

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

**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 PINULA, JALAPA.**

TESIS DE GRADUACIÓN

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE
LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

FRED EDMUNDO LUNA CALDERON

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, Septiembre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Dr. ARIEL ABDERRAMÁN ORTIZ LÓPEZ
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. ALFREDO ITZEP MANUEL
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. WALTER ARNOLDO REYES SANABRIA
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. DANILO ERNESTO DARDÓN ÁVILA
VOCAL CUARTO	Br. DOUGLAS ANTONIO CASTILLO ALVAREZ
VOCAL QUINTO	Br. JOSÉ MAURICIO FRANCO ROSALES
SECRETARIO	Ing. Agr. PEDRO PELÁEZ REYES

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN PRIVADO

DECANO:	Dr. Antonio A. Sandoval S.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Franz Hentze Penados
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Gustavo Méndez
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Rodolfo Alvizúrez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Carlos Fernández

Guatemala, Septiembre de 2,006

Guatemala, Agosto de 2,006.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables Miembros:

De conformidad con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis de grado, titulado:

**“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 PINULA, JALAPA”**

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, agradezco la atención prestada a la presente.

Atentamente,

FRED EDMUNDO LUNA CALDERON

Guatemala, Agosto de 2006.

Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
Decano Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Decano:

Me dirijo a usted para manifestarle que atendiendo a mi responsabilidad como Asesor, he procedido a asesorar y revisar la tesis de grado del estudiante **FRED EDMUNDO LUNA CALDERON** carné No. 57216, titulada **“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 PINULA, JALAPA”**.

Considerando que dicho trabajo CUMPLE con los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía; por lo cual me permito comunicárselo para los efectos consiguientes.

Sin otro particular, me suscribo de usted respetuosamente,

Ing. Agr. M. Sc. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
Colegiado No. 324

Guatemala, Agosto de 2006.

Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
Decano Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Decano:

Me dirijo a usted para manifestarle que atendiendo a mi responsabilidad como Asesor, he procedido a asesorar y revisar la tesis de grado del estudiante **FRED EDMUNDO LUNA CALDERON** carné No. 57216, titulada **“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 PINULA, JALAPA”**.

Considerando que dicho trabajo CUMPLE con los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía; por lo cual me permito comunicárselo para los efectos consiguientes.

Sin otro particular, me suscribo de usted respetuosamente,

Ing. Agr. Fernando Posadas Salazar
Colegiado No. 2,670

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS **Quien ha tenido misericordia de mi durante todos los días de mi vida y quien me ha llenado de su amor y bendiciones y quien es el único que merece la gloria, la honra y el honor.**

MIS PADRES **Edmundo Luna García
Magdalena Calderón de Luna**

Sintiéndome privilegiado y bendecido de tener a los mejores padres, a quienes quiero seguir honrando y bendiciendo por el resto de mis días.

MI ESPOSA **Mayra Renee Vega Orellana de Luna**

Quien ha sido, es y será para mí el mejor regalo que Dios me ha dado. “Mayrucks”: Gracias por el incondicional amor, apoyo y motivación y porque junto a ti continúo pasando los años más maravillosos de mi vida.

MIS HIJOS **Fred Edmundo Luna Vega
José Alejandro Luna Vega
Pedro Rodrigo Luna Vega**

Perlas que el Señor ha puesto en mi corona y quienes vinieron a dar alegría a nuestro hogar y quienes me han dado el privilegio de ser su padre y amigo.

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios por darme la dirección a seguir y permitirme alcanzar esta meta.

Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos de Guatemala. Gracias por la formación profesional y humana, mi eterna gratitud.

Mis Asesores, Ing. Agr. *M. Sc.* Manuel de Jesús Martínez Ovalle, Ing. Agr. *M. Sc.* Ramiro López e Ing. Agr. Fernando Posadas; por el apoyo y asesoría en la presente investigación.

Índice General

Contenido	Página
Índice General.....	i
Índice de Figuras.....	ii
Índice de cuadros.....	ii
Resumen.....	iii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
3. MARCO TEÓRICO.....	3
3.1. MARCO CONCEPTUAL.....	3
3.1.1 Clasificación botánica del tomate.....	3
3.1.2 Descripción botánica y morfológica del tomate.....	3
3.1.2.1 Porte	3
3.1.2.2 Raíz	4
3.1.2.3 Tallo	4
3.1.2.4 Hojas	4
3.1.2.5 Inflorescencia.....	5
3.1.2.6 Polinización.....	5
3.1.2.7 Fruto	6
3.1.3 Origen, reseña histórica y domesticación del tomate.....	6
3.1.4 Consecuencias de la domesticación del tomate.....	8
3.1.5 Algunas referencias sobre el tomate en Guatemala.....	9
3.1.6 Importancia del cultivo del tomate en Guatemala y el mundo.....	10
3.1.6.1 Importancia económica y nutricional.....	10
3.1.6.2 Producción de tomate en Guatemala.....	12
3.1.6.3 Importación y exportación de tomate en Guatemala.....	13
3.1.7 Historia del mejoramiento genético en el cultivo de tomate para uso industrial.....	14
3.1.8 Genética del tomate.....	14
3.2. MARCO REFERENCIAL.....	15
3.2.1 Localización y descripción de la Empresa De Ruiters San Pedro S. A.	15
3.2.2 Límites.....	15
3.2.3 Zonificación Ecológica.....	16
4. OBJETIVOS.....	17
4.1. Objetivo general.....	17
4.2. Objetivos específicos.....	17
5. METODOLOGÍA.....	18
5.1. Fase de gabinete.....	18
5.2. Fase de campo.....	18
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
6.1. Cosecha de frutos de tomate para producción de semilla.....	19
6.2. Extracción de semillas y eliminación de mucílago.....	21
6.3. Secado y empacado de semillas de tomate para exportación.....	28
7. CONCLUSIONES.....	34
8. RECOMENDACIONES.....	35
9. BIBLIOGRAFÍA.....	36
ANEXO 1.....	38
ANEXO 2.....	39

ANEXO 3.....	40
ANEXO 4.....	41
ANEXO 5.....	42
ANEXO 6.....	43

Índice de Figuras

Contenido	Página
Figura 1 Inicio del proceso de extracción de la semilla de tomate.....	21
Figura 2 Forma correcta de colocar la etiqueta, con la información de lote, Variedad y fecha de corte.....	22
Figura 3 Maquina extractora de semilla.	22
Figura 4 Pulpa de tomate en reposo con jugo de tomate fermentado.....	24
Figura 5 División de la pulpa en volúmenes de 15 litros, para facilitar el lavado de la semilla.....	25
Figura 6 Solución 1:1 de extracto de pulpa:agua.	25
Figura 7 Adición de ácido clorhídrico a la semilla, utilizando equipo para la aplicación segura del mismo (guantes, mascarilla y botas de hule).	26
Figura 8 Utilización de agua a presión para desprender restos de mucílago de la semilla.	26
Figura 9 Eliminación de la pulpa y mucílago, mediante separación en agua.....	27
Figura 10 Colocación de la semilla lavada en bolsas de tela calada con su respectiva etiqueta.	28
Figura 11 Centrifugación de la semilla, para eliminar exceso de agua.	29
Figura 12 Secado de la semilla.	29
Figura 13 Producto final del proceso de secado y etiquetado de la semilla de tomate con fines de exportación.	32

Índice de cuadros

Contenido	Página
Cuadro 1. Producción mundial de tomates. Media anual en miles de toneladas (Anuarios FAO de producción 1979-1993)	10
Cuadro 2. Consumo diario medio estimado de tomates en gramos por habitante (Cifras sobre producción y población, Anuarios FAO de producción 1979-1993).	11
Cuadro 3. Área cosechada y rendimiento promedio de tomate en Guatemala.	12
Cuadro 4. Importación y exportación de tomate en Guatemala, durante los años 1984 a 1999.	13

**“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 PINULA, JALAPA”**

**“PROCESS OF EXTRACTION AND BENEFICIARY OF HYBRID SEED OF TOMATO
(*Lycopersicon esculentum* Miller) FOR THE EXPORT IN THE COMPANY DE RUITER SAN
PEDRO, S. A., SAN PEDRO PINULA, JALAPA”**

RESUMEN

El tomate *Lycopersicon sculentum* Miller, es una de las hortalizas con mayor área cultivada en Guatemala. El presente documento describe el proceso de beneficiado y procesamiento de la semilla híbrida de tomate llevado a cabo en las instalaciones de la Finca Agua Zarca.

La tendencia actual con el cultivo del tomate es a incrementar las áreas de producción, debido a que se logro la admisibilidad de chile pimiento (*Capsicum anuum*) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Millar) a los Estados Unidos. Esto ha sido aprovechado por empresas productoras de semillas como De Ruiters; de origen holandés.

Elaborar un manual para el proceso de extracción y beneficiado de semilla de tomate *Lycopersicon esculentum* Miller, es importante, ya que el mismo no solo es de utilidad para este producto agrícola, sino puede ser adaptado para otros que tengan potencial de exportación.

Para la obtención de los resultados se realizaron actividades de gabinete y de campo, siendo parte fundamental de los resultados las experiencias obtenidas en la practica de varios años en la producción de semillas. Dentro de los las conclusiones mas importantes se tiene que el punto critico en la cosecha de las variedades de tomate con fines de exportación de semillas, esta en un adecuado sistema de registros y controles al momento de la cosecha, lo cual permite asegurar la calidad de la semilla y al mismo tiempo estar en la capacidad de competir con otros productores a nivel mundial.

Por ultimo se recomienda realizar descripciones de otros procesos de producción de semillas de cultivos, pues es una actividad que ya se realiza en el país y que es desconocida, siendo una actividad promisoriosa, ante la firma de tratados de libre comercio.

1. INTRODUCCIÓN

El tomate *Lycopersicon sculentum* Miller, es una de las hortalizas con mayor área cultivada en Guatemala. De acuerdo con la Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala (FASAGUA), dicho cultivo juega un papel importante en la generación de ingresos de muchos agricultores en diversas regiones del país. De acuerdo a algunos datos el tomate es la hortaliza de mayor consumo en nuestro país, al ser empleado como fuente de alimento y condimento en las comidas de los guatemaltecos; cultivándose alrededor de 7,000 hectáreas y generando 15,000 empleos directos.

En el mundo se cultivan cada vez más híbridos de tomate, tanto bajo condiciones de campo abierto como de cultivo protegido (invernaderos o casas malla). Dichos materiales ofrecen una alta productividad y adaptación a las condiciones abióticas de estrés; otros presentan tolerancia a enfermedades producidas por patógenos como *Phytophthora infestans* y los geminivirus.

Guatemala, por su condición de país tropical y su diversidad de zonas climáticas, aunado a la presencia de ventajas competitivas como un menor costo de la mano de obra, resulta un nicho atractivo a las empresas que se dedican a la producción de semillas híbridas de hortalizas. Una de las empresas que actualmente se dedican a la producción de semillas en Guatemala es De Ruitter, compañía de origen y capital holandés. La empresa De Ruitter San Pedro, S.A. esta ubicada en la Aldea Agua Zarca, ubicada al sur del municipio de San Pedro Pinula, Jalapa. El proyecto fue diseñado para la producción de semillas híbridas de hortalizas como tomate, chile pimiento, melón, berenjena y pepino, para lo cual se cuenta con metodologías y equipo especial para cada una de las actividades. Se estima que la empresa producirá anualmente 1300 kg de semilla, la cual el 100% será exportada a Holanda.

El presente documento pretende describir el proceso de beneficiado y procesamiento de la semilla híbrida de tomate llevado a cabo en las instalaciones de la Finca Agua Zarca.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con la entrada en vigencia del Tratado de Libre Comercio (TLC); el sector agrícola tiende a cobrar un mayor interés en la economía nacional. Uno de los productos que sobresale en dicho escenario es el tomate *Lycopersicon esculentum* Miller; debido a que es uno de los productos hortícolas de mayor importancia en el país, ya que se cultiva en todos los departamentos y su consumo interno es alto. El volumen de producción tradicionalmente fluctúa durante el año, dependiendo del volumen de la oferta y factores como daños a plantaciones por factores climáticos o plagas como la mosca blanca *Bemisia tabaci* o el tizón tardío *Phytophthora infestans*. La tendencia actual con el cultivo del tomate es a incrementar las áreas de producción, debido a que se negoció el ingreso de chile pimiento *Capsicum annuum* y tomate a los Estados Unidos. Sin embargo deben cumplirse con protocolos de exportación, sobre todo debido a que en nuestro país existe una plaga cuarentenada como lo es la mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata*.

Una de las ventajas que posee nuestro país es la diversidad climática existente y el relativo bajo costo de la mano de obra. Esto ha sido aprovechado por empresas productoras de semillas de flores como Goldsmith Seeds Inc., de Estados Unidos y empresas productoras de semillas de hortalizas como Bejo Zaden de Holanda. Adicionalmente en los últimos años se han incorporado otras empresas productoras de semillas de hortalizas como Rijk Zwaan y De Ruiters; ambas de origen holandés. El presente documento presenta los protocolos de cosecha, extracción y beneficiado de semilla de tomate híbrido de la última en mención; con el afán de presentar a los lectores una visión del estricto control que debe llevarse dentro de los procesos de producción de semillas de calidad, los cuales son realizados por manos y mentes guatemaltecas, apegados a estándares establecidos. Esto nos hace reflexionar de la gran riqueza de recursos tanto naturales como intelectuales que posee nuestro país, el cual es reconocido a nivel internacional.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Clasificación botánica del tomate

De acuerdo con el sistema de clasificación botánico vigente, el tomate se encuentra ubicado en las siguientes categorías:

Reino	<i>Plantae</i>
Sub-Reino	<i>Embryobionta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Sub-Clase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Solanales</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Género	<i>Lycopersicon</i>
Especie	<i>Lycopersicon esculentum</i> Miller.

3.1.2 Descripción botánica y morfológica del tomate

El tomate es una de las plantas de los trópicos americanos que ha alcanzado su mayor importancia y desarrollo fuera de su área de origen y fuera de los trópicos. En las últimas décadas la introducción a América tropical de los cultivares mejorados en Estados Unidos y Europa, en particular de los tipos híbridos, ha ido eliminando los cultivares nativos, de calidad inferior.

3.1.2.1 Porte La especie *Lycopersicon esculentum* Miller contiene cultivares de porte erecto o rastrero, a menudo reducido en cultivo a un solo tallo; el eje central de la planta y sus ramas son de crecimiento monopodial y llevan en el ápice una yema vegetativa, de modo que crecen

indeterminadamente. En el tallo y ramas, de las yemas axilares brotan hojas e inflorescencias; la norma es que entre dos inflorescencias se hayan generalmente tres hojas. En algunos casos una ramilla florífera se continua en el ápice y forma hojas. Una norma de crecimiento distinta a la anterior se debe a un gene recesivo que afecta el crecimiento del tallo y las ramas al emitir una inflorescencia terminal o sea que el crecimiento es determinado y hay un número menor de hojas entre dos inflorescencias.

3.1.2.2 Raíz El sistema radicular consiste en una raíz principal de la que salen raíces laterales y fibrosas, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 1.5 metros. En el cultivo, sin embargo, las labores de transplantes destruyen la raíz principal y lo más común es que presente una masa irregular de raíces fibrosas. Es muy frecuente la formación de raíces adventicias en los nudos inferiores de las ramas principales.

3.1.2.3 Tallo El tallo del tomate es herbáceo, aunque tiende a lignificarse en las plantas viejas. En corte transversal aparece más o menos circular, con ángulos o esquinas; en las ramas jóvenes es triangular. La epidermis se forma en una capa de células, las que a menudo tienen pelos largos. Debajo hay una zona de colénquima de dos a cinco células de espesor. Que es mas gruesa en las esquinas y que constituye el mayor sostén del tallo. Sigue luego la región cortical con cinco a 10 capas de parénquima, de células grandes con muchos espacios intercelulares finalmente el cilindro vascular se compone de afuera hacia adentro de floema, en bandas aisladas o unidas por conexiones delgadas, y xilema que forma un tejido continuo. La médula, que ocupa gran parte del tallo, tiene hacia la parte externa cordones de fibra del periciclo anterior.

3.1.2.4 Hojas La forma de las hojas del tomate es muy variable y depende en gran parte de condiciones ambientales. La lámina está dividida en dos a 12 pares de segmentos o folíolos de

diferente tamaño: Con frecuencia entre dos pares de foliolos grandes hay uno a tres pares más pequeños, en todo ello los bordes son muy recortados. En las hojas como en los tallos jóvenes, hay abundante pubescencia. Los pelos pueden ser largos y agudos o de base corta terminando en una esferita de varias células.

3.1.2.5 Inflorescencia La inflorescencia más corriente es una cima racemosa, generalmente simple en la parte inferior de la planta y más ramificada en la superior. Las flores tienen un pedúnculo corto y curvo hacia abajo, por lo que asumen una posición pendiente, el pedúnculo presenta al centro un engrosamiento que corresponde a la superficie de abscisión y es muy corriente en esta especie que un gran número de flores caiga prematuramente. El cáliz verde y persistente se forma de un disco corto, terminando en cinco a 10 sépalos agudos, verdes, muy pubescentes en el lado externo. La corola amarillo verdosa tiene cinco o más pétalos, seis por lo común en los cultivos comerciales, que forman un tubo corto en la base y se abren en un solo plano, con el ápice doblado hacia fuera cuando la flor está completamente abierta. Los estambres, 5 a 10 en cada flor, forman una columna irregular, con las anteras verticales y unidas, de unos cinco centímetros de largo. El pistilo está constituido por un ovario de varias celdas y un estilo largo, que sobresale apenas de las anteras y termina en un estigma achatado.

3.1.2.6 Polinización Las flores en un racimo se abren simultáneamente, de modo que siempre hay botones flores y frutos en la misma ramilla. La antesis ocurre por lo común en las mañanas y 24 horas después se inicia la salida del polen. Este aparece en el lado interno de las anteras y, por la posición pendiente de la flor, cae directamente sobre la superficie de los estigmas. La auto polinización es la norma en los tomates cultivados. La polinización cruzada debido a insectos ocurre en un cinco por ciento (Escobar, 1994).

3.1.2.7 Fruto El fruto es una baya de forma muy variada. En los principales cultivos comerciales es oblada (aplanada con rebordes longitudinales o lisa; hay también elipsoidales y piriformes. En los tomates-malezas predominan los frutos esféricos. El número de celdas en los frutos de los tomates silvestres es de dos . En los cultivares comerciales seleccionados por el mayor número de tabiques y su grosor, es corriente encontrar de 5 a 10 celdas (Escobar, 1994).

3.1.3 Origen, reseña histórica y domesticación del tomate

Nuez (1996), indica que el centro de origen del género *Lycopersicon* está detectado a lo largo de una franja que abarca desde la cordillera andina hasta la costa occidental sudamericana, desde el Sur de Ecuador, hasta el norte de Chile. Dicho de otro modo el tomate proviene de la zona andina llamada así por Vavilov.

McConnell (2000), resalta que a través de marcadores moleculares se determinó que el tomate descende de una especie silvestre que aún crece en los valles costeros de América del Sur. En algún momento del insondable pasado, esta planta rastrera se abrió camino hacia el norte hasta llegar a México. Aunque sus hojas son venenosas (pertenece a la familia de las solanáceas, que incluye al tóxico beleño y a la letal belladona), algún audaz aborigen mesoamericano se percató que el fruto era comestible.

Los conquistadores españoles encontraron en América muchas variedades de tomate, como el rojo (llamado jitomate en algunas partes de México), el verde o de cáscara, y el amarillo o costomate. El cultivo y el uso culinario del tomate se extendieron a los enclaves ibéricos de Italia, África del Norte y el Oriente Medio.

La domesticación de un cultivo es el proceso por medio del cual el hombre ha obtenido o ha manipulado a través de selección para satisfacer sus necesidades, extrayéndolos de su estado nativo. En relación con el origen y domesticación del tomate a juicio de Nuez (1996) algunos

puntos aparecen oscuros, tales como su aparecimiento en la región Mesoamericana, en donde mejoró su tamaño de fruto, especialmente en México.

Los actuales tomates, se obtuvieron de la domesticación de la forma silvestre (*Lycopersicon esculentum*) var. *Ceraciforme*, que crece de forma espontánea en América Tropical y Sub Tropical. Los estudios sobre la variabilidad genética en el tomate y especies relacionadas apoyan esta consideración, mostrando la afinidad genética existente entre el tomate cultivado y la variedad *Cerasiforme* (Nuez, 1996).

Según Azurdia, *et. al.* (1986), la variedad *Cerasiforme*, se encuentra en la Región Sur-occidental del país, así como en el Oriente específicamente en Zacapa y Chiquimula, por lo que por migración o por otro medio esta especie se encuentra en Guatemala y posiblemente en otros departamentos del país como Santa Rosa, El Progreso, Petén, Jalapa, Jutiapa, Baja y Alta Verapaz, Sololá y Huehuetenango.

Nuez (1996) considera que la inconsistencia de las pruebas encontradas, a favor de Perú, unido a la acumulación de evidencia a favor de México, apunta a esta última como el área más probable de domesticación del tomate, a pesar de la distribución del género en Sudamérica. A continuación se consideran algunas pruebas:

1. Los datos arqueológicos no favorecen a ninguna región en particular.
2. No se conoce denominación para el tomate en ninguna de las lenguas andinas. El vocablo "tomate" introducida en lengua castellana en 1532 para la denominación de esta hortaliza deriva de la expresión náhuatl "Tomatl".
3. El tomate estaba integrado a la cultura Azteca, y en otros pueblos de la zona Mesoamericana.

La domesticación entonces señala a México como el centro, pero al mismo tiempo, considera la zona Mesoamericana sin que existan estudios que afirmen tal consideración, pero que de algún modo deja la hipótesis que en Guatemala daba su proximidad con México

especialmente la región Sur-Occidental existan materiales de tomate domesticados, ya que por esta vía, se establecieron las rutas en la época de la conquista.

3.1.4 Consecuencias de la domesticación del tomate

La aceptación generalizada de *Lycopersicon esculentum* var. *Cerasiforme*, como ancestro silvestre del tomate cultivado implica el desplazamiento de esta especie desde su centro de origen, hasta Meso América, para ser conocida por los indios Mexicanos (Nuez, 1996). Lo anterior considera, que fue posible que en ese desplazamiento esta especie fuera cultivada en los países centroamericanos y para el caso de este estudio, en Guatemala (Otzoy, 2000).

Los estudios sobre la variabilidad genética existente en la especie *Lycopersicon esculentum*, ponen de manifiesto los polimorfismos de las formas silvestres y cultivadas de tomate de la zona Andina frente al monomorfismo encontrado en las líneas mesoamericanas (Nuez, 1996). Esta situación es consecuencia de acontecimientos ocurridos antes durante y tras la domesticación.

En primer lugar, fue de gran importancia la actuación de la selección natural, durante el proceso migratorio del ancestro silvestre hacia el área de MesoAmérica, la selección artificial a favor de tipos deseados durante el proceso de domesticación y la fijación de estos tipos debido a la autogamia de la especie (Nuez 1996).

Al mencionar Nuez, que en el proceso migratorio del ancestro silvestre hacia el área Mesoamericana, fue de gran importancia la selección natural, es necesario aclarar que esta selección fue, sobre el tamaño del fruto, surgiendo una pregunta ¿Puede una selección natural seleccionarse para agrandamiento del fruto? (Otzoy 2000).

A este respecto Nuez (1996), parece contradecirse al mencionar que el tamaño del fruto no es una causa de poliploidía y que el tamaño del fruto es un carácter poligénico y que esta situación, pudo darse a una combinación fortuita de genes favorables en una genoma diploide

acompañado de la observación y selección de los mejores tipos por parte de los agricultores. Otzoy (2000) agrega que si no es la causa la poliploidía una combinación al azar de genes poligénicos, de causas naturales podría ser muy remota.

Sin duda alguna fueron los agricultores (etnias) que tuvieron que realizar la selección, siendo un proceso artificial. Así Ayala (1999), reporta el uso de tomate cereza en las etnias precolombinas lo que confirma el uso y manejo de los antiguos agricultores de la región.

3.1.5 Algunas referencias sobre el tomate en Guatemala

Ayala (1999), presenta al tomate como una planta nativa cultivada de Guatemala indicando que este se encuentra en el país como cultivo primitivo y que existen congéneres silvestres de esto. Tal es el caso de la variedad Cerasiforme, afirmando además que existe conservación de tomate guatemalteco en el CATIE (Centro Agronómico Tropical, Costa Rica) y en la Universidad de California, Davis, Estados Unidos no especificando la procedencia específica de dicha recolección. Estos cultivos nativos, que es así como lo clasifica Ayala (1999), al tomate, se encuentra en el país, entre altitudes de 0 a 2100, metros sobre el nivel del mar con una alta erosión genética.

Ayala (1996) citando a Bukasov, señala que Bukasov en 1930 recorrió Guatemala y observó que existían una serie de variedades que solo eran conocidas localmente. Así mismo citando a Azurdia et al.; continua mencionando que *Lycopersicon esculentum* presenta en el país variabilidad básicamente en relación con la forma, tamaño y consistencia del fruto. Finalmente, menciona que la variedad Cerasiforme, conocida como “tomatillo” presenta resistencia genética a enfermedades fungosas como el llamado “tizón temprano” *Alternaria solani*, “antracnosis” *Colletotrichum phomoides* y a la enfermedad producida por el hongo *Verticillium albo-atrum*. Así también Sevilla y Holle (1995) mencionan que la variedad Cerasiforme tolera las altas

temperaturas, humedad y sequía; condiciones que se dan en las zonas de producción de tomate comercial.

Como conclusión de esta revisión, solo Azurdia (1986); reporta haber colectado y caracterizado *Lycopersicon esculentum* var. *Cerasiforme*; por lo que no se encontraron revisiones bibliográficas sobre experimentos o colectas hechas en Guatemala sobre variedades locales, y es sólo Bukasov que en 1930 mencionó de la existencia de variedades conocidas solo a nivel local (Otzoy, 2000).

3.1.6 Importancia del cultivo del tomate en Guatemala y el mundo

3.1.6.1 Importancia económica y nutricional

Según Esquinas, *et al.*; indica que el tomate es la hortaliza más importante en numerosos países y su popularidad aumenta constantemente. Por lo tanto, en la actualidad este cultivo ha adquirido importancia económica en todo el mundo. Tal como se observa en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Producción mundial de tomates. Media anual en miles de toneladas (Anuarios FAO de producción 1979-1993).

	1969-71	1979-81	1991-93
Total mundial	34.703	53.787	72.744
Países desarrollados	15.848	19.982.	25.659
Países de planificación centralizada	9.238	16.717	17.343*
Países en desarrollo	9.617	17.088	29.742

* Se incluyen los países que en los decenios anteriores tuvieron planificación centralizada.
Fuente: José Esquinas-Alcázar y Fernando Nuez Viñals, (sin fecha).

Como puede observarse, la producción de tomate a nivel mundial obtenida en los años de 1969-71, fue de 34.703 miles de toneladas, mientras que para 1991-93, se incrementó a 72.744 miles de toneladas, es decir un incremento de 38.041 miles de toneladas. Los países desarrollados es donde se produce la mayor proporción de tomate.

Cuadro 2. Consumo diario medio estimado de tomates en gramos por habitante (Cifras sobre producción y población, Anuarios FAO de producción 1979-1993).

	1969-71	1979-81	1991-93
Total mundial	26	33	36
Países desarrollados	60	70	82
Países de planificación centralizada	20	32	29
Países en desarrollo	15	21	27

Fuente: José Esquinas-Alcázar y Fernando Nuez Viñals, (sin fecha).

Como puede observarse en el cuadro 2, el consumo medio estimado de tomate en gramos por habitante a nivel mundial, obtenido a partir de 1969-71 era de 26 gramos por habitante, mientras que en 1991-93, aumentó a 36 gramos por habitante, lo que significa que hubo un incremento de 36 gramos por habitante. Siendo los países desarrollados donde el consumo diario medio estimado de tomates en gramos por habitante es alto, y en los países en desarrollo el consumo diario medio estimado de tomates gramos por habitante es bajo.

El valor nutritivo del tomate no es muy alto, de acuerdo con estudios llevados a cabo por el Dr. Allen Stevens de la Universidad de California, dicha especie ocupa el dieciseisavo lugar en concentración relativa al grupo de 10 vitaminas y minerales, entre las principales frutas y vegetales cosechadas en los Estados Unidos de Norte América. Sin embargo, su popularidad se ha extendido con sus altos porcentajes de consumo, que ha hecho de este producto uno de las mayores fuentes de vitaminas y minerales en muchos países que lo consumen (Flores, 1987). Aunque el valor nutritivo del fruto es muy variable, según el cultivar utilizado y las condiciones de cultivo, el fruto de tomate se caracteriza por su elevado contenido de vitamina C y el reducido valor calórico, debido al elevado contenido de agua. el fruto de tomate se caracteriza por su elevado contenido vitamina C y su bajo contenido en Riboflavina y Tiamina.

3.1.6.2 Producción de tomate en Guatemala

De acuerdo con los datos del Banco de Guatemala (2004), se observa una tasa media anual de crecimiento de más o menos 3.18, manteniendo una tendencia similar al Producto Interno Bruto (PIB). Tomando como punto de partida el año de 1,984; que reporta un rendimiento promedio de 16 toneladas métricas / hectárea; puede observarse que la tendencia ha sido a incrementar la eficiencia, pues ya en el año 2,001 se reporta un rendimiento promedio de 26 toneladas métricas / hectárea; esto puede observarse con mayor detalle en el cuadro 3.

Cuadro 3. Área cosechada y rendimiento promedio de tomate en Guatemala.

Año Agrícola	Área Cosechada (ha)	Producción (T.M.)	Rendimiento Promedio (T.M./ha)
1984	5,810	94,202	16
1986	6,580	102,294	16
1988	5,810	120,746	21
1990	6,020	140,704	23
1991	5,740	134,758	23
1992	5,460	138,799	25
1993	5,740	144,347	25
1994	5,740	150,125	26
1995	5,810	150,638	26
1996	5,950	154,770	26
1997	5,880	150,593	26
1998	6,090	156,489	26
1999	6,370	166,468	26
2000	6,580	174,792	27
2001	6,860	183,533	27

Fuente: Banco de Guatemala, (2004).

Como puede observarse en el cuadro cuatro, la producción de tomate en Guatemala para el año de 1984, fue de 2,076.8 quintales, mientras que la producción del año 2000 alcanzó los 3,610 quintales, lo que significó que hubo un incremento de 1,534.80 quintales debido principalmente al incremento del área cosechada en miles de manzanas.

3.1.6.3 Importación y exportación de tomate en Guatemala

A continuación se presentan los datos correspondientes a las importaciones y exportaciones de tomate que según el Banco de Guatemala (2001), se han efectuado en el país a partir de los años 1984 a 2000 tal como se observa en el cuadro 4.

Cuadro 4. Importación y exportación de tomate en Guatemala, durante los años 1984 a 1999.

Año	Importación		Exportación		
	Miles de qq. US\$	Miles de	Miles qq US\$/qq	Miles US\$	Precio
1984	N.D.	N.D.	231.2	1,648.8	7.1
1985	N.D.	N.D.	321.8	739.5	2.3
1986	N.D.	N.D.	412.6	2,032.9	4.9
1987	N.D.	N.D.	423.8	2,373.3	5.6
1988	N.D.	N.D.	281.2	1,496.3	5.3
1989	0.5	8.8	270.0	937.9	3.5
1990	7.9	303.2	618.8	14,951.7	24.2
1991	4.6	144.4	736.5	16,900.1	22.9
1992	7.1	223.7	797.7	21,986.9	27.6
1993	14.6	115.5	155.9	3,687.4	23.7
1994	6.8	44.8	2.1	12.4	5.9
1995	52.4	294.1	4.2	10.5	2.5
1996	16.7	105.4	11.5	40.6	3.5
1997	17.0	210.3	13.5	67.4	5.0
1998	5.3	44.3	112.8	1,728.6	15.3
1999	0.9	32.7	569.4	7,418.2	13.0

N.D.= No Determinado

Fuente: Banco de Guatemala, (2001).

Como puede apreciarse en el cuadro cinco, de 500 quintales de tomate importados para Guatemala en el año de 1989, la importación para el año de 1999 se ha incrementado a 900 quintales, lo cual hace una diferencia de 400 quintales equivalentes a lo que se ha importado. Guatemala se ha visto en la necesidad e importar tomate pero en pequeñas cantidades para complementar la solución al problema del bajo rendimiento y susceptibilidad de nuestros materiales a plagas y enfermedades. En cuanto a las exportaciones se refiere de 231,200 quintales de tomate exportados en el año de 1984, la exportación para el año 1999 se ha

incrementado a 569,400 quintales, lo cual hace una diferencia de 338,200 equivalente a lo que se ha exportado.

3.1.7 Historia del mejoramiento genético en el cultivo de tomate para uso industrial

Lycopersicon esculentum Miller, 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 (Jenkins, 1948; Rick, 1995). 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 (McArthur and Butler, 1938; Banerjee and Kalloo, 1989). A mediados de la década de los setenta, la mayoría de los cultivares de tomate eran usados para múltiples propósitos. En la actualidad, los cultivares mejorados o cultivares modernos, han sido desarrollados específicamente para procesamiento, consumo en fresco, para ser cultivados en condiciones de invernadero, e incluso para ser cultivados en jardines o huertos familiares.

3.1.8 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.

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Localización y descripción de la Empresa De Ruitter San Pedro S. A.

La empresa De Ruitter San Pedro, S. A. esta ubicada en la aldea Agua Zarca, del municipio de San Pedro Pinula, departamento de Jalapa. Las coordenadas de ubicación del casco de la finca son Latitud Norte $14^{\circ}38'58.9''$ y Longitud Oeste $89^{\circ}51'42.3''$; a una elevación promedio de 1,103 msnm el área donde esta ubicado el proyecto cuenta con una extensión de 45 hectáreas (64 manzanas), de las cuales actualmente se utilizan 6 hectáreas donde se ubican los invernaderos de producción.

3.2.2 Límites

La Empresa De Ruitter San Pedro, S. A. se encuentra ubicada a 3 km al suroeste de la cabecera municipal de San Pedro Pinula, por la carretera que conduce a la aldea Agua Zarca, de los cuales 1.5 km del recorrido se encuentran adoquinados y los restantes 1.5 km son de terracería; la carretera es transitable durante todo el año y cuenta con dos carriles.

3.2.3 Zonificación Ecológica

Según la clasificación de zonas de vida a nivel de reconocimiento de Guatemala basadas en el sistema de Holdridge, el área de estudio se encuentra ubicada dentro del bosque húmedo subtropical seco (bhs)(t). Agua Zarca se encuentra ubicada en las coordenadas longitud oeste 89°51'21" y latitud norte 14°38'55" y a una altitud de 1095 msnm, a 2 kilómetros del pueblo del municipio. (De la Cruz, 1982).

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Elaborar un manual para el proceso de extracción y beneficiado de semilla de tomate *Lycopersicon esculentum* Miller, con fines de exportación de acuerdo a la experiencia en la empresa De Ruitter San Pedro, S. A., ubicada en el municipio de San Pedro Pinula, Jalapa.

4.2. Objetivos específicos

- 4.2.1 Describir las etapas llevadas a cabo para la cosecha de frutos de tomate para producción de semilla.
- 4.2.2 Describir el proceso de extracción de semillas y eliminación de mucílago de las semillas de tomate.
- 4.2.3 Describir el proceso de secado y empaque de las semillas de tomate previo a su exportación.

5. METODOLOGÍA

Para la obtención de los resultados se realizaron actividades de gabinete y de campo, las actividades realizadas para la obtención de los objetivos son descritas a continuación:

5.1. Fase de gabinete

Se recopiló información bibliográfica respecto al cultivo, mejoramiento, rendimiento, transporte y comercialización del fruto de tomate y producción de semillas. Para tal efecto se revisaron publicaciones electrónicas en línea y tesis disponibles en el CEDIA de la FAUSAC.

5.2. Fase de campo

La fase de campo fue llevada a cabo en la finca Agua Zarca, San Pedro Pinula, Jalapa, lugar donde se encuentra ubicada la empresa De Ruitter San Pedro, S. A.

Fue en esta fase en que se describen las etapas llevadas a cabo para la cosecha de frutos, el proceso de extracción de semillas y eliminación de mucílago y finalmente el proceso de secado y empaque de las semillas su exportación.

En si el documento se fundamenta en la descripción de experiencias en la producción de semillas, en este caso enfocado al cultivo de tomate.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según las observaciones de campo en los invernaderos y al trabajo en la planta de procesamiento, para cada una de las variedades de tomate trabajadas por la empresa De Ruiters San Pedro, S. A. y de acuerdo a experiencias anteriores y al análisis de los procesos, se presentan los siguientes resultados.

6.1. Cosecha de frutos de tomate para producción de semilla

Durante la cosecha se deben de tener los cuidados técnico-administrativos para que exista la certeza de las variedades y calidad de tomate, con esto se logra garantizar la calidad de la semilla.

De acuerdo a la experiencia de trabajo se pueden resumir en una serie de pasos lógicos, los cuales se presentan a continuación:

1. Antes de iniciar la cosecha se debe verificar la existencia de suficientes etiquetas para el control de la variedad que se va a cosechar y la existencia también de un número adecuado de cajas y tarimas.
2. Todas las cajas y tarimas que se utilicen en la cosecha deben ser previamente desinfectadas con TSP a una concentración del 10%.
3. El personal del invernadero junto al encargado o encargada serán los responsables de revisar que no haya impurezas dentro de las cajas (semillas, residuos vegetales, etc.).
4. Preferiblemente no se deben cosechar variedades que se encuentren cultivadas una frente a otra para evitar mezclas.
5. Si se cultiva más de una variedad en un invernadero y es necesario cosecharlas al mismo tiempo, se deben distanciar las tarimas lo más que se pueda.
6. Cada persona asignada a una variedad y espacio específico dentro del invernadero es la responsable de su propia cosecha. Si las condiciones de cultivo lo permiten el o la

encargada del invernadero puede colocar mas personal de ayuda para la cosecha bajo las siguientes condiciones:

- Que las otras variedades que se estén trabajando en el invernadero no tengan ningún tipo de restricciones por enfermedades que se puedan transmitir a otras variedades por el movimiento de personal.
- Que se mantenga el orden y precauciones con el propósito de evitar errores.

7. Toda caja que será utilizada, deberá etiquetarse antes de comenzar la cosecha.
8. La o el encargado proporcionara a cada trabajador etiquetas de acuerdo a la variedad y el número de cajas que procederá a cortar y revisará que sean adheridas a las mismas.
9. La etiqueta debe adherirse a la caja preferentemente con bandas elásticas, en su defecto con otro material adecuado para el propósito.
10. Colocar hasta un total de 7 cajas una sobre otra, totalizando 42 por tarima.
11. No se debe colocar dos variedades en una misma tarima.
12. No colocar cajas de diferentes variedades una sobre otra aunque estén etiquetadas.
13. Cuando se tienen dos variedades, una junto a otra, la ultima línea de cosecha de una variedad pegada a la siguiente, debe empezarse a cortar de atrás hacia adelante cuidando de no coleccionar ningún fruto que se encuentre tirado en el suelo.
14. El o la encargada del invernadero es la responsable de verificar que la colocación de la etiqueta sea la correcta de acuerdo a la variedad y de supervisar el trasladado del producto al cuarto de envío.
15. El o la encargada debe llenar el formulario de envío hacia la bodega de proceso y es su responsabilidad hacer entrega del producto a la persona responsable del traslado.
16. La persona que traslada es producto es la responsable de entregarlo en la bodega de proceso.

17. La persona que trasladara el producto es la responsable de asegurar y proteger su carga para el traslado hacia la bodega de proceso.

6.2. Extracción de semillas y eliminación de mucílago

Los procesos de extracción de la semilla de tomate son estandarizados en la agroindustria de la empresa, producto de la experiencia, los cuales se pueden resumir en el procedimiento siguiente:

1. Después que el fruto de tomate se ha recibido en la bodega de proceso, de acuerdo a la “nota de envío” (Anexo 1), se procede a ordenar las cajas de la fruta cosechada.
2. Es importante no olvidar que antes de efectuar cualquier procedimiento en el manejo de variedades se debe revisar y etiquetar cuidadosamente las variedades con que se estará trabajando.
3. Para el proceso del tomate por medios mecánicos son necesarias la participación de dos personas. El operador de la maquina (responsable del proceso), y otra persona que le ayude, lo cual se ilustra en la figura 1.



Figura 1: Inicio del proceso de extracción de la semilla de tomate.

4. Seguidamente se deben revisar las etiquetas que indican la variedad de cada grupo en cada tarima. La correcta colocación de las etiquetas se puede observar en la figura 2.



Figura 2. Forma correcta de colocar la etiqueta, con la información de lote, Variedad y fecha de corte

5. La maquina extractora que se utiliza para el proceso de semilla de tomate debe estar completamente limpia. La marca y diseño de la maquina es variable según el mercado, así como el precio, la utilizada en la empresa se observa en la figura 3.



Figura 3. Maquina extractora de semilla.

Para la limpieza de la maquina extractora de semillas se debe seguir la hoja de instrucciones “Limpieza de la maquina extractora de semilla” (Anexo 2)

6. Se debe de identificar con el nombre de la variedad que se procesara, todos los objetos (cubetas, baldes, recipientes, etc.), que se usaran para recibir el producto ya procesado por la maquina extractora de semillas. Todos los objetos o recipientes utilizados para la recolección del producto procesado deben estar completamente limpios y desinfectados si el caso lo amerita.
7. Para iniciar el trabajo de la maquina extractora hay que saber que la faja transportadora es de velocidad variable y que se puede graduar a la velocidad que se considere adecuada de acuerdo a los requerimientos de la empresa y a las condiciones de trabajo. Que cuente con un sistema de alimentación de agua (necesaria para el proceso) el cual se pueda regular manualmente. Se debe contar además con una hoja de instrucciones “Uso de la maquina extractora de semillas” (Anexo 3), la cual se debe consultar antes de iniciar cualquier proceso.
8. Para procesar los frutos, estos se colocan intercalando espacios en la faja transportadora con el propósito de regular el flujo de frutos hacia la tolva de trituración o martillos.
9. Al pasar los frutos por los martillos y las tolvas de separación, se obtienen 3 subproductos, los cuales se clasifican en jugo, cáscara y pulpa.
10. La pulpa es el extracto de interés, pues en ella se encuentran las semillas.
11. Los recipientes en donde se recolecta la semilla son baldes plásticos de aproximadamente 60 litros de capacidad, en los cuales se recolecta un equivalente a 10 cajas de frutos.
12. A la pulpa recolectada se le adiciona fermento de tomate, el cual ha sido cultivado con anterioridad como resultado de almacenar el jugo de tomate por un espacio de 5 a 7 días.

En la adición del fermento al recipiente con semillas, se agrega 1 litro de fermento por cada 20 litros de pulpa con semilla. El fermento a adicionar debe ser colado antes de agregarlo a la pulpa. Esta actividad tiene como objetivo eliminar el mucílago de la semilla.

13. Después de agregar y mezclar el fermento con la pulpa, se deja reposar la solución (pulpa-fermento), por 24 horas (figura 4), en un ambiente con temperaturas promedio de 23°C.



Figura 4. Pulpa de tomate en reposo con jugo de tomate fermentado.

En este paso se debe llevar un registro de datos con la Forma, “Control de proceso de frutos” (Anexo 4) en donde se controla los tiempos de inicio y finalización del procesamiento de las distintas variedades.

14. Cumplidas las 24 horas de reposo, se procede a dividir la pulpa en baldes debidamente etiquetados, a cada balde se le coloca un volumen de 15 litros de pulpa (Figura 5).



Figura 5. División de la pulpa en volúmenes de 15 litros, para facilitar el lavado de la semilla.

A cada balde con 15 litros de pulpa le adicionamos 15 litros de agua limpia (Figura 6), para totalizar 30 litros de solución (pulpa-agua).



Figura 6. Solución 1:1 de extracto de pulpa:agua.

15. A los 30 litros de solución se le adiciona 485 ml de ácido clorhídrico al 37%, se mezcla uniformemente y se deja reposar por 30 minutos, tal y como se observa en la figura 7. Esto favorece la precipitación de la semilla, el desprendimiento de los restos de mucílago y la desinfección de la misma.



Figura 7. Adición de ácido clorhídrico a la semilla, utilizando equipo para la aplicación segura del mismo (guantes, mascarilla y botas de hule).

16. Seguidamente se entra al proceso de lavado de la semilla, en donde pasaba la media hora del proceso anterior, se procede a llenar los baldes con agua, tratando de quitar de la cubierta de la semilla los restos del mucílago con la presión del agua combinando movimientos circulares y diametrales tal como se observa en la figura 8.



Figura 8. Utilización de agua a presión para desprender restos de mucílago de la semilla.

17. Los desechos de pulpa y mucílago flotarán y la semilla se depositará en el fondo del balde (figura 9), procediendo a botar el agua de manera cuidadosa.



Figura 9. Eliminación de la pulpa y mucílago, mediante separación en agua.

Se procede a botar la mitad del agua del balde, sencillamente inclinándolo hacia el drenaje, en donde por flotación estaremos eliminando los materiales de la superficie. Este procedimiento de eliminación por flotación lo repetimos unas cuatro o cinco veces. Con algunas variedades puede darse el caso de que las semillas también floten. Asumiremos que estas semillas están vanas (vacías) y que no son de buena calidad, y que las semillas que se depositen en el fondo del balde son de calidad superior; sin embargo, esta regla no se cumple del todo, por lo que se debe consultar con el encargado del área de proceso o con el experto en el tema.

18. Terminado el procedimiento de limpieza; las semillas son colocadas en bolsas de tela caladas (abertura de 1 mm² aproximadamente), dentro de las cuales se coloca la etiqueta de identificación de la variedad con todos los datos necesarios, según el requerimiento del sistema de control de la bodega de proceso, tal como se observa en la figura 10.



Figura 10. Colocación de la semilla lavada en bolsas de tela calada con su respectiva etiqueta.

En cada bolsa calada se debe colocar un peso aproximado de 1.5 a 2 libras de semilla mojada.

6.3. Secado y empaclado de semillas de tomate para exportación

Todos los procesos son complementarios y en el presente documento se presentan en secuencia hasta obtener el producto final. Para el secado y empaclado final se siguen los siguientes pasos:

1. Las bolsas con la semilla aun mojada son llevadas a los cilindros metálicos (para eliminar el exceso de humedad) y se introduce a la maquina centrifugadora, por espacio de 5 hasta 10 minutos a una velocidad entre 500 y 1000 revoluciones por minuto (rpm), o como tiempo prudente, cuando ya haya expulsado el exceso de agua de las semillas. La figura 11 ilustra este paso.



Figura 11. Centrifugación de la semilla, para eliminar exceso de agua.

Es importante no colocar en la maquina centrifugadora muchas bolsas de semilla, de tal manera que la extracción de agua por este método sea eficiente.

Las bolsas deben de estar muy bien atadas, según la instrucción dada por el supervisor.

- a. Atadas con la misma bolsa.
- b. Atadas con el cáñamo.

Al terminar con el proceso de centrifugado, se pasa las semillas al proceso de secado.

2. Las bolsas con semillas son colocadas dentro de los cilindros metálicos para iniciar el proceso de secado que dura 20 horas a 24°C de temperatura y 30% de humedad relativa (Figura 12).



Figura 12. Secado de la semilla.

Al concluir el tiempo de secado se procede a sacar los cilindros de la secadora, se extraen las bolsas con semilla y se traslada la semilla a bolsas de manta debidamente etiquetadas, posteriormente se pesa el contenido.

3. Antes de iniciar el proceso de empaqueo de semilla para la exportación, se procede a verificar la existencia de:

- a. Bolsas de manta tamaño 31 X 51 cms. (7 lts. de capacidad) y 18 X 29 cms. (1.5 lts. de capacidad).
- b. Etiquetas indicadoras: de origen, de destino y de cargo.

4. Se verifican los puntos anteriores y se procede a preparar la balanza que será utilizada en el proceso de pesaje de la semilla

5. Se ordena en el mostrador de preparación todas las variedades que se va a exportar.

6. Se selecciona la bolsa de manta a utilizar y se pesa, posteriormente, se tara la balanza. El proceso de tara no es más que descontar el peso de la bolsa, sin removerla, llevando los indicadores de la pantalla de la balanza a cero.

7. Se selecciona la variedad a pesar y se coloca todas las bolsas en orden sobre el mostrador de preparación.

8. se hacen las etiquetas que llevara la bolsa de manta con los siguientes datos:

- a. Lote: el lote esta formado por el año de inicio de producción, el número de identificación y el número de corte de que es objeto la variedad. Ej.: 04-2222-52
- b. Código del lugar de producción: Ej.: 71g52 en donde 71g es la asignación dada a Guatemala y el número 52 representa el invernadero donde se encuentra ubicada la variedad.
- c. Nombre de la variedad.
- d. Fecha de Cosecha.
- e. Peso de la Semilla.
- f. Comentarios.

9. Cada bolsa con semillas llevará dos de las etiquetas descritas anteriormente, una en el interior y la otra amarrada en el exterior.
10. También se cuenta con una etiqueta adicional a las anteriores, a la que se llama etiqueta general que identifica a todas las bolsas de semilla de una misma variedad y de un mismo corte, ésta etiqueta posee adicionalmente a las anteriores dos datos: un código de barra y el número total de cajas de frutos de que fue objeto el corte.
11. Como medida de seguridad la etiqueta general se coloca en el interior de una de las bolsas de la variedad que preparamos para exportar.
12. Se procede a llenar las bolsas de manta previamente pesadas y taradas, con la semilla de la variedad seleccionada.
13. De la variedad seleccionada se toma una muestra de semilla, suficiente como para sembrar una bandeja de 105 posturas, la cual servirá posteriormente para realizar pruebas de germinación del lote semilla híbrida. Esta muestra se toma en sobres de papel previamente identificados con toda la información de la variedad.
14. Se usa como unidad de medida de peso, los gramos.
15. Se Anota el peso en las etiquetas y se colocan inmediatamente.
16. Es muy importante que las dos etiquetas que se hagan sean revisadas por el supervisor de la bodega de semillas y una segunda persona, con el propósito de evitar errores en el proceso de etiquetación.
17. Revisadas y colocadas las etiquetas en la bolsa de manta, se procede a cerrar la bolsa.
18. La bolsa de manta etiquetada se coloca en el mostrador de envío en espera de terminar todo el proceso para una misma variedad.
19. Cuando se ha terminado de embolsar una variedad se procede a reconfirmar el peso total del lote de la variedad. Pesando nuevamente todas las bolsas con semillas y finalmente

descontando el peso de las bolsas de manta. El producto a exportar es un saco debidamente etiquetado tal como se observa en la figura 13.



Figura 13. Producto final del proceso de secado y etiquetado de la semilla de tomate con fines de exportación.

20. Confirmados los datos, se procede a continuar con la siguiente variedad.
21. Cuando se va a iniciar un nuevo proceso de pesado con otra variedad, se debe tener especial cuidado de verificar que todos los mostradores se encuentren completamente limpios.
22. Finalizado el proceso de pesado se procede a realizar el “listado de empaque” (Anexo 5).
23. Para la realización del Listado de Empaque, se va colocando las bolsas de semilla en las cajas de cartón acomodando las bolsas de la mejor manera posible y anotando los datos de las etiquetas en el documento descrito.
24. Cada caja debe contener un peso entre 12,000 y 15,000 gramos de semillas.
25. En el listado de empaque se especifica el contenido de cada caja.
26. Cuando se ha terminado de llenar las cajas y finalizado el listado de empaque, se vuelve a revisar que todos los datos cuadren perfectamente.
27. Verificados los datos se procede a colocar una copia del listado de empaque en cada caja, resaltando con marcador fluorescente el documento el contenido de la misma.
28. Se cierra y se sella perfectamente las cajas con cinta adhesiva.

29. Se colocan las 3 etiquetas de envío en la parte superior de la caja y otras 3 etiquetas de envío en uno de los laterales.
30. Como medida de seguridad se coloca cinta adhesiva transparente sobre todas las etiquetas de envío.

7. CONCLUSIONES

1. El punto crítico en la cosecha de las variedades de tomate con fines de exportación de la semilla está en un adecuado sistema de registros y controles al momento de la cosecha.
2. El proceso de eliminación de mucílago de la semilla es favorecido con la utilización de enzimas propias del fruto de tomate, las cuales se obtienen fácilmente al dejar fermentar durante 7 días el jugo de tomate.
3. El proceso de secado y empaquetado de la semilla es estándar para las diferentes variedades de tomate, debiendo tener cuidado en los aspectos de limpieza del equipo, antes de iniciar un nuevo proceso.

8. RECOMENDACIONES

1. Realizar descripciones de otros procesos de producción de semillas de cultivos, ya que es una actividad que se realiza en el país y que para agrónomos es desconocida, pudiendo ser una actividad promisoriosa ante la firma de tratados de libre comercio.
2. Comparar el presente documento con otros procesos de producción de semillas a fin de poder compartir experiencias y poder ser como sector productivo cada vez mas eficiente en beneficio para el desarrollo agrícola del país.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Ayala, H. 1999. Agro diversidad de Guatemala, riqueza nativa: estrategia nacional para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Guatemala, ServiPrensa. 25 p.
2. Ayala, H. 1999. Conservando los recursos genéticos de Guatemala: estrategia nacional para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Guatemala, ServiPrensa. 39 p.
3. Azurdia, C. *et al.* 1986. Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, FAUSAC / ICTA / CIRF. 225 p.
4. Azurdia, C; Franco, E; Mejía, L. 1995. Utilidad de la biotecnología en el estudio de la biodiversidad: caso *Phaseolus*. Guatemala, Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. Boletín de Recursos Fitogenéticos no. 7.
5. BANGUAT (Banco de Guatemala, GT). 2004. Departamento de estadística económicas; informe estadístico de producción 1984 – 2001. Boletín Estadístico no. 10.
6. Escobar López, LA. 1994. Evaluación agronómica de materiales genéticos de tomate (*Lycopersicon esculentum*) y tomatillo (*Lycopersicon esculentum* var. Cerasiforme) bajo la condiciones ecológicas de la aldea Sosí, Cuilco, Huehuetenango, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 81 p.
7. Esquinas-Alcázar, 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.
8. Flores Salazar, EF. 1987. Caracterización agronómica y bromatológica de 30 materiales de tomatillo (*Lycopersicon esculentum* var. Cerasiforme (Dunal) A. Gray) nativos de Guatemala, en el valle de La Fragua, Zacapa, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 75 p.
9. McConnell, M. 2000. El tomate, de América para el mundo (en línea). , México, Selecciones del Reader's Digest. Consultado 11 abr 2006. Disponible en <http://www.selecciones.com.mx/content/21475/>
10. Nuez, F; Diez, M; Pico, B; Fernández, P. 1996. Catálogo, de semillas de tomate. Madrid, España, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria / Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación / UPV. 117 p.

11. Otzoy Rosales, MR. 2000. Proyecto de investigación de búsqueda, colecta y caracterización de tomate (*Lycopersicon esculentum*), en los departamentos de Suchitepéquez y Retalhuleu. Mazatenango, Guatemala, USAC, Centro Universitario de Sur Occidente. 117 p.
12. Simmons, C; Táran, J; Pinto, J. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

ANEXO 1
NOTA DE ENVIO



ENVIO No. _____

De invernadero no. _____

A: BODEGA DE PROCESO

Variedad: _____ Lote: _____

No. de cajas: _____ Fecha de corte: _____

Comentarios:

Enviado por: _____ Recibido por: _____

Fecha: _____

ANEXO 2



LIMPIEZA DE LA MAQUINA EXTRACTORA DE SEMILLAS

1. Al terminar de pasar la fruta de la variedad que se proceso se procede a separar la faja transportadora sin apagar las maquinas lavándolas con suficiente agua y a presión para que no queden semillas adheridas de la variedad dentro de la faja transportadora hasta que quede limpia.
2. La persona que realiza la limpieza se debe de ubicar en las escaleras de aluminio para facilitar el lavado, empezando en la parte de arriba para luego terminar en la parte de abajo.
3. Luego se procede con el lavado de la tolva donde se encuentran los martillos o la tolva recibidora de frutos haciéndolo con el cuidado correspondiente para que no quede ninguna semilla en esta parte, luego quitar los tornillos sujetadores de la tolva y agregar suficiente agua.
4. En este paso al quitar los tornillos se apagará automáticamente la maquina por seguridad de la persona que realiza el lavado por medio de sus sensores.
5. Lavamos la parte destrozadora de frutos, moviendo a mano los martillos y así quitar basuras o semillas que hayan quedado.
6. Se procede a desarmar la primer tolva donde se encuentra el cilindro o tamiz de 5 o 6mm de diámetro sacando completamente el cilindro para así lavarlo fuera de la maquina , se lava adentro de la tolva donde estaba el cilindro (criba) hasta que quede completamente limpia sin semillas, simultáneamente se desarma la pieza de donde sale la pulpa y así poder lavar y expulsar la basura que se haya acumulado.
7. Se desconectan los acoples de las conexiones del tanque que alimentan la maquina.
8. Se procede a desarmar la segunda tolva donde se encuentra el cilindro o tamiz de 1.25mm de diámetro sacando completamente el cilindro para así lavarlo fuera de la tolva, se lava adentro de la tolva donde estaba el cilindro (criba), hasta que quede completamente limpia sin semillas, simultáneamente se desarma la pieza donde sale la sopa de semillas para así proceder a eliminar cualquier basura o semilla que haya quedado en esta parte.
9. Luego se lavan las piezas que se desarmaron de la maquina para así poder limpiarlas con mas libertad fuera de la maquina asegurándonos que queden libres de cualquier basura o semillas.
10. En este momento se puede revisar minuciosamente por una segunda persona el lavado que se realizo y asegurarnos que no hayan quedado semillas dentro de la maquina o piezas que se desarmaron
11. Para mas información acudir al: MANUAL MAQUINA DE EXTRACCION (8)

TYPE 3001.10.00.4B

SERIE 21803

ANEXO 3



USO DE LA MAQUINA DE SECADO DE SEMILLAS

1. Cada vez que se va a usar asegurarse que estén bien armadas todas las partes que componen el carro donde van los cilindros y que encajen en su lugar respectivo para el buen funcionamiento del equipo.
2. Los cilindros van montados en los rodos para que roten en dirección de las agujas del reloj si se usan los 2 cilindros juntos enganchan por medio de sus tapaderas.
3. Los cilindros deben quedar bien sujetos con los 3 clips tanto en la parte inferior como en la parte superior para evitar que se salgan las semillas.
4. Las tapas donde entra el flujo de aire deben de estar abiertas siempre y cuando hayan cilindros con semillas en la sección.
5. Si no se va a usar uno de los cilindros se procede a cerrar la tapa de flujo de aire.
6. La secadora tiene la capacidad de rodar 12 cilindros en total, dividida en dos pisos con 3 secciones de rodaje en cada piso.
7. La maquina tiene por escrito la información de los programas a utilizar que se encuentran en la computadora de la oficina de proceso.
8. La maquina se debe mantener bien limpia para mejor funcionamiento de la misma fuera de (tamo) de la semilla tanto dentro de la cabina de secado como fuera de la cabina y dentro de la maquina de funcionamiento.
9. Se requiere de mantenimiento, sopleteando con aire y aspirando para evitar que acumule polvo (tamo) que se ocasionó en el secado de las semillas.
10. Es importante que se mantenga al tanto del funcionamiento en el uso de la maquina por los altos y bajos de energía eléctrica, debido a esto se detectara alarma en el sistema.
11. Para ampliar la información consultar la Documentación de la maquina Secadora Multifuncional.

ANEXO 5

LISTADO DE EMPAQUE



FORM-00582 Vs: 4 Department: P&L
Qol owner: Thomas Steenks (sitemanager production)

Form: Packing list

From: De Ruiters San Pedro
To: De Ruiters Productie CV. Department Seed Processing
Crop:
Packing list no.: **Transport by:**
Invoice no.: **Airway bill number:**
Date: **Phyto number(s):**

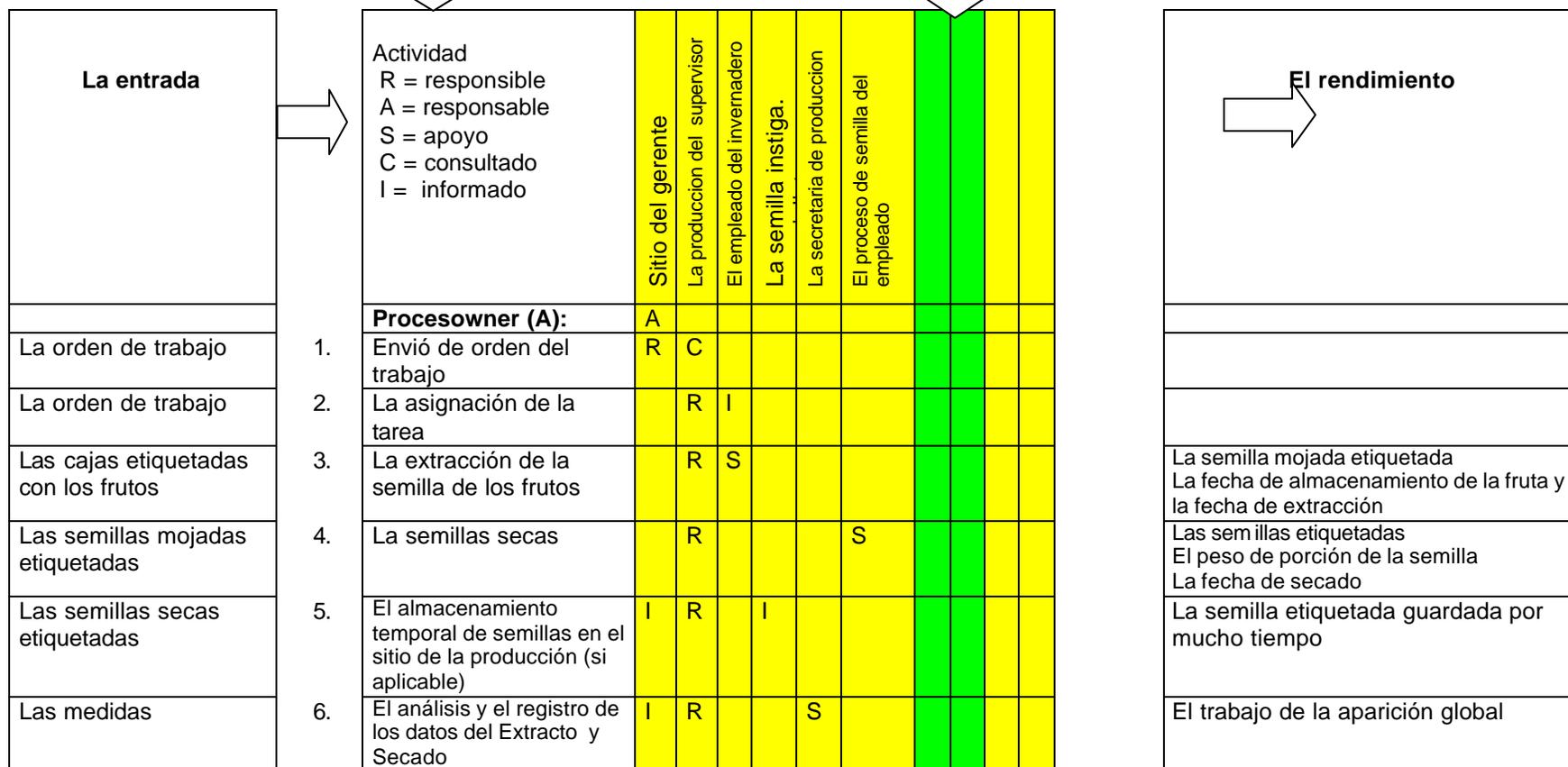
Box no.	Harvest number	Female	Male	Green-house	Harv. date	No. of Bags	Weight (gram)	Remarks (% black seeds / h fermentation / TMV/ etc..)	Last Harv.
Total							0	GRAMS	

Anexo 6
PRODUCCION Y SECADO DE SEMILLA HIBRIDA DE TOMATE (*Lycopersicon scilentum*)

Los marcos de control
Las regulaciones de Fitosanidad
El proceso de extracción y secado de semilla

Los requisitos
El secado de la semilla
Las condiciones de almacenamiento
El clima controlado del almacenamiento
Peso (Valanza)

Las medidas
A través del standard puesto control el real (finalización del secado – almacenamiento de la salida)
% de la humedad en la porción de la semilla secada contra la normal
El peso de la porción de la semilla seca



Los requisitos (donde, cuando, porque, refiérase a las instrucciones de trabajo, regulaciones) Los requisitos: Anuncio: 6. Los datos de registro y análisis por lo menos una vez pro semana. Informando al gerente por medio escrito y también en una reunión de trabajo

