrida se lograra optimizar, realizando pruebas comparativas a las diversas fases de dicho proceso. Siendo estas las más importantes, la emasculación, polinización y tratamiento de semillas.

Persistir en la búsqueda de nuevas investigaciones relacionadas con el mejoramiento genético vegetal, para que existan antecedentes y así fortalecer el prestigio de nuestra institución.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Allanr, R. W.1967.principios de la mejora genética. edit. Omega. S. A. Barcelona, España

Alvarado, M. E.1998. Evaluación del efecto de diferentes sustratos en la producción de plantas de tomate (*lycopersicom esculentum*) para trasplante .Tesis ingeniero agrónomo Catacamas, Olancho .Honduras .Universidad Nacional de Agricultura.27 p

Argerich C; Gaviola J. 1987. Argentina. Manual de producción de semillas hortícolas. Buenos Aires, argentina. Capítulo 4. 27-32p

El cuaderno de por qué biotecnología. 2006. Argentina. Centros de origen del cultivo. Buenos Aires, argentina. Edición 81. 12p

Escobar, LA. 1994. evaluación agronómica de materiales genéticos de tomate (*lycopersicon esculentum*) y tomatillo (*lycopersicon esculentum* var. cerasiforme) bajo las condiciones ecológicas de la aldea Sosí. Cuilco, Huehuetenango, Guatemala. Tesis ingeniero agrónomo. Guatemala, Usac. 81 p.

Esquinas J; Nuez, F. 1995. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. *in* nuez, f. (ed.). El cultivo del tomate. Madrid, España, mundi-prensa. p. 13-42.

Howell, S.H. 1998. Genética de Plantas y su desarrollo. Cambridge Univ. Press. MA., Estados Unidos.

Infoagro, 2007. Mejora genética de plantas. Disponible en http://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/mejora_genetica_plantas.htm

Innes, J., B.D. Harrison, C. J. Leaver y M.W. Bevan. 1994. The Production and Uses of Genetically Transformed Plants. Chapman & Hall. NY., Estados Unidos

Luna, F.E, 2006. Proceso de extracción y beneficiado de semilla híbrida de tomate (*lycopersicon esculentum* miller) para la exportación en la empresa de ruiter san pedro, s. a., san pedro pínula, jalapa. Tesis ingeniero agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala.

MacArthur, H; Wilson O. 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton.

Ovando, E. L, 2008. Trabajo de graduación optimización del proceso de producción de semilla híbrida de tomate (*solanum lycopersicon* l.) en invernadero, en la empresa productora de semillas gentropic seeds. Tesis ingeniero agrónomo universidad de San Carlos de Guatemala.

Paredes, W., 2007. Mejoramiento genético vegetal. Universidad nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.

Peñaloza A.P. 2001. Chile. Manual de producción de semillas de hortalizas. Valparaíso, Chile. Ediciones universitarias de Valparaíso. Capitulo I 7-38p

Tanskley S. 2008. International Society for Horticultural Science. Genetics behind those big tomatoes. Disponible en: <http://www.ishs.org/news/?p=134>

IX. ANEXOS

Anexo 1 Flor de tomate emasculada, polinizada y debidamente marcada



Anexo 2 Flor dispuesta a ser polinizada luego de ser emasculada



Procesos Agroindustriales S.A

Fundo Qolca Ica, Perú

Cuadro 4 Evaluación de la hibridación en tomate Var. T1 4548 TOF

N° Líneas O surcos	Variedad	N° Fruto Trabajado	N° Fruto Cuajado	N° Fruto Por cuajar	N° Fruto Abortado	N° de ramas por fruto	Plantas con Botritis	OBSERVACION
1	T1 4548 TOF	28	11	17	0	2		
2	T1 4548 TOF	36	14	22	0	2		
3	T1 4548 TOF	49	18	28	0	2		
4	T1 4548 TOF	48	18	27	0	2		
5	T1 4548 TOF	34	14	20	0	2		
6	T1 4548 TOF	40	16	24	0	2		
7	T1 4548 TOF	35	14	20	1	2		
8	T1 4548 TOF	35	16	17	1	2		
9	T1 4548 TOF	50	20	31	1	2		
10	T1 4548 TOF	51	19	34	0	3		
11	T1 4548 TOF	63	25	38	0	3		
12	T1 4548 TOF	66	28	41	0	4		
13	T1 4548 TOF	88	33	54	0	4		
14	T1 4548 TOF	63	22	41	0	4		
15	T1 4548 TOF	80	27	53	0	4		
16	T1 4548 TOF	90	29	61	0	4		
17	T1 4548 TOF	68	32	35	0	4		
	TOTAL	54	21	33	0	3		

Cuadro 5 Evaluación de la hibridación en tomate Var. T2 4555 TOF

Nº Líneas O surcos	Variedad	Nº Fruto Trabajado	Nº Fruto Cuajado	Nº Fruto Por cuajar	Nº Fruto Abortado	Nº de ramas por fruto	Plantas con Botritis	OBSERVACION
19	T2 4555 TOF	61	29	32	0	4		
20	T2 4555 TOF	75	52	40	0	5		
21	T2 4555 TOF	68	34	35	0	4		
22	T2 4555 TOF	55	27	28	0	4		
23	T2 4555 TOF	76	30	46	0	4		
24	T2 4555 TOF	69	29	41	0	5		
25	T2 4555 TOF	47	17	28	1	2		
26	T2 4555 TOF	26	11	13	1	2		
27	T2 4555 TOF	50	22	27	1	2		
28	T2 4555 TOF	46	20	26	0	2		
29	T2 4555 TOF	44	18	24	1	2		
30	T2 4555 TOF	43	21	22	0	2		
31	T2 4555 TOF	47	19	28	0	2		
32	T2 4555 TOF	39	19	20	0	2		
33	T2 4555 TOF	45	18	26	0	2		
34	T2 4555 TOF	41	15	23	3	2		
35	T2 4555 TOF	35	16	18	0	2		
36	T2 4555 TOF	59	27	31		3		
37	T2 4555 TOF	43	20	23		3		
38	T2 4555 TOF	47	21	23	0	2		
39	T2 4555 TOF	49	19	29	1	2		
40	T2 4555 TOF	45	20	25	0	2		
41	T2 4555 TOF	35	17	17	1	2		
42	T2 4555 TOF	42	19	23	0	2		
43	T2 4555 TOF	36	16	20	0	2		
44	T2 4555 TOF	35	17	17	0	2		
45	T2 4555 TOF	37	18	19	0	2		
46	T2 4555 TOF	41	19	22	0	2		
	TOTAL	48	22	26	0	3		

Anexo 3 Prueba de medias para las dos variedades de tomate estudiadas.

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 0					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
f rutra	29,000	1	,022	43,50000	24,4407	62,5593
f rucua	39,000	1	,016	19,50000	13,1469	25,8531
f rupocua	24,000	1	,027	24,00000	11,2938	36,7062