

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTA DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**PROCESO DE EXTRACCIÓN Y BENEFICIADO DE SEMILLA HÍBRIDA DE
CHILE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) PARA EXPORTACIÓN EN LA
EMPRESA HFT SEEDSERVICES S.A., POTRERO CARRILLO, JALAPA**

TESIS DE GRADUACIÓN

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

POR

MAYRA RENEE VEGA ORELLANA DE LUNA

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

Guatemala, agosto 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL I	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL II	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL III	Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL IV	P. For. Sindi Benita Simón Mendoza
VOCAL V	Br. Sergio Alexander Soto Estrada
SECRETARIO	Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales

Guatemala, agosto 2014

Guatemala, agosto de 2014

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por 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 CHILE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) PARA EXPORTACIÓN EN LA EMPRESA HFT SEEDSERVICES S.A., POTRERO CARRILLO, JALAPA”**; como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la presente investigación, llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

Mayra Renee Vega Orellana De Luna

Guatemala, agosto de 2014

Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
Director Del Instituto De Investigaciones Agronómicas Y Ambientales
Universidad De San Carlos De Guatemala

Señor Director:

Me dirijo a usted para manifestarle que atendiendo a mi responsabilidad como Asesor, he procedido a asesorar y revisar la tesis de grado de la estudiante Mayra Renee Vega Orellana De Luna carné: No.7804967, titulada "**PROCESO DE EXTRACCIÓN Y BENEFICIADO DE SEMILLA HÍBRIDA DE CHILE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) PARA EXPORTACIÓN EN LA EMPRESA HFT SEEDSERVICES S.A., POTRERO CARRILLO, 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. Fred Edmundo Luna Calderón
Colegiado No. 3808

Guatemala, agosto de 2014

Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
Director Del Instituto De Investigaciones Agronómicas Y Ambientales
Universidad De San Carlos De Guatemala

Señor Director:

Me dirijo a usted para manifestarle que atendiendo a mi responsabilidad como Asesor, he procedido a asesorar y revisar la tesis de grado de la estudiante Mayra Renee Vega Orellana De Luna carné: No. 7804967, titulada **“PROCESO DE EXTRACCIÓN Y BENEFICIADO DE SEMILLA HÍBRIDA DE CHILE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) PARA EXPORTACIÓN EN LA EMPRESA HFT SEEDSERVICES S.A., POTRERO CARRILLO, 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. Juan José Castillo Mont
Colegiado No. 1028

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Que amándome de tal manera, dio a su hijo Jesucristo para darme vida eterna y quien me llena de favores todos los días de mi vida.

MIS PADRES: Miguel Ángel Vega García y Lesbia Consuelo Orellana de Vega, quienes con su esfuerzo y ejemplo me motivaron y apoyaron a seguir adelante hasta el final de mi carrera. Gracias.

MI ESPOSO: Fred Edmundo Luna Calderón, gracias por el apoyo incondicional, por tu amor y cuidados, por esforzarte por darnos siempre lo mejor y por estar siempre presto cuando te necesito.

Te Amo.

MIS HIJOS:

Fred Edmundo Luna Vega

José Alejandro Luna Vega

Pedro Rodrigo Luna Vega

Sintiéndome privilegiada de ser madre de tres hombres maravillosos, hoy profesionales y de quienes me siento sumamente orgullosa. Los amo.

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios, por su amor incondicional y darme la libertad de escoger.

La Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Agronomía, gratitud por la formación profesional.

Mis asesores Ing. Agr. Juan José Castillo Mont e Ing. Agr. Fred Edmundo Luna Calderón; por su apoyo y asesoría en la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
Índice General	i
Índice de Figuras	ii
Índice de Cuadros	iii
Resumen	i
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEÓRICO	4
3.1 MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1 Clasificación taxonómica	4
3.1.2 Descripción botánica	4
3.1.2.1 Porte	4
3.1.2.2 Tallo	5
3.1.2.3 Sistema radicular	5
3.1.2.4 Hojas	5
3.1.2.5 Flores	6
3.1.2.6 Polinización	6
3.1.2.7 Fruto	6
3.1.2.8 Semillas	7
3.1.3 Naturaleza y usos del producto	7
3.1.4 Variedades	7
3.1.5 Valor nutricional	8
3.1.6 Exigencias ambientales	9
3.1.7 Origen, reseña histórica y domesticación del chile pimiento	11
3.1.8 Efectos de la domesticación sobre la variación genética en poblaciones de chile cultivado	14
3.1.9 Efectos de la domesticación sobre la germinación de las semillas del chile pimiento	16
3.1.10 Antecedentes del chile en Guatemala	17
3.1.11 Mejoramiento genético del cultivo de chile pimiento	19
3.1.12 Importancia del cultivo de chile pimiento en Guatemala y el mundo	21
3.1.12.1 Producción de chile pimiento en Guatemala y el mundo	21
3.1.12.2 Importaciones y exportaciones del chile pimiento en Guatemala y el mundo	24
3.2 MARCO REFERENCIAL	29
3.2.1 Ubicación de la empresa HFT Seedservices S.A.	29
3.2.2 Extensión y límites	29
3.2.3 Vías de acceso	30
3.2.4 Fisiografía	30
3.2.5 Suelos	30
3.2.6 Zona de vida	31

Contenido	Página
3.2.7 Vegetación	31
4. OBJETIVOS.....	32
4.1 General.....	32
4.2 Específicos	32
5. METODOLOGÍA	33
5.1 Fase de gabinete	33
5.2 Fase de campo	33
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
6.1 Cosecha de frutos de chile para producción de semilla	34
6.2 Extracción de semilla y eliminación de mucilago.....	37
6.3 Secado y empaçado de semillas de pimiento para exportación	44
7. CONCLUSIONES	51
8. RECOMENDACIONES	53
9. BIBLIOGRAFÍA.....	54
ANEXO 1.....	57
ANEXO 2.....	58
ANEXO 3.....	59
ANEXO 4.....	61
ANEXO 5.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Ubicación de la empresa HFT Seedservices S.A.....	29
Figura 2. Identificación correcta de las variedades en las tarimas, con información del lote, variedad y fecha de corte.	37
Figura 3. Máquina extractora de semillas.....	38
Figura 4. Limpieza de la máquina extractora de semillas.....	39
Figura 5. Limpieza de los objetos utilizados en el proceso de extracción de semillas.	39
Figura 6. Distribución de los frutos en la banda transportadora de la máquina extractora de semillas.	40
Figura 7. Pulpa obtenida de la máquina extractora de semillas.....	41
Figura 8. Lavado de la semilla, para eliminación de residuos de pulpa, cáscara y semilla de mala calidad.	42
Figura 9. Semilla de chile pimiento obtenida al final del proceso de lavado.	42
Figura 10. Semillas de chile pimiento colocada en bolsas de tela calada, con su respectiva etiqueta de identificación.....	43
Figura 11. Desinfección de la semilla con TSP.	44
Figura 12. Lavado de semillas para la eliminación del TSP.	44
Figura 13. Cilindros utilizados en la extracción del exceso de agua de las semillas.....	45
Figura 14. Centrifuga utilizada para la extracción del exceso de agua.....	46

Contenido	Página
Figura 15. Colocación de cilindros dentro de la cámara secadora.	46
Figura 16. Bolsa de manta que contiene el producto de exportación.	49

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Contenido nutricional del pimiento.....	9
Cuadro 2. Aspectos productivos del cultivo de chile pimiento para Guatemala en el periodo comprendido entre los años 2003 y 2010.	23
Cuadro 3. Comercio exterior de chile pimiento para Guatemala en el periodo comprendido entre los años 2004 y 2011.....	25
Cuadro 4. Principales países importadores de chile pimiento a nivel mundial (cifras 2012).	26
Cuadro 5. Principales países exportadores de chile pimiento a nivel mundial (cifras 2012).	27

“PROCESO DE EXTRACCIÓN Y BENEFICIADO DE SEMILLA HÍBRIDA DE CHILE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) PARA EXPORTACIÓN EN LA EMPRESA HFT SEEDSERVICES S.A., POTRERO CARRILLO, JALAPA”

“EXTRACTION AND MILLING PROCESSES FOR EXPORT CHILE PEPPER (*Capsicum annuum* L.) HYBRID SEED IN THE COMPANY HFT SEEDSERVICES S.A., POTRERO CARRILLO, JALAPA”

RESUMEN

El chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una de las hortalizas con mayor área cultivada en Guatemala, la tendencia actual, es incrementar el área de producción junto con el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), debido a que ambas especies agrícolas lograron la admisibilidad a los Estados Unidos, por la firma del tratado de libre comercio.

Guatemala es un país atractivo para la producción de semillas híbridas de vegetales, debido a factores como, la diversidad de climas, mano de obra experimentada y capacitada disponible, luminosidad y estaciones bien marcadas que generalmente permiten tener una producción constante y estable todo el año.

Por lo anterior, el presente documento describe el proceso de extracción y beneficiado de semilla híbrida de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.) que se realiza en las instalaciones de la empresa HFT Seedservices S.A., ubicada en la aldea Potrero Carrillo, Jalapa.

HFT Seedservices S.A es una empresa especializada en producción de semillas híbridas para exportación, con alto grado de tecnificación y estándares de producción; prestando servicios a diferentes empresas internacionales de renombre

mundial, contribuyendo con esto a la generación de empleos especialmente para el sexo femenino en áreas rurales del país.

Por lo anterior, elaborar un manual que describa el proceso de extracción y beneficiado de semilla híbrida de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.), es de gran importancia, así mismo, este puede servir como una guía útil para realizar extracción y beneficiado de semillas de otras especies.

Para la obtención de los resultados se realizaron actividades de gabinete y de campo, así mismo la experiencia adquirida en el procesamiento de semillas fue parte fundamental de la información incluida en este documento.

Dentro de los aspectos más importantes que se deben considerar, son los puntos críticos que se encuentran desde el momento de importación de las líneas parentales, siembra, plantado, hibridación, cosecha de frutos, procesamiento y extracción, empaque y exportación de las distintas variedades, puesto que es necesario seguir un estricto sistema de registro y control, para asegurar la calidad y pureza de las semillas.

Por último se recomienda realizar la descripción de los procesos de producción de semillas de otras especies, considerando que la extracción y el beneficiado de estas, es una actividad importante para el desarrollo de los distintos procesos productivos en el país.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de semillas híbridas de hortalizas a nivel comercial se inició en Guatemala hace un poco más de una década, esta actividad no cuenta con la descripción de todos los procesos que se llevan a cabo para obtener una semilla de buena calidad. Es por ello que este trabajo tiene como objetivo describir los procesos involucrados en la producción de semillas híbridas de chile pimiento (*Capsicum Annuum* L.).

En Guatemala el chile pimiento es una de las hortalizas de mayor importancia después del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), puesto que su consumo es popular y es parte de la dieta regular de los guatemaltecos. Los chiles han formado parte de la dieta humana en América desde al menos 7500 a. C., Cristóbal Colón fue uno de los primeros europeos en encontrarlos en el Caribe y los llamó “pimientos”, por su sabor parecido al de la pimienta negra (*Piper nigrum* L.) usada en Europa, y que era una de las razones de sus viajes. A diferencia de otras plantas comestibles provenientes de América, que tardaron décadas en ser aceptadas por los europeos, los chiles tuvieron una rápida difusión mundial tras su introducción a España por Colón en 1493. El chile se integró de una forma muy útil a la cocina española y del resto de Europa, actualmente su uso como condimento se ha extendido a todo el mundo (Pickersgill, 2007).

Para la producción de semilla híbrida de chile, se desarrolla una serie de procesos que va desde la siembra, crecimiento, hibridación y cosecha hasta llegar a la extracción y beneficiado de la semilla, esto a través de procesos de lavado y secado para posteriormente seleccionarla y exportarla a los países que la requieren. También es importante mencionar que Guatemala se ha convertido en un país atractivo para la producción de semillas híbridas de vegetales, esto por los diferentes factores como la diversidad de climas, mano de obra experimentada y capacitada disponible, luminosidad y estaciones bien marcadas que generalmente

permiten tener una producción constante y estable en todas las épocas del año, dando como resultado mayor inversión y tecnificación en el campo de la producción de semillas híbridas de vegetales como chile (*Capsicum annuum* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Miil.), pepino (*Cucumis sativus* L.), berenjena (*Solanum melongena* L.), melón (*Cucumis melo* L.), etc.

Una de las empresas especializadas en producción de semillas híbridas que recientemente se ha establecido en este campo es HFT Seedservices S.A, quien presta servicios de producción de semillas híbridas a varias empresas internacionales de renombre mundial, produciendo y extrayendo semillas de chile pimiento cultivado bajo condiciones controladas, con un alto grado de tecnificación y estándares de producción, contribuyendo con esto a la generación de empleos, especialmente para el sexo femenino, en áreas rurales del país.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con la entrada en vigencia del Tratado de Libre Comercio (TCL), el sector agrícola tiende a cobrar un mayor interés en la economía nacional. Uno de los productos que sobresale en dicho escenario es el chile pimiento (*Capsicum annum* L.); debido a que es uno de los productos hortícolas de mayor importancia en el país, es cultivado en grandes cantidades y su consumo interno es alto. El volumen de producción tradicionalmente fluctúa durante el año, dependiendo del volumen de la oferta, aspectos ambientales y la presencia de plagas como la mosca del pimiento (*Neosilba* sp.), picudo (*Anthonomus eugenii* Cano), mosca blanca (*Bemisia tabaci*), etc. La tendencia actual con el cultivo del chile pimiento es incrementar las áreas de producción debido a que se negoció el ingreso de éste así como del tomate (*Lycopersicon sculentum* Mill.) a los Estados Unidos. Sin embargo deben cumplirse protocolos de exportación, sobre todo porque en Guatemala existe una plaga cuarentenada conocida como mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata*).

Esté documento contiene protocolos de cosecha, extracción y beneficiado de semillas de chile pimiento híbrido de la empresa HFT Seedservices S.A., con el afán de presentar a lectores una visión del estricto control que debe llevarse dentro de los procesos de producción de semillas de alta calidad. Dichos procesos son realizados por manos y mentes guatemaltecas, apegados a estándares establecidos. Con lo que se puede demostrar que existe gran riqueza de recursos naturales como intelectuales en el país, el cual es reconocido a nivel internacional.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Clasificación taxonómica

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub-clase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	Capsicum
Especie	<i>Capsicum annum</i> L.

3.1.2 Descripción botánica

Esta especie es ampliamente cultivada en Guatemala exceptuando lugares con altas elevaciones. Es nativa de América tropical, ampliamente cultivada en regiones tropicales y templadas del mundo, principalmente en México y América Central. Su distribución original no es conocida debido al amplio uso que se le da como planta de alimento (Gentry y Standley, 1974).

3.1.2.1 Porte

Es un conjunto de cultivares con plantas de porte y tamaño diferente desde rastreros hasta arbustivos. Aunque la mayoría de ellos vive menos de un año, algunos duran varios años y llegan a ser arbustos leñosos. Es una planta anual herbácea de crecimiento determinado. Su sistema radicular es pivotante con numerosas raíces adventicias sobre el hipocotílo, alcanzando una profundidad en un rango que va desde los 70 hasta los 120 cm. La altura de la planta varía entre 0.5 metros en determinadas variedades del cultivo y los 2 metros en gran parte de los híbridos cultivados nivel de invernadero. Las flores son blancas con 5 pétalos soldados y 5 sépalos soldados entre sí, son además irregulares y aparecen en la

axila de las hojas contándose una flor por nudo, pendiente o erguida. Las hojas tienen un peciolo grande y un limbo ovado o lanceolado. El fruto es una baya generalmente amarilla o roja en su madurez. Las semillas son aplanadas y lisas, pudiendo contarse de 150 a 200 por gramo; poseen alto contenido de aceite conservando su poder germinativo durante tres o cuatro años (FRANCIA, 1970).

3.1.2.2 Tallo

La planta es un semi-arbusto, de hábito perenne de forma variable, en condiciones naturales, pero cultivada como anual en la mayoría de los casos, debido a su susceptibilidad a heladas y daños por enfriamiento. Las plantas anuales tienen una altura aproximada de 0.5 metros en determinadas variedades del cultivo y los 2 metros en gran parte de los híbridos cultivados nivel de invernadero, así mismo la altura se encuentra influenciada por las condiciones ambientales a las que se encuentran expuestas dichas plantas. El tallo presenta ramificaciones dicotómicas y al madurar el tronco principal puede ser semileñoso (González; Alvear 2003).

3.1.2.3 Sistema radicular

Presenta una raíz pivotante con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre los 50 cm y un metro (González; Alvear 2003).

3.1.2.4 Hojas

Posee hojas pecioladas solitarias o en parejas, generalmente formando un arreglo alterno, a menudo ovadas, con haz glabro, con ápice acuminado y la base atenuada, son de color verde oscuro, el limbo generalmente mide entre los 3.5 y los 8 cm de largo, y entre 1 a 3 cm de ancho, con margen entero (Gentry y Standley, 1974).

3.1.2.5 Flores

Se presentan generalmente solitarias y raramente en pares, en el nudo de las ramas, con pedicelos delgados y ligeramente curvos. El cáliz es cónico y verde, se divide en el borde superior en 5 sépalos agudos. La corola forma en la base una cavidad y se abre arriba en 5 pétalos; son de color blanco y de forma plana, miden de 5 a 10 milímetros de diámetro. Los 5 estambres tienen filamentos cortos que salen de la base de la corola, opuestos a los pétalos; las anteras verdes se abren por una abertura longitudinal interna. El estilo simple sobresale de las anteras. (León, 1987).

3.1.2.6 Polinización

Las flores de este género abren en las primeras horas de las mañanas y poco después las anteras empiezan a descargar el polen. La posición del pistilo, situado entre las anteras, hace posible que en la mayoría de los casos haya autopolinización. Sin embargo en estudios experimentales, así como en los cultivos comerciales, se ha observado que hay un buen porcentaje de polinización cruzada, la que en ciertos casos llega hasta el 15%. Esto explica porque mucha de la variabilidad que se observa en el género *Capsicum* puede atribuirse a hibridación (León, 1987).

3.1.2.7 Fruto

Presenta mayor diversidad, en forma, color y tamaño. Siendo una baya de 2 hasta 5 lóbulos; las paredes que los separan son incompletas, y en la parte apical del fruto las paredes se comunican. La pared del fruto o pericarpio incluye la epidermis compuesta por una capa de células isodiamétricas de paredes externas engrosada, y una zona de 2 a 4 capas de colénquima, que junto con la epidermis forman una capa fina pero resistente. El mesocarpio es un tejido carnoso de parénquima con cromatóforos amarillos o rojos; la banda exterior está constituida por células isodiamétricas, mientras que en la interior son alargadas en sentido radial más grandes; entre ellas pasan haces vasculares muy finos (León, 1987).

3.1.2.8 Semillas

Son de color amarillo opaco, crecen en la placentación central situada en la base del fruto. (León, 1987). La pungencia varía de 0 a 100,000 unidades Scoville encontrándose dentro de los más pungentes los tipo cayene o alargados con 30,000 a 50,000 unidades y el Piquin o chiltepes con 50,000 a 100,000 unidades. Es importante resaltar que dentro de los grados de pungencia los menos pungentes son los pimientos que van de 0 a 100 unidades Scoville (DeWit; Bossland, 1993).

3.1.3 Naturaleza y usos del producto

Su uso destaca principalmente en el consumo humano, puesto que se utiliza en una amplia variedad de comidas. En lo que corresponde el consumo se utiliza en fresco, cocido o como un condimento o “especia” en comidas de diversos países. Existe una gran gama de productos industriales que se usan en la alimentación humana como son congelados, deshidratados, en curtidos, enlatados, pastas y salsas. Además se emplean para la composición de algunos medicamentos utilizados para combatir la atonía gastro-intestinal y algunos casos de diarrea. Como especias se utilizan en gran número de comidas y para la decoración de bocadillos (León, 1987).

3.1.4 Variedades

Existen diversas variedades proporcionadas por cada casa productora o comercial de semillas. En general estas se clasifican por su forma distinguiéndose los tipos siguientes:

- a. Tipo california: es una variedad que posee frutos cortos y de forma cuadrada. Ejemplos de ellos son los California Wonder, Yolo Wonder, Enterprise, Domino, Marengo, Miami, Jarde, etc.
- b. Tipo lamuyo: posee frutos alargados rectangulares. Ejemplo son: Trompa de vaca, Dulce de España, Melody, Blue star, Ruby King, Ori, etc.

- c. Tipo italiano: son frutos alargados, estrechos, terminados en punta. Ejemplo son: Minifrutos, Tropical, Cuerno de toro, Perfection, Najerano, Jalapeño, Barón, Datler, etc.

Las variedades producidas bajo invernadero y usadas para exportación son la de forma ligeramente cuadrada, los tipo california o en algunos casos los tipo lamuyo, especialmente si son de colores amarillos, anaranjados o morados (Ortega; Nuez, 1996.).

3.1.5 Valor nutricional

El fruto fresco del chile pimiento se destaca por sus altos contenidos de vitamina A, B1, B2 y C; además tiene cantidades significativas de calcio, hierro y fósforo. Dependiendo de las variedades puede tener diversos contenidos de capsanoides, alcaloides responsables del sabor picante y de pigmentos carotenoides. El agua contenida en el fruto fresco tiene un valor biológico importante y una elevada actividad fisiológica (Ortega; Nuez, 1996.).

El pimiento además contiene sales minerales y azúcares. Por lo cual ayuda neutralizar la acidez del estómago y de la sangre. En el pimiento rojo el porcentaje de agua se reduce hasta un 82 a 85% y aumenta el contenido de los demás componentes, a excepción de los azúcares. Esta hortaliza es especial por su contenido de vitaminas, que como se conoce, son responsables en la regulación en el proceso de la nutrición y en la resistencia inmunitaria. En cuanto a las vitaminas presentes se encuentra la pro-vitamina A, en cantidades superiores a la de muchos alimentos y superior en calidad a la procedente del hígado de bacalao. Las vitaminas del grupo B, funcionan como factores de protección del equilibrio del sistema nervioso. La vitamina C, en contenido particularmente elevando respecto de otras frutas reconocidas como fuentes de esta sustancia, tal como ocurre con los agrios, espinacas, etc., (Ortega; Nuez, 1996.).

El contenido nutricional del chile pimiento por 100 g de producto comestible es:

Cuadro 1. Contenido nutricional del pimiento.

Componentes	Cantidad
Agua	92%
Materia seca	8%
Energía	26 kcal
Proteína	1.3 g
Fibra	1.4 g
Calcio	12.00 mg
Hierro	0.90 mg
Carotenos	1.80 mg
Tiamina	0.07 mg
Riboflavina	0.08 mg
Niacina	0.80 mg
Vitamina C	103.00 mg
Valor nutritivo medio (ANV)	6.61
ANV por 100 g de materia seca	82.6

Fuente: Ortega y Nuez, 1996.

3.1.6 Exigencias ambientales

Los requerimientos ambientales mínimos con los que se debe contar para su cultivo, incluye altitudes que van desde cerca del nivel del mar, hasta más de 2,500 msnm, abarcando diferentes regiones del país, razón por la cual se encuentra chile en el mercado todo el año. Es una planta sensible a las temperaturas bajas de preferencia libre de heladas. En términos generales, para esta especie el periodo del cultivo requiere una temperatura media diaria de 24°C, el desarrollo de estas plantas se reduce cuando la temperatura es menor de los 8 a 10°C, debido a que las plantas detienen su desarrollo.

Por otro lado con temperaturas superiores a los 35°C, la fructificación es muy débil o nula, debido a que se generan problemas de polinización, sobre todo si el aire es seco. La germinación se da en un período de 9 a 12 días, entre los 20 y 30°C. Se considera que una condición de 16 a 32°C de temperatura, el crecimiento vegetativo y reproductivo se ve favorecido, en términos generales se considera el rango de temperaturas adecuadas para esta etapa de 21 a 30°C, siempre evitando temperaturas inferiores a los 18°C, condición con la que se inicia la detención del crecimiento (Montes et al., 2010).

Los suelos más adecuados para su cultivo son de textura ligera: arenos-arcillosos; con alta retención de humedad, en general los chiles son poco tolerantes a la salinidad; en cuanto a los valores del pH los rangos de adaptación son de 6.3 a 7.0, por abajo o arriba de estos valores es poco recomendable su siembra porque afecta la disponibilidad de los nutrientes, casos contrarios es recomendable realizar tratamientos al suelo que regulen el pH. La humedad relativa óptima se encuentra entre el 50 y 70%, en condiciones de baja humedad relativa y temperatura muy elevada se produce la caída de flores como consecuencia de una transpiración excesiva (Montes et al., 2010).

El Chile se cultiva bajo diferentes sistemas de siembra, tanto en temporal como en riego, o bajo fertirrigación, de forma directa y de trasplante, a cielo abierto y bajo agricultura protegida. La siembra directa se debe hacer cuando el suelo esté debidamente preparado; cuando se utilice sembradora debe estar calibrada para tirar de 100 a 120 semillas/metro, a una profundidad de 2 a 3 cm y en hileras sencillas. Bajo el método de siembra a chorro (en banda), posterior a la emergencia de plántulas y mediante raleo se debe ajustar la distancia entre plantas de 25 a 30 cm. La siembra indirecta o trasplante implica el utilizar almácigos, con una densidad recomendada de 500 plantas por metro cuadrado, con el fin de tener plantas vigorosas y sanidad deseable (Montes et al., 2010).

Se programa el semillero de 20 a 30 días antes de establecer las plantas en el campo definitivo. Este sistema permite un mejor control de las condiciones ambientales tales como: la temperatura (tapado), humedad (riegos), prevención del ataque de plagas (utilizando mallas apropiadas), manejo adecuado del sistema de siembra (semilla por semilla) y selección de plántulas al momento del trasplante. Con el uso de agricultura protegida, tanto en invernaderos, microtuneles o casa sombra, se optimiza el agua de riego y se mejora la fertilización con el fertirriego (Montes et al., 2010).

3.1.7 Origen, reseña histórica y domesticación del chile pimiento

Las especies del género *Capsicum* son originarias de América, su distribución precolombina, se extendió posiblemente desde el borde meridional de los Estados Unidos a la zona templada cálida de Sudamérica (Heiser, 1964). En lo que respecta el origen de este género, se responde a una hipótesis que ha tenido gran aceptación, sobre el lugar y modo de evolución del género, debido a que una porción importante del género *Capsicum* se originó en un “área núcleo”, en Bolivia surcentral, con migración a los Andes y tierras bajas de la Amazonia acompañada por irradiación y especiación (McLeod et al., 1982; 1983). Esta hipótesis está basada en la información geográfica y datos de electroforesis realizados a nivel de la enzima glutamato oxalacetato transaminasa (GOT), que presentó un patrón de bandeo similar en accesiones de *Capsicum eximium* Hunz. y *Capsicum chacoense* Hunz., procedentes del área núcleo. Los investigadores antes mencionados proponen que *Capsicum chacoense* Hunz., o un ancestro de éste, dio lugar tanto a los grupos de flores blancas como al grupo de flores purpuras.

El grupo de flores púrpura (*Capsicum eximium* Hunz), migraron a las tierras altas de los Andes, con la consecuente selección direccional que habría dado lugar a *Capsicum cardenasii* Heiser & P.G.Sm. por efecto fundador y a *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav., como especie doméstica. El grupo de flores blancas habrían migrado fuera del área núcleo a través del río Mizque, que vierte en el Amazonas. El ancestro que originó al grupo de flores blancas dio lugar a *Capsicum baccatum* L. en el área relativamente seca del sur *Capsicum annuum* L. de Bolivia; la forma silvestre seguiría migrando por el sistema fluvial y en la húmeda cuenca amazónica daría lugar al progenitor silvestre del complejo *Capsicum annuum* L. (McLeod et al., 1982; 1983).

El posterior proceso de domesticación parece que ocurriera en varias áreas, empleando diferentes especies silvestres. Es posible que después de la domesticación inicial de una especie, el estímulo se difundiese intentando cultivar otras especies silvestres en diferentes áreas. Actualmente se cree que *Capsicum*

pubescens Ruiz & Pav. y *Capsicum baccatum* L, fueron domesticados en Bolivia en áreas adyacentes. El complejo *Capsicum annuum* L. fue domesticado al menos dos veces, un tipo *Capsicum annuum* L. en México y tipo *Capsicum chinense* Jacq. en la Amazonia (Pickersgill, 1969).

Los hallazgos de restos arqueológicos de estas especies complementan la anterior propuesta, en la cueva Guitarrero en Perú, localizada en un valle intermontano, sobre la vertiente oeste de los Andes, a 2,580 metros de altura, excavada por Thomas Lynch y publicada en 1980. Tiene un registro de 12000 años de antigüedad. En la base se encontró un cuchillo de dos caras de hace 12500 años, en este se encontraron restos de *Phaseolus vulgaris* L., *Capsicum* sp., *Solanum hispidum* Pers., *Cucurbita* sp., *Inga* sp; algunas otras plantas fueron encontradas en zonas más arriba, en el complejo II, fechado entre 8600-5600 a.C.; el frijol y el chile procedían del nivel II, entre 8600-8000 a.C., y eran de tipos domesticados. En consecuencia parece que se produjo una domesticación del género *Capsicum* antes de 8000 años a.C. (Bird, 1948); Perry et al., 2007). Los chiles silvestres se encuentran en las laderas orientales de los Andes, los cuales probablemente fueron domesticados allí e introducidos posteriormente en la vertiente occidental (Harlan, 1992).

Moscone, et al., (2007) suponen que una migración primaria a las regiones selváticas bajas del norte de Bolivia y oeste de Brasil llevó al origen de *Capsicum annuum* L., una especie que crece silvestre en estas zonas. A partir de ahí, podría haber llegado a partes del norte de América del Sur y, sobre todo a América Central y México, donde actualmente tiene su mayor diversidad. En relación con los movimientos dentro de la Amazonia dio lugar a los otros miembros del complejo *Capsicum annuum* L., es decir, *Capsicum chinense* Jacq. y *Capsicum frutescens* L. Esta vía especulativa es apoyada por la presencia en el "área nuclear" de un sistema de ríos que desembocan en la cuenca del Amazonas, que puede haber favorecido la dispersión primaria, tal como propone (McLeod et al., 1982). Desde el aparente ancestro de *Capsicum frutescens* L. y *C. parvifolium* Sendtn., pudieron

haber surgido en las zonas áridas del nordeste de Brasil, aunque el origen directo de la base ancestral en la zona del "área núcleo", también parece posible (Perry et al., 2007).

Es probable que estas plantas también hayan sido dispersadas a otras regiones por los pájaros, que atraídos por los frutos rojos, comen hasta los chiles más picantes, que después como parte de su ciclo biológico arrojan las semillas a otra parte, junto con el excremento. De esta manera se calcula que el chile llegó a Mesoamérica, como planta silvestre, hace miles de años, antes de la llegada del hombre. Las especies que se cultivan actualmente fueron domesticadas durante la época prehispánica de manera independiente y en diferentes zonas geográficas. Siendo estas *Capsicum annuum* var. *annuum*, *Capsicum baccatum* var. *pendulum* (Willd) Eshbaugh, *Capsicum chinens* Jacq., *Capsicum frutescens* L. y *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. (Pickersgill, 2007).

Cristóbal Colón, en búsqueda de especias, confundió el chile con la pimienta negra y llevó a España un cargamento de lo que él llamo "Pimiento" el producto americano cuyo verdadero nombre era al náhuatl como "Chilmoli", cautivando los paladares europeos, asiáticos y africanos. En poco tiempo se instaló en la gastronomía de un sin número de culturas del orbe. Por lo tanto se podría decir que fue llevado al Viejo Mundo en el primer viaje de Colón en 1493. Para el siglo XVI ya se había difundido su cultivo en España, desde donde se distribuyó al resto de Europa y del mundo con la colaboración de los portugueses. Su introducción en Europa supuso un avance culinario, llegó a complementar e incluso sustituir u otro condimento muy empleado como era la pimienta negra (*Piper nigrum* L.), de gran importancia comercial entre Oriente y Occidente (Pickersgill, 2007).

Montes et al., (2010) citando a Heiser y Pickersgill (1969) indica que *Capsicum annuum* L., Species Plantarum, 188-189. 1753; ha sido aceptado por los autores recientes y ha habido también acuerdo en reconocer sus límites, aunque en un tiempo fue confundida con *Capsicum frutescens* L.

Capsicum annuum var. *annuum* es la forma domesticada y es la más importante en México América Central y el mundo. Muestra gran diversidad la cual se manifiesta en diferente forma, color, sabor, pungencia, adaptación, etc. En el caso de la forma, tamaño y color de los frutos, estos varían desde la forma alargada, cónica hasta redonda; de 1 a 30 cm de longitud; fruto de cuerpo grueso, macizo o aplanado. Presentan coloración verde y amarillo cuando están inmaduros; rojos, amarillos, anaranjados y cafés en estado maduro. Su consumo es muy generalizado en fresco e industrializado en diversas modalidades. Algunas de las formas más representativas de esta especie, por el área y presencia en mayor número de países son los pimientos (diferentes variantes de morrón y "bell pepper"), "jalapeños" y "paprikas". Además de estos tipos más comerciales, se registra una serie de subtipos o variantes locales de cada uno de ellos o diferentes a ellos (Pozo et al., 1991).

El centro de diversidad para esta variedad (*Capsicum annuum* var. *annuum*) incluye México y Centroamérica, con una distribución en todo el continente y los centros de distribución secundaria se reportan en América del sur, parte central y sureste de Europa, África y Asia (IBPGR, 1983). Se cultiva en los lugares templados, tropicales y subtropicales de América, Europa, Asia y África y es muy importante desde el punto de vista económico. El grupo *Capsicum annuum* L., de flores blancas, asociado con hábitats más húmedos, parece haber sido distribuido originalmente a través de tierras bajas tropicales de América del Sur y Central (Montes et al., 2010).

3.1.8 Efectos de la domesticación sobre la variación genética en poblaciones de chile cultivado

Durante el curso de la domesticación, las plantas cultivadas son sometidas a los diferentes procesos evolutivos de manera intensa y diversa. Las personas dedicadas a la agricultura tienen la costumbre de dejar una cantidad de semillas muy pequeña procedente de las plantas con las mejores características para la siembra del año siguiente, esto conduce a que sólo un número muy reducido de

individuos contribuya con sus genes a la siguientes generación. Está práctica efectuada recurrentemente durante los miles de años estimados desde el inicio de su domesticación, permite esperar una severa pérdida de variación genética en las poblaciones de las plantas cultivadas. Dicha pérdida, es mayor con forme el método de mejoramiento es más eficiente. Así, los parientes silvestres mantienen cantidades mayores de variación genética, que disminuye en las variedades locales o razas criollas, hasta hacerse muy reducida en los cultivares modernos (Hernández, et al., 2001).

Una razón adicional por la cual las variedades modernas o híbridos poseen menores cantidades de variación genética que las razas locales, se debe a las exigencias del mercado, el cual requiere que los productores tengan uniformidad en el tamaño, forma y color de los frutos de chile y de cualquier otro cultivo. La mayor variación genética mantenida en las variedades locales origina que cuando estas se siembran, se cosechen frutos que presentan variación o diferencias en el tamaño, forma o color. Esta variación es castigada en el mercado mediante una reducción significativa del precio de la cosecha, en comparación de los precios más elevados de los frutos de características uniformes producidos por las plantas modernas o híbridas (Hernández, et al., 2001).

Las variedades híbridas tienen en contra el elevado costo de su semilla y la necesidad del productor de comprarla cada año que la siembra. En cambio las semillas de las versiones locales es mucho más barata y el productor puede utilizar las del ciclo anterior y guardarlas para siembras futuras. Si se hace la pregunta ¿Cuál es la importancia de la variación genética en las poblaciones silvestres o cultivadas?, se puede responder con certeza que a menos cantidad de variación genética, mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades y a otros factores bióticos y abióticos que afecten la sobrevivencia y productividad de las plantas silvestres o cultivadas (Hernández, et al., 2001).

Los efectos de la domesticación sobre la variación genética en poblaciones cultivadas de Chile se ilustran en los resultados obtenidos en un estudio con electroforesis de isoenzimas en 10 poblaciones silvestres y tres domesticadas. Los resultados de este estudio muestran que la domesticación ha producido una reducción importante en el número de alelos en las poblaciones domesticadas y esta pérdida es mayor en los chiles dulces tipo morrón, seguido de los jalapeños y serranos (Hernández, et al., 2001).

Resultados similares se encontraron con marcadores moleculares RAPD, de 166 alelos detectados en las poblaciones silvestres, y solo de 126 se encontraron en las poblaciones domesticadas. (Oyama, et al., 2006).

3.1.9 Efectos de la domesticación sobre la germinación de las semillas del Chile pimiento

Normalmente las semillas de las plantas silvestres tienen mecanismos que le permiten sentir el momento en el que las condiciones son propicias para la germinación y que las plántulas puedan crecer, desarrollarse adecuadamente y reproducirse. Cuando las condiciones no le son propicias, las semillas no germinan y permanecen en estado de latencia hasta que sea el tiempo adecuado. La luz y la temperatura son los factores ambientales más importantes que le indican a las semillas si deben o no germinar. Los efectos de la luz y la temperatura sobre la germinación de chiles silvestres se ilustran con los resultados de Hernández, et al., (2001), en el cual se pusieron a germinar semillas de poblaciones de Chile silvestre y cultivado en diferentes condiciones de luz y temperatura.

Los resultados indicaron que las semillas de chiles silvestres mostraron una escasa o nula germinación en condiciones de oscuridad y temperatura constante. Cuando las semillas estuvieron solo en luz o en temperatura fluctuantes aumentaron su germinación. Sin embargo cuando la luz o temperatura fluctuantes estuvieron juntas las semillas de Chile silvestre germinaron en altos porcentajes. Estos resultados indican que las semillas de Chile silvestre tienen mecanismos de

latencia que pueden ser removidos por la luz y la temperatura. En cambio las semillas de chiles cultivados germinaron en todas las condiciones de germinación, indicando que los procesos de domesticación han eliminado la latencia en las semillas de los chiles cultivados.

3.1.10 Antecedentes del chile en Guatemala

Bosland (2000), el cual señala que el chile se encuentra asociado con las primeras sociedades mesoamericanas desde los años 10,000 a 12,000 de nuestra era. Menciona además que los aztecas, mayas e incas han tenido una relación muy vinculada al chile, por ser parte de su dieta común, medicinal, moneda de intercambio y hasta constituirse en algo venerado, como en el caso de los incas que lo asociaron a sus deidades o a sus ancestros reyes.

Sin embargo se menciona que para los antiguos mayas esta especie no constituyó ser parte principal de su dieta o de su economía, debido a que sus prácticas agrícolas estaban relacionadas principalmente a la producción de maíz y frijol. En referencia a los chiles únicamente está descrito como una de las especies cultivadas dentro de los sistemas principales como el maíz, (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), así mismo asociaciones con ayote (*Cucurbitas* sp.), camote (*Ipomoea batata* L.), entre otras.

De épocas más recientes de los mayas existen referencias escritas como en el Popol Vuh o Libro de los Quiches; en el cual se puede interpretar por la lectura de dos de sus párrafos, el consumo de chile por medio de salsa al que nombran *mucum* (salsa de chile). Interpretándose también que su producción se secaba y almacenaba para luego ser consumida; esta interpretación se deriva de la lectura del párrafo en el cual Hunahpú e Ixbalanque observaban al ratón en el chile que se encontraba sobre el tabanco. También existe referencia en el Memorial de Sololá (Anales de los Cakchiqueles), sobre su consumo en la misma forma referida en el Popol Vuh, únicamente que con el nombre de *Moloh ik*, cuya traducción más cercana es al náhuatl como Chilmoli o Chirmol (Ayala, 2006).

Para 1543 ya se tenían algunos ejemplares en Europa de estas especies tanto en herbarios como en siembras. Uno de los casos interesantes de señalar es la descripción hecha por Leonhart Fuchs médico alemán y pionero de la botánica moderna con la publicación de *The New Herbal*, 50 años después aproximadamente del descubrimiento de América, haciendo una descripción detallada de algunas especies e ilustrando las mismas con gran detalle (Ayala, 2006).

Ayala (2006) cito a Andrew (1984) quien hace una descripción de los primeros cronistas que describieron los *Capsicum* en la época colonial y que generaron los conocimientos de los mismos en Europa. Dentro de los más importantes para la región y la época son Fray Bernardino de Sahagun (1478-1537) quien informó a la corona española de como los aztecas comerciaban con los chiles y describe sus variadas formas así como su característica de pungencia. De la misma manera Andrew (1984) refiere Fray Bartolomé de las Casas (1474-1566) en la *Historia de las Indias*, donde realiza descripciones de las especies vegetales utilizadas por los pobladores de estas regiones, resultando las especies del genero *Capsicum* ya importante para Guatemala debido a que se abrían paso por el área de las Verapaces.

Así mismo Ayala (2006) cito a Ximenez (1967), quien incluye la *Historia natural del reino de Guatemala de 1722*, donde se observan para esa época más de 30 variaciones de chiles, señalando la importancia que tiene el cultivo en Tactic Alta Verapaz, y describe a uno de ellos como corto y ancho, indicando además que es muy bueno y picante, y que se cultiva en grandes cantidades.

Ayala (2006) indica que los primeros estudios sobre la variabilidad existente de chiles en Guatemala fueron observadas por los primeros colectores de recursos genéticos en este país como Bukasov (1926) del Instituto Sovietico de Plantas Vavilov, y McBride (1946) del Instituto Smithsoniano de los Estados Unidos. Bukasov (1930) que reconoce la existencia en Guatemala de tres especies

Capsicum annum L., *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. (introducida de Sur América) y *Capsicum frutescens* var *baccatum* (L.) Irish reportada como el chiltepe.

Ayala (2006) cita a Standley et al (1946), quien indica que se identificaron 4 especies, *Capsicum annum* L, *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav., *Capsicum chinense* Jacq, y *Capsicum frutescens* L., identificando 12 variantes dentro de *Capsicum annum* L., que son: Huaque, Zambo, Pasa, Chocolate, Diente de Perro, Dulce, De Zope, Lengua de Gallina, Bolito (tolito) Chilin (chi ik) Chamborote, y Ululté, (cobanero), todos cultivados, y al chiltepe o chile de montaña en *Capsicum annum* L.var *aviculare*, identificado anteriormente como *Capsicum annum* L.var *baccatum* de la misma manera reporta a *Capsicum frutescens* L., como un espécimen raro en Guatemala, específicamente en el departamento de Peten, también reporta *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav., del cual sólo se ubica en zonas arriba de los 1500 msnm, denominado siete caldos.

3.1.11 Mejoramiento genético del cultivo de chile pimiento

El estudio de las características morfológicas y la taxonomía numérica ha conducido a una mejor comprensión de las variaciones existentes dentro y entre las distintas especies. Por otra parte los datos de cruzabilidad y esterilidad híbrida han ayudado a confirmar las clasificaciones realizadas. El análisis citogenético de los cromosomas y estudios con isoenzimas, han permitido un mejor conocimiento de las relaciones existentes entre especies domesticadas y las silvestres, así como el curso de evolución de las primeras. La mayoría de las especies del género tiene un número cromosómico $2n=2X=24$, algunas especies poseen $2n=2X=26$ y el tamaño del genoma en pimiento sería de 1390 centimorgan (cM) (Galmarini, 1999).

En México, el mejoramiento genético del chile ha originado nuevas variedades que son más productivas, uniformes y resistentes a enfermedades y de mejor calidad, pero también ha ocasionado la desaparición de tipos criollos, y propiciado la erosión genética. Por lo anterior para el año 2000 se reportó la enfermedad conocida como “secadera” causada por *Fusarium oxysporum* Bayud y *Phytophthora capsici*, y la marchites causada por *Nacobbus aberrans*, que en conjunto provocan

pérdidas de hasta el 100%, y propician la sustitución por otros cultivos. Estos problemas fitosanitarios acentúan el riesgo de desaparición del germoplasma local, como ocurrió en la zona central de Guanajuato y Aguascalientes, donde la siembra de chile se abandonó y se desplazó a otras áreas (Rodríguez, et al., 2000).

Para contrarrestar el efecto de estos agentes dañinos, se realizó un estudio en la zona que permitió que los agricultores de la localidad, juzgaran la calidad de una variedad mediante la aplicación de 19 criterios, de los cuales 10 se relacionaron a la etapa de almácigo y 9 a la etapa de campo; donde los que destacan son criterios relacionados con la sanidad, uniformidad de la plántulas, la resistencia a la “secadera”, el rendimiento de la variedad y la apariencia del fruto. En la selección de semillas los agricultores usaron 8 criterios, todos relacionados con la sanidad de plata y frutos (Rodríguez, et al., 2000).

En otro estudio se estimó la aptitud combinatoria y la heterosis de 7 poblaciones criollas, de chile dulce, y las cruza resultantes entre ellas, mediante un diseño dialéctico. Esto considerando que la heterosis es la expresión de un carácter en la progenie más allá de los límites de expresión manifestada en sus progenitores que tiene origen en los efectos genéticos principalmente de dominancia y en la diferencia genotípica de frecuencia génicas; por ello ha sido utilizada ampliamente en programas de mejoramiento de muchos cultivos para la identificación de poblaciones genéticamente divergentes, como base para el desarrollo de líneas endogámicas a ser usadas en cruzamientos (Pech, et al., 2010).

Diversos investigadores han reportado efecto de heterosis alta en *Capsicum spp.*, para largo y diámetro de frutos, número de semillas por fruto, rendimiento y contenido de capsaicina por planta. La cruza dialécticas han sido usadas para investigar la herencia de importantes características, específicamente, las cruza dialécticas fueron diseñadas para investigar la aptitud combinatoria general (ACG)

de los progenitores y para identificar los progenitores superiores a ser usados en el desarrollo de híbridos y cultivares (Pech, et al., 2010).

En el Chile se ha explotado la heterosis para incrementar el rendimiento y otros caracteres económicos y se considera que en *Capsicum* la heterosis es alta. Por ello la existencia de una amplia diversidad de este género en México, tanto en el ámbito de variantes cultivadas como semi-cultivadas y silvestres, puede aprovecharse para formar híbridos locales y nacionales, considerando que la semilla híbrida que se usa proviene de empresas transnacionales (Pech, et al., 2010).

Para este estudio se encontró que los efectos aditivos estimados por la ACG fueron más grandes que los de dominancia estimados por la aptitud combinatoria específica (ACE), y ambos efectos fueron positivos, más altos de ACG en el rendimiento del fruto y dos de estos generaron híbridos con altos valores de ACE y heterosis. Por los valores de ACG de los padres y de heterosis de las progenies, concluyen que la hibridación sería el método de mejoramiento más adecuado para incrementar el rendimiento de fruto y número de frutos por planta. En cambio para mejorar altura de planta, peso individual de fruto, días a inicio de cosecha, longitud y diámetro de fruto, el método de mejoramiento por endocria y selección sería el indicado, para formar variedades (Pech, et al., 2010).

3.1.12 Importancia del cultivo de Chile pimiento en Guatemala u el mundo

3.1.12.1 Producción de Chile pimiento en Guatemala y el mundo

En Guatemala el Chile pimiento se clasifica por el resultado de su sabor forma y tamaño, los utilizados en la gama de chiles dulces son el tipo California, que es producto de exportación y el Lamuyo que es fruto de consumo nacional; debido a la alta demanda existente es importante mantener una alta productividad, para cubrir con las propuestas establecidas por el mercado.

Existen asociaciones que se preocupan por realizar mejoramientos al cultivo de esta especie, un ejemplo de ello son los productores de semillas, donde la principal motivación es el mejoramiento de la resistencia, a enfermedades, virus o bacterias; produciendo plantas de mejor vigor y cobertura foliar, maduración precoz, con alta productividad homogénea y a la vez de buen comportamiento al calor.

El objetivo primordial que persiguen los productores es generar productos finos, de buen tamaño, pared firme, lisa y gruesa, con péndulo perfecto según el requerimiento del productor así como del mercado, debido a que se comercializa en Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica, Venezuela, Colombia, Ecuador, entre otros países (Valverth, 2011).

A nivel nacional el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), establece que para el año 2003 existió un área de cosecha de 1,034.60 hectáreas, con una producción de 26,816.38 toneladas métricas y un rendimiento de 25.92 toneladas por hectárea. En los años siguientes correspondientes al año 2006 y 2007, se observa un notable incremento en el área de cosecha reportándose 1,921.82 hectáreas, con una producción de 44,902.22 toneladas métricas, generando un rendimiento de 23.36 toneladas por hectárea para cada año.

Para el año 2010 se presentaron cifras proyectadas, siendo estas el área de cosecha de 2,173.57 hectáreas y 50,078.87 toneladas métricas de producción, con un rendimiento de 23.04 toneladas por hectárea. En el año 2011 se estimaron cifras correspondientes a 2,201.82 hectáreas como área cosechada, y 51,130.52 toneladas métricas de producción, con un rendimiento de 23.22 toneladas por hectárea.

Así mismo, según los datos generados por la institución pertinente, se estima que en promedio el costo de producción se encuentra entre los Q.18,750.00 por

hectárea, dato obtenido analizando las producciones realizadas de los últimos 8 años previos al año 2011.

Estas cifras se derriban de los valores estadísticos productivos generadas por el MAGA, y presentadas por el Banco de Guatemala, quienes además informan que para el año 2003 de acuerdo con el IV Censo Nacional Agropecuario, la producción nacional se encuentra distribuida de la siguiente forma: Jutiapa 22%, Baja Verapaz 12%, Chiquimula 11%, Guatemala 11%, Alta Verapaz 10% y los demás departamentos de la republica contribuyen con el 34% restante.

Cuadro 2. Aspectos productivos del cultivo de chile pimienta para Guatemala en el periodo comprendido entre los años 2003 y 2010.

Año	Área cosechada (ha)	Producción (T. Métricas)	Rendimiento (toneladas/ha.)
2003	1,034.60	26,816.38	25.92
2004	1,050.00	17,009.72	16.20
2005	1,048.34	17,690.10	16.87
2006	1,921.82	44,902.22	23.36
2007	1,921.82	44,902.22	23.36
2008	1,956.91	45,722.11	23.36
2009	2,166.58	50,620.91	23.36
2010 p/	2,173.57	50,078.87	23.04
2011 e/	2,201.82	51,130.52	23.22

Fuente: MAGA, 2011, con datos del BANGUAT

Considerando las cifras antes planteadas, se puede observar que la producción del cultivo de chile pimienta en Guatemala posee un incremento constante y que se encuentra estrechamente relacionado con la importancia que este ha tomado en los últimos años.

Según la unidad de normas y regulaciones del MAGA, para el año 2003 la superficie que se destinó a la producción de semilla certificada fue de 2,509.1 hectáreas, para diferentes especies. Debe considerarse que los cultivos que ocuparon la mayor superficie para esa época fueron en primer lugar el maíz

(62.40% del área), la soya (18.69%), el de sorgo (7.32%), las semillas de flores (4.89%), el frijol (4.89%) y ocupando la octava posición se encontraron las hortalizas (0.53%). Es importante considerar que las semillas juegan un papel importante en el rol de un país, debido a que forman parte de los insumos utilizados en los procesos productivo, así como en los procesos de generación y transferencia de tecnologías agrícolas, es el mecanismo de reproducción de muchas especies vegetales, es fuente de alimento y es la materia prima en los procesos agroindustriales (Vásquez, 2006).

La producción de esta especie es abundantemente difusa a escala mundial, y es estimado que los cultivos de este producto hortofrutícola superan cerca del millón y medio de hectáreas cultivadas en todo el mundo. Los mayores productores de esta especie a escala mundial son Asia, América, África Y Europa, mientras que a nivel europeo los mayores productores son España, Francia, Holanda, Alemania e Italia. Una producción relativamente alta la poseen los mercados como México y España, donde además es importante la demanda de semillas hortícolas de esta especie, por lo tanto las necesidades del productor de chile pimiento cobran especial relevancia en este caso. Para el año 2007, el cultivo de esta especie supero los 26 millones de toneladas, lo que le situó en el noveno lugar dentro del ranking mundial de cultivo de hortalizas. Sin embargo tan solo se considera como una de las principales hortalizas, en dos de los once mercados con mayor potencial (FIA, 2009).

3.1.12.2 Importaciones y exportaciones del chile pimiento en Guatemala y el mundo

Para el comercio exterior de chile pimiento, según los datos planteados por el MAGA al 2011, se estimó que las principales importaciones en el periodo que van desde del 2006 hasta el 2010, se realizan de países como Honduras, El Salvador y China. En cuanto a las exportaciones los principales países destino son El Salvador, Estados Unidos y Honduras. Para el año 2004 se reportaron 21.58 toneladas métricas de chile pimiento de importación, este valor se incrementa en el

año 2009 reportando en importaciones 138.00 toneladas métricas; sin embargo para el año 2011 se reportó una disminución en la cantidad importada decreciendo a 12.09 toneladas métricas. En cuanto a las exportaciones en el 2004 se reportaron cifras de 5,269.68 toneladas métrica y en los años posteriores presentan ligeros aumentos y decrementos, tal y como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Comercio exterior de Chile pimienta para Guatemala en el periodo comprendido entre los años 2004 y 2011.

Año	Importación		Exportación	
	TM	US\$	TM	US\$
2,004	21.58	8,159.00	5,269.68	1,364,396.00
2,005	4.72	3,875.00	2,556.49	755,443.00
2,006	0.47	5,398.00	3,328.48	913,602.00
2,007	18.22	12,342.00	4,953.19	1,284,077.00
2,008	0	0	5,511.79	1,596,980.00
2,009	138	13,854.00	3,662.20	2,673,920.00
2,010	2.72	2,500.00	4,182.20	3,655,297.00
2,011	2.09	11,283.00	3,746.55	1,829,219.00

Fuente: MAGA, 2011, con datos del BANGUAT

En lo que corresponde al comercio de semillas, las importaciones y exportaciones de Guatemala registradas para el año 2000 de Chile pimienta, indican que los principales mercados eran Brasil, España, Estados Unidos y Francia (Vásquez, 2006). En lo que corresponde el comercio de Chile pimienta fresco a nivel mundial, según datos publicados por TRADE MAP, los primeros diez países que se enlistan según el volumen de importaciones que cubren son: Estados Unidos, Alemania, Reino Unido, Holanda, Francia, Federación Rusa, Canadá, Italia, República Checa y Austria. Además se conoce que a nivel mundial se importan alrededor de 2,776,081 toneladas métricas, manteniendo una tasa de crecimiento en los últimos cuatro años de un 6%.

Cuadro 4. Principales países importadores chile pimienta a nivel mundial (cifras 2012).

No.	Importadores	Indicadores comerciales					
		Valor importada en 2012 (miles de USD)	Cantidad importada en 2012	Unidad de cantidad	Valor unitario (USD/unidad)	Tasa de crecimiento anual en cantidad entre 2008-2012 (%)	Participación en las importaciones mundiales (%)
	Mundo	4496006	2776081	Toneladas	1620	6	100
1	Estados Unidos de América	1154120	896146	Toneladas	1288	10	25.7
2	Alemania	752038	341627	Toneladas	2201	3	16.7
3	Reino Unido	353433	161479	Toneladas	2189	3	7.9
4	Países Bajos (Holanda)	244833	148822	Toneladas	1645	14	5.4
5	Francia	228835	147879	Toneladas	1547	3	5.1
6	Federación de Rusia	231800	142757	Toneladas	1624	9	5.2
7	Canadá	206134	119378	Toneladas	1727	2	4.6
8	Italia	107369	72855	Toneladas	1474	5	2.4
9	República Checa	73672	49171	Toneladas	1498	1	1.6
10	Austria	90565	48870	Toneladas	1853	-2	2
107	Guatemala	61	60	Toneladas	1017	4	0

Fuente: <http://www.trademap.org>

Estados Unidos importa 896,146 toneladas métricas, colocándose en la posición número uno de los países importadores, con una participación de un 25.7% de las importaciones mundiales y manteniendo una tasa de crecimiento anual entre los años 2008 y 2012 de 10%; seguido de este se encuentra Alemania, importando 341,627 toneladas métricas, con lo que se cubre el 16.7% de las importaciones mundiales, la tasa de crecimiento que mantiene este país en los últimos cuatro años corresponde a un 3%; el tercer lugar lo ocupa el Reino Unido importando 161,479 toneladas métricas y cubriendo el 7.9% del volumen mundial y al igual que Alemania, mantiene una tasa de crecimiento de 3% en los últimos cuatro años. Así mismo observando los datos de esta fuente de información y según el volumen de importaciones que cada país maneja, Guatemala ocupa la posición 107 de la lista con un volumen de importaciones igual a 60 toneladas métricas y mantiene una tasa de crecimiento de 4% según datos publicados en los últimos cuatro años.

Cuadro 5. Principales países exportadores de Chile pimienta a nivel mundial (cifras 2012).

No.	Exportadores	Indicadores comerciales					
		Valor exportada en 2012 (miles de USD)	Cantidad exportada en 2012	Unidad de cantidad	Valor unitario (USD/unidad)	Tasa de crecimiento anual en cantidad entre 2008-2012 (%)	Participación en las exportaciones mundiales (%)
1	México	4364838	767860	Toneladas	1028	7	18.1
2	España	802429	517474	Toneladas	1551	4	18.4
3	Países Bajos (Holanda)	1149647	481061	Toneladas	2390	2	26.3
4	Estados Unidos de América	194634	109373	Toneladas	1780	1	4.5
5	Canadá	254320	107516	Toneladas	2365	1	5.8
6	Marruecos	116245	77389	Toneladas	1502	1	2.7
7	Turquía	74921	69727	Toneladas	1074	2	1.7
8	China	34206	64398	Toneladas	531	1	0.8
9	Lituania	85116	40520	Toneladas	2101	47	2
10	India	18053	38773	Toneladas	466	10	0.4
26	Guatemala	5304	13105	Toneladas	405	21	0.1

Fuente: <http://www.trademap.org>

Así mismo indicadores comerciales demuestran que los diez países a nivel mundial con mayores volúmenes de exportación de Chile pimienta son: México, España, Holanda, Estados Unidos, Canadá, Marruecos, Turquía, China, Lituania, e India.

El mayor exportador de esta especie es México, el cual ha generado un volumen de exportación en últimos años de 767,860 toneladas métricas, lo cual le permite una participación del 18.1 % del total de las exportaciones a nivel mundial, y mantiene un crecimiento anual del 7% en los últimos cuatro años; seguido de este encuentra España, que a nivel de continentes ocupa el primer lugar en la Unión Europea, pero a nivel mundial el volumen de exportaciones de Chile pimienta lo coloca en el segundo lugar con 517,474 toneladas métricas exportadas y una participación del 18.4 %, y una tasa de crecimiento anual de 4%; el tercer lugar lo ocupan los Países Bajos (Holanda) con 481,061 toneladas métricas, manteniendo una participación mundial de 26.3% y una tasa de crecimiento anual del 2%, según el análisis de datos de los últimos cuatro años.

Guatemala ocupa la posición número 26 en la lista de exportación de chile pimienta a nivel mundial, según los datos publicados por el TRADE MAP. Para el año 2012 se reporta un volumen de exportación de 13,105 toneladas métricas, lo cual corresponde a una participación en las exportaciones a nivel mundial del 0.1%, aunque analizando los datos de los últimos cuatro años, se puede observar una tasa de crecimiento anual del 21%.

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Ubicación de la empresa HFT Seedservices S.A.

La empresa HFT Seedservices S.A. se encuentra ubicada al este del departamento de Jalapa, específicamente en la aldea Potrero Carrillo en el Municipio de Jalapa. Entre las coordenadas geográficas 14°44'39" Latitud Norte y 89°56'31" Longitud Oeste. Localizado en la Vertiente Continental en el sureste de Guatemala.

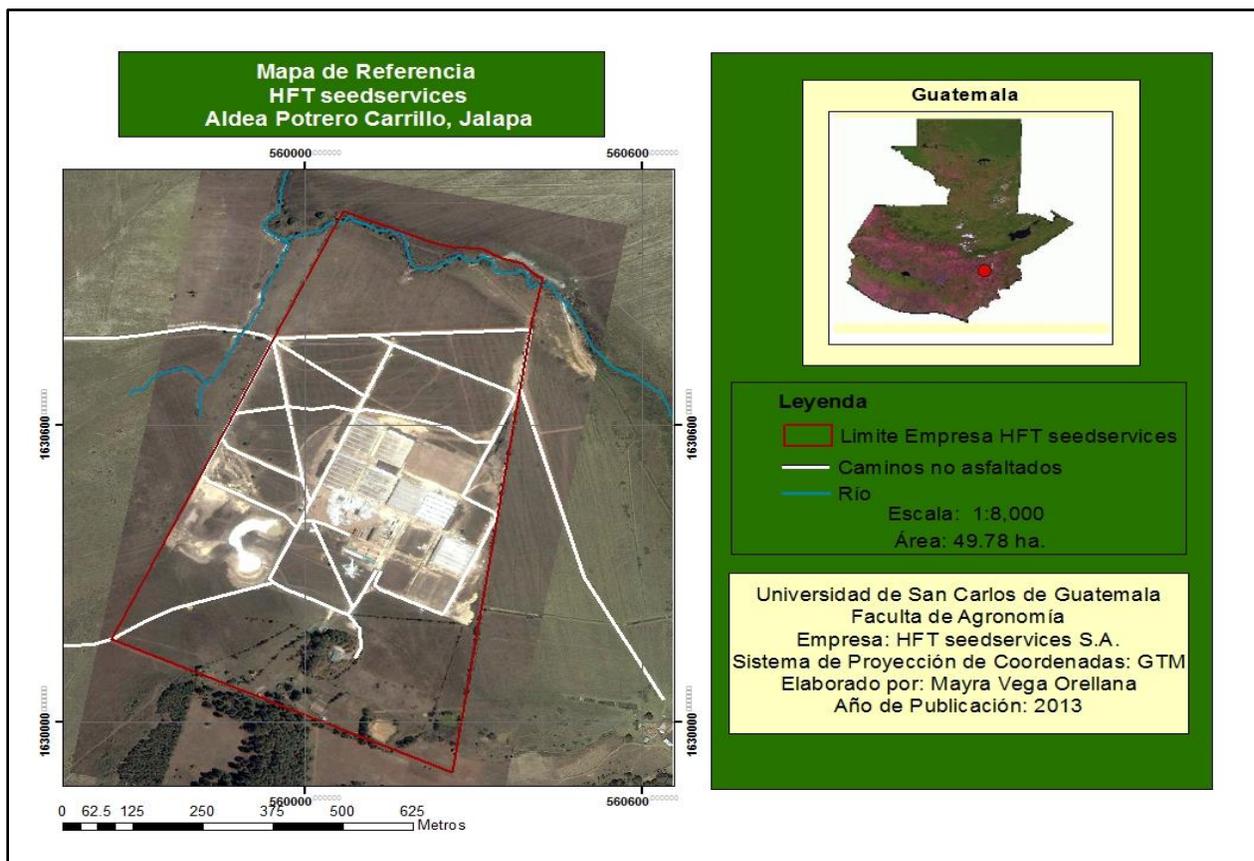


Figura 1. Ubicación de la empresa HFT Seedservices S.A.

3.2.2 Extensión y límites

La finca cuenta con una extensión territorial de 49.78 hectáreas, equivalentes a 71.11 manzanas, de las cuales actualmente se utilizan 3.8 hectáreas, área donde se ubican los invernaderos de producción. La finca limita al norte con la finca del

Lic. Roberto Sánchez y Dr. Gustavo Camas, al sur con la finca Cerro Alto y la finca Valle de Pasiones, al este limita con la finca Avícola Villalobos y al oeste con la finca Valle de pasiones.

3.2.3 Vías de acceso

La distancia que existe desde la ciudad de Guatemala hasta la finca, es de 107.8 km según la ruta principal de acceso. Para ello se toma la carretera CA-9 Norte, con dirección hacia el municipio de Sanarate, debe considerarse el cruce que se encuentra en el kilómetro 51, y tomar el camino que conduce al departamento de Jalapa por la carretera RN-19; en el kilómetro 91 se debe tomar el camino de terracería que se encuentra del lado izquierdo, el cual conduce a la aldea Potrero Carrillo, recorriendo 16.8 km hasta llegar a la finca. Esta ruta pasa por las vías que conducen a las aldeas Santa Elena y San Miguel El Mojón.

3.2.4 Fisiografía

La región fisiográfica en donde se encuentra ubicada la finca es Tierras Altas Volcánicas, constituida por rocas sedimentarias, carbonatadas, clásicas, lavadas y tobas riolíticas, con sedimentos clásicos y aluviones; así como coladas de basalto, conos cineríticos, piedra pómez, materiales piroplásticos y ceniza volcánica. Así mismo, se ubica dentro del gran paisaje Planicie de las Montañas Volcánicas Orientales, perteneciente a la edad geológica del periodo cuaternario reciente. El drenaje del área puede ser dendrítico y subdendrítico; y se encuentra en una elevación promedio de los 1700 msnm (MAGA, 2000b).

3.2.5 Suelos

La clase de suelos según Simmons, indica que el material originario es Ceniza Volcánica Pomácea, perteneciente a la serie de suelos Chixocol (Chx), esta serie se caracteriza por derivarse de material parental constituyente de ceniza volcánica cementada, de color claro y relieve casi plan, el drenaje interno es malo. En lo que respecta el suelo superficial el color es generalmente gris oscuro, la textura y consistencia particularmente es franco limosa friable con un espesor

aproximado entre los 10 a 15 cm. En lo que corresponde el subsuelo, generalmente el color es de gris a café grisáceo, con una consistencia cementada y textura franco arcilloso, el espesor aproximado está constituido por 30 cm. En general la textura es franco-limosa a franco-arenosa fina o muy fina, con profundidades efectivas promedio de 45 cm y valores de pH ponderados de 5.33. Estos suelos presentan un riesgo de erosión de regular a alto. Según el mapa de clasificación taxonómica de suelos, estos pertenecen al orden de suelos Entisoles y al suborden Orthents. (Simmons, et al., 1959).

3.2.6 Zona de vida

La finca se encuentra dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical (templado), por lo que es común que la precipitación media anual se encuentre entre el rango de los 1100 y los 1349 mm anuales; la temperatura promedio oscila entre los 20 y los 26 °C. Los meses lluviosos son normalmente de mayo a noviembre, siendo comúnmente secos el resto del año. Los periodos secos con menos de 50 milímetros por mes son comunes, con excepción de los meses de junio a septiembre. Los fenómenos meteorológicos extremos, como el granizo y los vientos de fuerte intensidad, son prácticamente desconocidos (MAGA, 2000c).

3.2.7 Vegetación

Toda el área de Jalapa estuvo bajo bosque denso que todavía gran parte su área tiene bosque de maderas de valor económico. La especie más común es el pino, pudiéndose encontrar también algunas especies de robles. En elevaciones altas se pueden observar cipreses y en los sitios más protegidos existen especies de liquidámbar. Muchas áreas han sido desmontadas una o más veces para la siembra de cultivos agrícolas. Al abandonarse, la regeneración que ha surgido ha sido de malezas o bosques con matorrales y malezas (Simmons, , et al., 1959).

4. OBJETIVOS

4.1 General

Elaborar un manual que detalle el proceso de extracción y beneficiado de semilla de Chile Pimiento (*Capsicum Annum L.*) con fines de exportación en la empresa HFT Seedservices S.A. ubicada en La aldea Potrero Carrillo, del departamento de Jalapa.

4.2 Específicos

4.2.1 Describir cada una de las etapas que se llevan a cabo para la cosecha de frutos de chile pimiento para la producción de semilla.

4.2.2 Describir el proceso de extracción de semilla de chile pimiento

4.2.3 Describir el proceso de lavado y eliminación de mucilago de las semillas de chile pimiento.

4.2.4 Describir el proceso de secado y empaque de semillas de chile pimiento hasta estar listas para su exportación.

5. METODOLOGÍA

Se llevaron a cabo actividades de gabinete y de campo que permitieron alcanzar los objetivos anteriormente planteados, y se describe a continuación:

5.1 Fase de gabinete

Se recopiló información bibliográfica relacionada con *Capsicum annum* L., entre los que resaltan aspectos generales del cultivo, mejoramiento genético, productividad y comercio internacional. Para ello se revisaron publicaciones electrónicas en línea y tesis correspondientes a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

5.2 Fase de campo

La fase de campo se llevó a cabo en la finca HFT ubicada en Aldea Potrero Carrillo, Jalapa; donde se encuentra ubicada la empresa HFT Seedservices S.A.

Es en esta fase donde se describen los distintos procesos, desde cosecha de frutos, extracción de semilla, eliminación de mucilago, secado y empaque de las semillas para su posterior exportación.

Este documento trata de la descripción detallada de los diferentes procesos llevados a cabo en la producción de semilla de chile pimiento (*Capsicum annum*, L.)

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según las observaciones realizadas a nivel de campo y de planta, del proceso para cada una de las variedades que se procesan en HFT Seedservices, 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 chile para producción de semilla

Para la cosecha de frutos, deben tener un 90 a 95 % su coloración máxima (rojo, naranja o amarillo) según sea el caso. Para alcanzar el punto máximo de la coloración frecuentemente los frutos son almacenados a temperatura ambiente durante una semana, para luego ser procesados. Así mismo deben considerarse rigurosamente los cuidados técnico-administrativos necesarios para que exista la certeza de que se está trabajando con las variedades correspondientes, lo que permitirá garantizar la calidad de la semilla.

Al momento de realizar la cosecha solo debe extraerse el 95% de los frutos de cada variedad cultivada dentro del invernadero. Es importante que al 5% de frutos que no se haya cosechado, se someta a evaluación dentro del invernadero con el fin de determinar cuál es la relación de la coloración del fruto con la pre-germinación, o cual es el grado de inmadurez de la semilla dentro el fruto. En esta parte del proceso se lleva el control estricto de las variedades, para ello se anotan todos los datos necesarios en las notas de envío correspondientes (Anexo 1 y 2).

Según lo observado y de acuerdo a las experiencias adquiridas, se puede resumir en una serie de pasos lógicos, el proceso de cosecha de frutos los cuales a continuación se detallan:

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, así como la existencia de un número adecuado de cajas y tarimas.
2. Para la desinfección de cajas y tarimas se utiliza Fosfato trisódico “TSP” (Na_3PO_4) a una concentración del 10%, debido a que las cajas y tarimas deben ser desinfectadas antes de ingresar al invernadero.
3. La persona encargada del invernadero y su personal deben revisar meticulosamente que las cajas no tengan residuos o impurezas (semillas o restos vegetales).
4. No se deben cosechar variedades diferentes que se encuentren cultivadas una frente a otra al mismo tiempo.
5. Si se cultiva más de una variedad en un mismo invernadero, debe considerarse al momento de la cosecha que las tarimas deben permanecer lo más separadas e identificadas que sea posible.
6. Cada persona asignada a una variedad y espacio específico dentro del invernadero es la responsable de su propia cosecha. Si las condiciones del cultivo lo permiten, la persona encargada del invernadero puede asignar más personal de ayuda para la cosecha bajo las siguientes condiciones:
 - a. Que las otras variedades que se estén trabajando en el invernadero no tengan ningún tipo de restricción por contagio de enfermedades debido al movimiento de personal.
 - b. Que se mantenga el orden y la concentración en el trabajo de cada persona para prevenir errores.

7. Cada caja que se va a utilizar debe ser etiquetada antes de comenzar la cosecha.
8. Una persona asignada será quien proporcionará a cada trabajador etiquetas de acuerdo a la variedad y el número de cajas que procederán a cortar y revisará que sean adheridas a las mismas.
9. La etiqueta debe adherirse a las cajas preferiblemente con una banda elástica.
10. Se deben colocar 7 cajas una sobre otra, para totalizar 42 por tarima.
11. No se deben colocar dos o más variedades en una misma tarima sin excepción.
12. No se debe colocar cajas una sobre otra de diferentes variedades, aunque estén etiquetadas.
13. Cuando se tienen dos variedades, una junto a otra, la última línea de cosecha de una variedad pegada a la siguiente, debe empezar a cosecharse de atrás hacia adelante cuidando de no colectar ningún fruto que se encuentre en el suelo.
14. La persona encargada del invernadero es responsable de verificar, que la colocación de las etiquetas es la correcta de acuerdo a la variedad y de supervisar el correcto traslado de la cosecha al lugar de proceso.
15. La persona encargada del invernadero es además, quien debe llenar el formulario de envío hacia la bodega de proceso y es la responsable de hacer entrega del producto a la persona asignada para el traslado.

16. La persona encargada del traslado es la responsable de entregar en la bodega de proceso el producto, asegurándose de proteger su carga durante el traslado a la bodega de proceso.

6.2 Extracción de semilla y eliminación de mucilago

Según la experiencia, los procesos de extracción de semilla de chile se han estandarizado en HFT Seedservices, S.A. Dichos procesos se describen a continuación:

1. Después que el fruto de chile es recibido en el departamento de proceso de acuerdo a la “nota de envío” (Anexo 1), se procede a revisar el número de cajas y etiquetas las cuales deben coincidir con la nota de envío.
2. Se debe revisar cuidadosamente el etiquetado de cada variedad y tarima, además debe asegurarse que se mantenga un espacio suficiente entre cada variedad para evitar confusiones.



Figura 2. Identificación correcta de las variedades en las tarimas, con información del lote, variedad y fecha de corte.

3. Se determina si se procesa manualmente o mecánicamente. Si la variedad que se está trabajando ocupa menor de 10 cajas, el proceso se hace manualmente; si es mayor se utiliza la máquina de extracción de semillas. Esta parte del proceso lo que busca es separar la semilla de la pulpa de chile.
4. Para el proceso de Chile por medio mecánico, es necesaria la participación de dos personas. El operador de la máquina es responsable del proceso y otra persona que le ayuda, es también quien certifica que no se cometan errores.



Figura 3. Máquina extractora de semillas.

5. La máquina extractora debe ser limpiada meticulosamente después de cada proceso realizado para cada variedad, para esto existe una hoja de instrucciones “limpieza de la máquina extractora de semillas” (Anexo 3).



Figura 4. Limpieza de la máquina extractora de semillas.

6. Se debe identificar con el nombre de la variedad que se procesará, todos los objetos (cubetas, baldes, recipientes, etc.), que se utilizaran para recibir el producto ya procesado por la máquina. Este equipo debe ser revisado antes de empezar el proceso para asegurarse que está completamente limpio, libre de residuos vegetales o semillas del proceso de la variedad anterior.



Figura 5. Limpieza de los objetos utilizados en el proceso de extracción de semillas.

7. Para iniciar el trabajo de la máquina extractora se debe tomar en cuenta que la velocidad de la faja transportadora es de velocidad variable y que se puede graduar a la velocidad que se considere adecuada, según las características del fruto que se está procesando. En este momento del proceso se debe contar con un sistema de alimentación de agua, que se puede regular manualmente.
8. Para procesar los frutos, estos se colocan en la faja transportadora, en algunas ocasiones es necesario intercalar espacios en la banda para mejorar el flujo de los frutos a la tolva, donde serán triturados sin dañar la semilla (la máquina está diseñada para eso).



Figura 6. Distribución de los frutos en la banda transportadora de la máquina extractora de semillas.

9. Al pasar los frutos por los martillos y las tolvas de separación, se obtienen tres subproductos, los que se clasifican en jugo, cáscara y pulpa.
10. La pulpa es el extracto de interés, pues en ella se encuentran las semillas, esta es recibida en recipientes con capacidad de 60 litros.

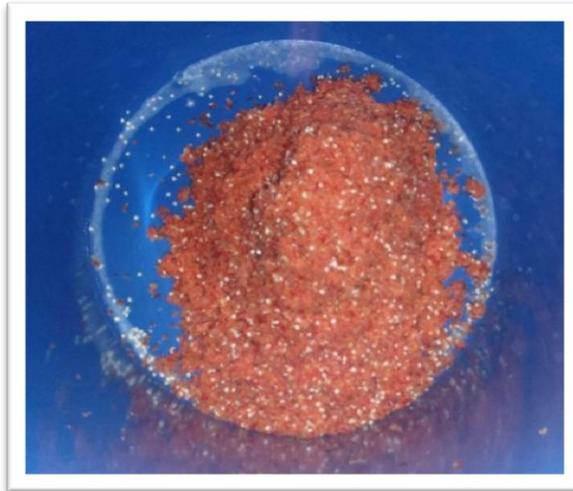


Figura 7. Pulpa obtenida de la máquina extractora de semillas.

11. Los recipientes en donde se recolecta la semilla son baldes plásticos con capacidad de contener aproximadamente 60 litros.
12. La pulpa se divide en baldes, en cantidades aproximadamente de 5 litros de semilla y pulpa, para facilitar el lavado de la semilla.
13. Para el proceso de lavado de la semilla se anota la hora de inicio del lavado. El proceso consiste en lavar la semilla con agua a presión haciendo movimientos circulares y diametrales. Debido a la diferencia de densidades de los componentes que contiene el recipiente, hay material que flota constituido por restos de pulpa y cascara, que son eliminados por decantación.



Figura 8. Lavado de la semilla, para eliminación de residuos de pulpa, cáscara y semilla de mala calidad.

14. Las semillas que flotan también se eliminan puesto que pueden ser vanas (estar vacías) y no son de buena calidad. Los residuos antes mencionados son recibidos en un tamiz de diámetro grande. Este paso se repite de 2 a 3 veces debido a que en ocasiones se quedan semillas de mala calidad en la parte baja del recipiente, las cuales hay que eliminarlas, a fin de que la semilla de mejor calidad sea la que quede en el fondo del recipiente.



Figura 9. Semilla de chile pimienta obtenida al final del proceso de lavado.

15. La semilla es colocada en bolsas de tela calada (las bolsas pasan por un proceso de lavado y desinfección antes de ser utilizadas). Dentro de las bolsas se coloca la etiqueta que identifica la variedad, esta incluye todos los datos necesarios, según el requerimiento de control de la bodega de proceso.



Figura 10. Semillas de chile pimiento colocada en bolsas de tela calada, con su respectiva etiqueta de identificación.

16. En cada bolsa calada se debe colocar un peso aproximado de 1.5 a 2 libras de semilla húmeda.
17. Luego se procede a la desinfección de la semilla, para ello se utiliza el compuesto Fosfato trisódico "TSP" (Na_3PO_4) que tiene una pureza del 98%, con lo que se prepara una solución a una concentración del 10%, según la relación 1Kg/10 Lt, solución en que se deja reposar la semilla durante una hora o según las indicaciones del cliente.



Figura 11. Desinfección de la semilla con TSP.

18. Las bolsas con semillas se lavan de 4 a 5 veces con suficiente agua, después de haber realizado la desinfección, esto se realiza con el objetivo de eliminar el exceso de TSP.



Figura 12. Lavado de semillas para la eliminación del TSP.

6.3 Secado y empaçado de semillas de pimienta para exportación

Todos los procesos son complementarios y en este documento se presentan en secuencia hasta obtener el producto final. Para el proceso de secado y empaçado final se siguen los siguientes pasos:

1. Las Bolsas con semillas, pasan al área de secado y son introducidas en cilindros limpios y previamente desinfectados, que posteriormente se colocan en una centrifugadora. Cuando se activa la centrifuga se deja trabajar por un lapso de tiempo de 2 minutos a una velocidad entre las 1000 a 11000 revoluciones por minuto (rpm), o hasta que se haya eliminado el exceso de agua de las semillas.



Figura 13. Cilindros utilizados en la extracción del exceso de agua de las semillas.

Es importante no sobrecargar la centrifugadora, para que el proceso sea eficiente. Las bolsas caladas deben de estar bien atadas, según las instrucciones dadas por el supervisor. Al terminar con el proceso de centrifugación, las semillas continúan con el proceso de secado. Se revisan los cilindros y la máquina de secado se limpia y desinfecta con alcohol Etílico o Champrocide a una concentración del 10%.



Figura 14. Centrifuga utilizada para la extracción del exceso de agua.

2. Los cilindros metálicos con la semilla adentro continúan con el proceso de secado, pero esta parte del proceso se realiza dentro de una cámara secadora, en donde se colocan los cilindros con la semilla por 20 horas a una temperatura entre los 25 y 28°C, 30% de humedad relativa.



Figura 15. Colocación de cilindros dentro de la cámara secadora.

3. Al concluir con el proceso de secado se procede a sacar los cilindros de la secadora y se extraen las bolsas con semilla.

4. Posteriormente se traslada la semilla a bolsas de manta debidamente etiquetadas, y pesadas.
5. Antes de iniciar el proceso de empaque de semilla para exportación, se procede a verificar la existencia de:
 - Bolsas de manta del tamaño adecuado para el empaque, debido a que existen cinco tamaños de bolsas:

Bolsa 1.	15cm X 26 cm
Bolsa 2.	25cm X 38 cm
Bolsa 3.	29 cm X 49 cm
Bolsa 4.	36 cm X 58 cm
Bolsa 5.	46 cm X 78cm
 - Etiquetas blancas, para identificar el origen, destino y peso.
6. Verificados los puntos anteriores se procede a preparar la balanza que será utilizada en el proceso de pesaje de la semilla.
7. Se ordenan sobre el mostrador de preparación, todas las variedades que se van a exportar.
8. 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.
9. Se selecciona la variedad a pesar y se colocan todas las bolsas de esta en orden, sobre el mostrador de preparación.
10. Se crean las etiquetas que llevarán las bolsas de manta con los siguiente datos:
 - a. Nombre de la madre
 - b. Nombre del padre

- c. Nombre del híbrido o producción
- d. Numero de cosecha
- e. Numero de corte
- f. Invernadero
- g. Peso
- h. Cantidad de semillas

11. Cada bolsa de semillas llevará dos de las etiquetas mencionadas anteriormente, unas en el interior y la otra sujeta en la parte exterior de la bolsa.
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 toman dos muestras de 200 semillas (son utilizadas posteriormente para realizar pruebas de germinación del lote de semilla híbrida, colocando 180 semillas por bandeja), esta muestra se toma en sobres de papel manila previamente identificados con la información de la variedad.
14. Para la segunda muestra se toman 30 gramos de la variedad y se coloca en un sobre de papel con su debida identificación esta muestra es enviada al Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA).
15. Se anota el peso en las etiquetas y se colocan de inmediato en la bolsa de manta.
16. Es muy importante que las dos etiquetas sean revisadas por el supervisor y por una segunda persona, con el propósito de evitar errores en el proceso de etiquetado.

17. Revisadas y colocadas las etiquetas se coloca las bolsas en el sitio en donde se espera terminar con el proceso para una misma variedad.
18. Cuando se ha terminado de embolsar una variedad se procede a confirmar 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 una bolsa como se observa en la figura 16.



Figura 16. Bolsa de manta que contiene el producto de exportación.

19. Confirmados los datos se procede a continuar con otra variedad.
20. Cuando da inicio el nuevo proceso de pesado de otra variedad, se debe tener especial cuidado de verificar todas las áreas de trabajo que se encuentren completamente limpias. Se desinfecta con alcohol o con Champrocide.
21. Finalizado el proceso de pesado, se procede a realizar el “packing list” (Anexo 4).
22. Para realizar el packing list, se van colocando las bolsas de semillas en cajas de cartón acomodando las bolsas de la mejor manera posible.

23. En el packing list se especifica el contenido de cada caja.
24. Verificando los datos se procede a colocar una copia del listado de empaque en cada caja, resaltando con marcador fluorescente el documento que identifica el contenido de la misma.
25. Se cierra y sella perfectamente las cajas con cinta adhesiva y se le coloca una estampa del color correspondiente al cliente y en la parte de afuera una etiqueta con la siguiente información:
 - a. Destino: dirección, nombre de la empresa o de quien recibe, correo electrónico, teléfono.
 - b. Broker: dirección, nombre de quien recibe cajas, correo electrónico, teléfono.
26. Como medida de seguridad se coloca cinta adhesiva transparente sobre la etiqueta.
27. Termina el proceso y se exportan las cajas con semilla.

En el anexo 5, se presentan de forma gráfica, todos los pasos enlistados anteriormente para cada una de las etapas del proceso de extracción y beneficiado de semilla híbrida de chile pimiento, lo cual permite observar el grado de prioridad y acoplamiento que cada una de estas etapas conllevan en la realización de los procesos.

7. CONCLUSIONES

La cosecha de frutos se realiza cuando estos alcanzan el punto óptimo de madurez, entre un 90 a 95% de su coloración (rojo, naranja o amarillo) según sea el caso, culminan su maduración cuando alcanzan el 100% de su coloración, esto frecuentemente sucede bajo almacenamiento a temperatura ambiente en un periodo de una semana.

El proceso de extracción de semillas de chile pimiento se realiza de forma mecánica utilizando una máquina extractora de semillas, la cual debe ser utilizada de forma responsable y segura siguiendo las indicaciones correspondientes, a fin de no dañar la semilla y evitar la contaminación de la misma.

El proceso de lavado y eliminación de mucilago de la semilla, debe realizarse agregando abundante agua a presión, para que se dé la separación del mucilago que rodea a las semillas; así mismo se describió que al realizar varios lavados se logra la separación de las semillas defectuosas que por su baja densidad generalmente quedan suspendidas en la parte superior de la mezcla, lo que promueve su fácil eliminación. Las semillas posteriormente deben ser colocadas en bolsas de tela calada en cantidades de 1.5 a 2.00 libras, dichas bolsas con semilla deben continuar hacia un proceso de desinfección, donde se introducen por un tiempo aproximado de una hora en una solución de Fosfato trisódico (Na_3PO_4) a una concentración del 10%; transcurrido ese tiempo es necesario que reciban un lavado final para eliminar el exceso de Fosfato trisódico.

En lo que corresponde el secado, se definió que las bolsas con semillas deben pasar por un proceso de centrifugación por un tiempo de 2 minutos a una velocidad de 1000 a 11000 rpm, a fin de eliminar el exceso de humedad. Posteriormente deben ser colocadas en una cámara secadora por 20 horas a una temperatura que oscila entre los 25 y 28 °C, a una humedad relativa del 30%. Al terminar este proceso se toman dos muestras de 200 semillas, las cuales deben ser sometidas a

pruebas específicas que permitirán determina la calidad de estas en función al porcentaje de germinación, porcentaje de pureza y la sanidad. El resto de semillas son trasladadas a bolsas de tela de manta a las que se le coloca su respectiva identificación, registro y controles de lote de cosecha.

8. RECOMENDACIONES

Seguir durante todo el proceso extracción y beneficiados de semillas todos los aspectos técnico-administrativos necesario para evitar la contaminación del producto final, para garantizar la calidad y la conservación del material genético con el que se está trabajando.

Almacenar las semillas después de ser procesadas, en un lugar adecuado y limpio y fresco con temperaturas entre 10 y 15°C y una humedad relativa menor al 30%.

Identificar los diferentes lotes de semilla de forma clara y simple de leer e interpretar, para ello se pueden utilizar otros métodos de identificación en donde se combinen letras, números y colores.

Realizar la descripción de otros procesos de producción de semillas de cultivos, considerando que es una actividad que se realiza en el país que de cierta forma es pocos conocida, pero que puede considerarse como promisorio ante la firma de tratados de libre comercio.

Comparar el proceso descrito en este documento con otros procesos de producción de semillas a fin de poder compartir experiencias, lo que permitirá al sector productivo ser más eficiente en beneficio del desarrollo agrícola del país.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Andrew, J. 1984. Peppers the domesticated capsicums. Austin, Texas, US, University of Texas. 170 p.
2. Ayala, H. 2006. Los chiles de Guatemala: historia del chile en Guatemala. Guatemala, USAC, Dirección General de Investigaciones / FAUSAC, Instituto de Investigaciones Agronómicas. 117 p.
3. Bird, J. 1948. Preceramic cultures in Chicama and Virú. *In* Bennett, W (comp.). A reappraisal of peruvian archaeology. Menasha, Wisconsin, US, The Society for American Archaeology / The Institute of Andean Research. p. 21-28.
4. Bosland, PW. 2000. The rediscovery of *Capsicum lanceolatum* (Solanaceae), and the importance of nature reserves in preserving cryptic biodiversity. *Biodiversity and Conservation* no. 9:1931-1937.
5. FIA (Fundación para la Innovación Agraria, CL). 2009. Estrategia e innovación tecnológica de producción y mejora genética de semillas. Chile, FIA, INFOCENTER. 181 p.
6. Francia Institut National of Vulgarisation Pour Les Fruits, FR. 1970. Legumes et champignons [el pimiento, economía, producción, comercialización]. Trad. Ángel Sánchez Gómez. Zaragoza, España, Acribia. 79 p.
7. Galmarini, C. 1999. El género *Capsicum* y las perspectivas del mejoramiento genético de pimiento en Argentina. Argentina, INTA. 9 p.
8. Gentry, JI Jr; Standley, PC. 1974. Flora of Guatemala. Chicago, US, Field Museum of Natural History, Fieldiana Botany v. 24, pte. 10, p. 13-21.
9. Harlan, JR. 1992. Crops and man. 2 ed. Madison, Wisconsin, US, American Society Agronomy / Crop Science Society of America. 269 p.
10. Heiser, CB. 1964. Los chiles y ajíes de Costa Rica y Ecuador. *Ciencia y Naturaleza* 7:50-57.
11. Heiser, CB; Pickersgill, B. 1969. Names for the cultivated *Capsicum* species (Solanaceae). *Taxon* 18:277-283.
12. Hernández, S; Luna, R; Oyama, K. 2001. Genetic structure and differentiation of wild and domesticated populations of *Capsicum annuum* (Solanaceae) from Mexico. *Plant Systematics and Evolution* 226:129-142.

13. IBPGR, IT. 1983. Genetic resources of *Capsicum*: a global plan of action. Rome, Italy. 49 p. (IPGRI, AGPG/IBPGR/82/12).
14. León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Trad. Snarskis, M. 2 ed. San José, Costa Rica, IICA. 445 p.
15. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000a. Mapa temáticos digitales de la república de Guatemala a escala 1:250,000: geología. Guatemala. 1 CD.
16. _____. 2000b. Mapa temáticos digitales de la república de Guatemala a escala 1:250,000: regiones fisiográficas. Guatemala. 1 CD.
17. _____. 2000c. Mapa temáticos digitales de la república de Guatemala a escala 1:250,000: zonas de vida. Guatemala. 1 CD.
18. _____. 2011. Departamento de planificación y programación. Guatemala, MAGA, El Agro en Cifras. 56 p.
19. McLeod, MJ; Guttman, SI; Eshbaugh, WH. 1982. Early evolution of chili peppers (*Capsicum*). *Economic Botany* 36:361-368.
20. McLeod, MJ; Guttman, SI; Eshbaugh, WH; Rayle, RE. 1983. An electrophoretic study of evolution in *Capsicum* (Solanaceae). *Evolution* 37:562–574.
21. Montes, S; López, P; Ramírez, M. 2010. Recopilación y análisis de la información existente de las especies del género *Capsicum* que crece y se cultiva en México. Celaya, México. s.e. 86 p.
22. Moscone, EA; Scaldaferrro, MA; Grabiele, M; Cecchini, NM; Sánchez García, Y; Jarret, R; Daviña, JR; Ducasse, DA; Barboza, GE; Ehrendorfer, F. 2007. The evolution of chili peppers (*Capsicum* - Solanaceae): a cytogenetic perspective. 2007. *Acta Horticulturae* (ISHS) 745: 137–170.
23. Ortega, G; Nuez, F. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. España, Mundi Prensa. p. 25, 27, 32-34.
24. Oyama, K; Hernández, S; Sánchez, C; González A. 2006. Genetic structure and differentiation of wild and domesticated populations of *Capsicum annuum* (Solanaceae) from Mexico as revealed by rapd. *Genetic Resources and Crop Evolution* 53:553-562.

25. Pech, A; Castañón, G; Tun, J; Mendoza, M; Mijangos, J; Pérez, A; Latournerie, L. 2010. Efectos heteróticos y aptitudes combinatorias en las poblaciones de chile dulce. México, Instituto Tecnológico de Conkal. Rev. Fitotec. Mex. 33(4):353-360.
26. Perry, L; Dickau, R; Zarrillo, S; Holst, I; Pearsall, DM; Piperno, DR; Berman, MJ; Cooke, RG; Rademaker, K; Ranere, AJ; Raymond, JS; Sandweiss, DH; Scaramelli, F; Tarble, K; Zeidler, JA. 2007. Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. Science 315:986-988.
27. Pickersgill, B. 1969. The archeological record of chili peppers (*Capsicum* spp.) and the sequence of the domestication in Peru. Amer. Antiq. 34:54-61.
28. Pickersgill, B. 2007. The domestication of plants in the Americas: insights from mendelian and molecular genetics. Annals of Botany 100:925-940.
29. Pozo-Campodónico, O; Montes H, S; Redondo, J. 1991. El chile (*Capsicum* spp.). In Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México. México, Sociedad Mexicana de Fitogenética. p. 217-238.
30. Rodríguez, J; Peña, B; Gil, A.; Martínez, B; Manzo, F; Salazar, L. 2000. Rescate *in situ* del chile poblano, en Puebla, México. Rev. Chapingo, Serie Horticultura 6(1):5-17.
31. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. 1000 p.
32. Trade Map.org. 2012. Trade statistics for international business development (en línea). US. Consultado 20 ago 2012. Disponible en http://www.trademap.org/tm_light/Product_SelProductCountry.aspx
33. Valverth, M. 2011. Evaluación y análisis financiero para la producción de chile pimienta bajo agricultura protegida, en el municipio de Gualán, Zacapa. Tesis MSc. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Económicas. 167 p.
34. Vásquez, F. 2006. Análisis de ley de semillas y propuesta para su actualización. Tesis MSc. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. 87 p.

ANEXO 3

LIMPIEZA DE LA MÁQUINA EXTRACTORA DE SEMILLAS

1. Al terminar de pasar la fruta de la variedad que se procesó, se separa la faja transportadora sin apagar la máquina, lavándola 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 ubicar en las escaleras de aluminio para facilitar el lavado, y empezar de arriba hacia abajo para facilitar el “barrido” de cualquier impureza.
3. Luego se procede con el lavado de la tolva donde se encuentran los martillos o la tolva recibidora de frutos, para ello hay que tener el cuidado correspondiente para que no quede ninguna semilla adherida, luego se quitan los tornillos sujetadores de la tolva y se aplica agua a presión para liberar cualquier residuo.
4. Al quitar los tornillos la máquina automáticamente se apaga por medio un sensor (está diseñado así para protección de la persona que manipula el equipo).
5. Se lava la parte donde los frutos son disgregados moviendo manualmente los martillos y así quitar la basura o semillas que han quedado atrapadas.
6. Se procede a separar la primera tolva donde se encuentra el cilindro o tamiz de 6mm, este cilindro se extrae de la tolva y se lava con agua a presión, también se lava la tolva hasta que quede completamente libre de semillas o residuos, simultáneamente se desarma la pieza donde sale la pulpa para limpiar y eliminar los residuos que se hayan acumulado.

7. Se procede a desarmar la segunda tolva donde se encuentra el cilindro o tamiz de 2mm de diámetro, sacando completamente el cilindro para lavarlo, se lava la tolva, hasta que quede completamente limpia sin residuos o semillas, simultáneamente se desarma la pieza donde sale la sopa de semillas para así poder eliminar cualquier residuo que haya quedado en esta parte.
8. Luego se lavan las piezas que se sacaron de la máquina para tener más libertad y asegurar la eliminación de cualquier residuo o semilla.
9. En este momento se hace una revisión minuciosa por una segunda persona del lavado que se realizó; La máquina está limpia y desarmada.
10. Para iniciar un nuevo proceso una segunda persona (no quien realizó el lavado) procederá a armar la máquina aplicando agua a presión e inicia a armar de arriba hacia abajo y verifica que no hayan residuos adheridos. La máquina esta lista para el siguiente proceso.

ANEXO 5

