



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TESIS

MAESTRIA EN CIENCIAS AGRONOMICAS Y VETERINARIAS

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMILLAS DE AMARANTO Y
TOMATE PRODUCIDAS CON DOS MÉTODOS BAJO EL SISTEMA
BIOINTENSIVO DE CULTIVO**

QUE PRESENTA

BIOL. MARISOL TENORIO LÓPEZ

**PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRIA EN CIENCIAS AGRONÓMICAS**

TUTOR

Dr. JOSÉ DE JESÚS LUNA RUIZ

Comité Tutoral

Dr. ONÉSIMO MORENO RICO

Dr. JOAQUÍN SOSA RAMÍREZ

Aguascalientes, Ags., Noviembre de 2015



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

M. EN C. GABRIEL ERNESTO PALLAS GUZMÁN
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PRESENTE.

Por este conducto tengo a bien informarle que **MARISOL TENORIO LOPEZ**, estudiante de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de redacción, revisión y correcciones de su tesis titulada **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMILLAS DE AMARANTO Y TOMATE PRODUCIDAS CON DOS MÉTODOS BAJO EL SISTEMA BIOINTENSIVO DE CULTIVO**

Por lo anterior no tengo inconveniente en otorgar mi **VOTO APROBATORIO** para la impresión del documento y continuar con el proceso de titulación y programación del examen de grado.

ATENTAMENTE

Aguascalientes, Ags. a 26 de noviembre de 2015

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'José de Jesús Luna Ruiz', written over a horizontal line.

Dr. José de Jesús Luna Ruiz
TUTOR



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

MC. Gabriel Ernesto Pallás Guzmán
Decano del Centro de Ciencias Agropecuarias
Presente

Con fundamento en el artículo 175, apartado II del Reglamento General de Docencia, le comunico que he revisado el trabajo de tesis que presenta la **Biol. Marisol Tenorio López** denominado:

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMILLAS DE AMARANTO Y TOMATE
PRODUCIDAS CON DOS MÉTODOS BAJO EL SISTEMA BIOINTENSIVO DE
CULTIVO**

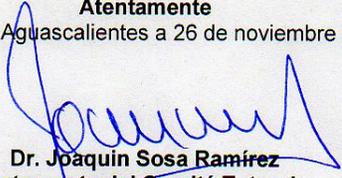
Como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias dentro del Programa de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, a partir de lo cual considero que el trabajo cumple con los requisitos para ser presentado y discutido en el exámen de grado correspondiente.

Por lo anteriormente expresado, otorgo mi voto aprobatorio para la impresión de la tesis con el propósito de que se pueda continuar con los tramites correspondientes.

Se extiende la presente para los tramites administrativos necesarios para el interesado

Atentamente

Jesús María, Aguascalientes a 26 de noviembre de 2015



Dr. Joaquin Sosa Ramírez
Integrante del Comité Tutorial

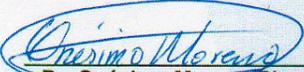


M. EN C. GABRIEL ERNESTO PALLAS GUZMÁN
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
P R E S E N T E.

Por este conducto tengo a bien informarle que **MARISOL TENORIO LOPEZ**, estudiante de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de redacción, revisión y correcciones de su tesis titulada **"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMILLAS DE AMARANTO Y TOMATE PRODUCIDAS CON DOS MÉTODOS BAJO EL SISTEMA BIOINTENSIVO DE CULTIVO"**.

Por lo anterior no tengo inconveniente en otorgar mi **VOTO APROBATORIO** para la impresión del documento y continuar con el proceso de titulación y programación del examen de grado.

ATENTAMENTE
Aguascalientes, Ags. a 26 de noviembre de 2015



Dr. Onésimo Moreno Rico
Integrante del Comité Tutorial

DRA. GUADALUPE RUÍZ CUÉLLAR
DIRECTORA GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
P R E S E N T E.

Por medio del presente me permito comunicarle a usted que la tesis titulada "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMILLAS DE AMARANTO Y TOMATE PRODUCIDAS CON DOS MÉTODOS BAJO EL SISTEMA BIOINTENSIVO DE CULTIVO.", del alumna **MARISOL TENORIO LÓPEZ**, egresada de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, respeta las normas y lineamientos establecidos institucionalmente para su elaboración y su autor cuenta con el voto aprobatorio de su tutor y comité tutorial.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
Jesús María, Ags., 27 de Noviembre del 2015.
"Se Lumen Proferre"



M. en C. GABRIEL ERNESTO PALLÁS GUZMÁN
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

c.c.p. C.P. Ma. Esther Rangel Jiménez.- Jefa del Departamento del Control Escolar
c.c.p. Sección de Certificados y Títulos
c.c.p. Secretario Técnico
c.c.p. Estudiante
c.c.p. Archivo

AGRADECIMIENTOS

Al Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada número 457961, para la realización de este posgrado.

A mi tutor Dr. José de Jesús Luna Ruiz, por su apertura, orientación y apoyo para el desarrollo del posgrado y la presente tesis.

Al Comité Tutorial Dr. Onésimo Moreno Rico y Dr. Joaquín Sosa Ramírez, por su apoyo para el desarrollo de la presente tesis.

A la Universidad Autónoma de Aguascalientes, por ser mi alma mater.

A José Agustín Medina Macías, por su apoyo.

A John Jeavons, por crear y sistematizar una de las mayores pasiones de mi vida el Método Biointensivo de Cultivo de Alimentos.

A Juan Manuel Martínez Valdez, por ser un maestro de la agricultura Biointensiva.

A la empresa Biocampo, por el apoyo para los análisis de virus.

Al Biol. Carlos Rodrigo Martín Clemente, por su apoyo y asesoría.

A mis compañeros de Maestría, en especial a Estefanía Ramírez, Rubén Guerrero e Higinio Sandoval.

DEDICATORIA

A mi Madre María del Carmen López Ruiz y a mi Padre Humberto Tenorio Izazaga, por su ejemplo, enseñanzas y acompañamiento.

En especial a José Agustín Medina Macías, por su paciencia, inspiración, e impulso por este estilo de vida.

A la comunidad Biointensiva latinoamericana y del caribe.

A mis Maestras Ellen Bartholomew y Carol Cox, por su apoyo y enseñanzas en la producción de semillas.

A Florencia Franco y Dario Franco, por su apoyo para recabar datos.

A mis amigas Bélgica Romero de Loera, Alejandra Hermosillo Gutierrez, Jennifer Ungemach y Patricia Mayagoitia por sus palabras de aliento durante este proceso.

A la Dra. Natalia Villanueva Rosales por su orientación.

A los voluntarios del huerto el Mezquite, en especial a Maricruz Sansón, Isabel Quiroz y Laura Romero.

A Karla Pérez, por su orientación y apoyo en el laboratorio de microbiología.

A mi hermano Gerardo Tenorio López.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	1
INDICE DE CUADROS	3
INDICE DE FIGURAS	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN GENERAL	11
II. MARCO TEÓRICO	14
2.1 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS	14
2.2 LAS SEMILLAS	15
2.3 TIPOS DE REPRODUCCIÓN VEGETAL Y BIOLOGÍA FLORAL.....	17
2.3.1 POLINIZACIÓN	17
2.3.2. SEMILLAS DE POLINIZACIÓN ABIERTA	18
2.4 CALIDAD DE SEMILLAS	18
GERMINACIÓN.....	21
VIGOR.....	22
VIABILIDAD.....	23
CONTENIDO DE HUMEDAD.....	23
SANIDAD	24
PUREZA VARIETAL	24
DENSIDAD.....	25
2.5. TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN DE SEMILLA	25
2.6 LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS A PEQUEÑA ESCALA.....	26
2.7 EL SISTEMA BIOINTENSIVO DE CULTIVO	27
PRODUCCIÓN DE SEMILLA BAJO EL SBC	29

2.8 ANTECEDENTES	31
2.9 JUSTIFICACIÓN	33
2.10 OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	34
III. ANALISIS DE LA CALIDAD DE SEMILLAS DE AMARANTO Y TOMATE DE DIFERENTES PROCEDENCIAS Y PRÁCTICAS DE PRODUCCION DE SEMILLAS EN EL SBC	36
3.1 INTRODUCCIÓN	36
3.2 MATERIALES Y MÉTODOS	38
3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
ATRIBUTOS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE DIFERENTES PROCEDENCIAS	44
PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS EN EL SBC.....	51
3.4 CONCLUSIONES.....	56
IV. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMILLAS DE AMARANTO Y TOMATE PRODUCIDAS CON DOS MÉTODOS BAJO EL SBC	58
4.1 INTRODUCCIÓN	58
4.2 MATERIALES Y MÉTODOS	65
4.2.1 LOCALIZACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL	65
4.2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	65
4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	74
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	86
VIII. ANEXO 1	90
IX. ANEXO 2	93
IX. ANEXO 3	95

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Atributos de calidad y operaciones de manejo, cosecha, procesamiento y almacenamiento de semillas.....	19
Cuadro 2. Información sobre semilla de Amaranto y Tomate contenida en el folleto de Auto-enseñanza de la Mini-serie # 13 (Donelan, 1999).....	29
Cuadro 3. Procedencia de lotes que fueron evaluados en el presente capítulo, variedad y año de cosecha.....	39
Cuadro 4. Hongo y virus analizados en semillas de Amaranto.....	42
Cuadro 5. Bacteria, Hongo y virus analizados en semillas de Tomate.....	42
Cuadro 6. Procedencia de lotes que fueron evaluados en el presente capítulo, variedad y año de cosecha.....	45
Cuadro 7. Atributos de calidad en semillas de Amaranto.....	46
Cuadro 8. Atributos de calidad en semillas de Tomate.....	48
Cuadro 9. Resultados de los análisis de virus en las cuatro procedencias de Tomate.....	51
Cuadro 10. Aspectos Demográficos de la Encuesta.....	52
Cuadro 11. Ubicación agroclimática del huerto, y área productiva del huerto m ²	52
Cuadro 12. Información sobre origen de las semillas que se utilizaron para siembra.....	54
Cuadro 13. Técnica para extraer la semilla.....	54
Cuadro 14. Procedencia de lotes Amaranto evaluados en el presente capítulo.....	67
Cuadro 15. Amaranto. Tipo de siembra, MC y MA.....	68
Cuadro 16. Tomates evaluados en el presente capítulo.....	70
Cuadro 17. Tomate. Tipo de siembra, MC y MA.....	71
Cuadro 18. Amaranto. Procedencias evaluadas en el presente capítulo.....	75
Cuadro 19. Amaranto. Fechas de siembra, trasplante y trasplante definitivo.....	75
Cuadro 20. Amaranto. Peso de 1000 semillas en gramos.....	76
Cuadro 21. Amaranto. Porcentaje de Germinación y Vigor Alto en MA y MC.....	77
Cuadro 22. Resultados de los análisis de virus en Amaranto.....	79
Cuadro 23. Resultados de los análisis de <i>Thecaphora amaranthi</i> en Amaranto.....	79
Cuadro 24. Procedencias de Tomate que fueron evaluadas en el presente capítulo.....	80
Cuadro 25. Tomate. Fechas de siembra, trasplante y trasplante definitivo.....	80
Cuadro 26. Tomate. Peso de 1000 semillas de tomate en gramos.....	81

Cuadro 27. Tomate. Porcentaje de germinación y Vigor Alto MA y MC. 82

Cuadro 28. Resultados de los análisis de virus en Tomate. Métodos y Procedencias..... 83

Cuadro 29. Tomate. Análisis de semillas en medio de crecimiento..... 84

Cuadro 30. Dictámenes de sanidad entregados por la empresa Biociencia, sobre los lotes de Tomate y Amaranto enviados a análisis. 90

Cuadro 31. Muestras correspondiente a los ejemplares entregados para identificación al laboratorio de Taxonomía del Centro de Ciencias Básicas. 95

Cuadro 32. Especies de *Amaranthus* spp. que fueron cosechadas en el MA. 97

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes de una semilla de Solanaceae. Página electrónica: solanaceaesource.org/solanaceae/solanum-lycopersicum..... 16

Figura 2. Atributos de calidad integrados a partir de la información en Copeland y McDonald, 2001; Hampton y col., 2013; George, 2011. 21

Figura 3. Amaranto. Acomodo de la siembra en campo. Aguascalientes (naranja), Bountiful Garden (amarillo) y Estado de México (azul)..... 68

Figura 4. Acomodo de Tomate en campo. Acomodo de la siembra en campo. Aguascalientes (naranja), Querétaro (amarillo) y Estado de México (azul)..... 71

Figura 5. Estructuras de *Amaranthus cruentus* L..... 96

Figura 6. Estructuras de *Amaranthus hypochondriacus* L. 97

RESUMEN

El abastecimiento de semillas de alta calidad física, fisiológica y sanitaria en cualquier sistema agrícola, requiere de buenas prácticas para producirlas, conservarlas, analizarlas y distribuirlas.

En el presente estudio se abordaron los siguientes objetivos: (1) analizar la calidad de semillas de Amaranto y Tomate de diferentes procedencias y documentar algunas prácticas utilizadas por usuarios del Sistema Biointensivo de Cultivo y (2) Evaluar la calidad de semillas de Amaranto y Tomate producidas con dos métodos bajo el Sistema Biointensivo de Cultivo (SBC): método convencional (MC) y método alternativo (MA). A diferencia del MC, el MA incorpora prácticas como la desinfección de semillas antes de la siembra, el aislamiento reproductivo, y las buenas prácticas de selección, desemillado, cribado, protección, secado y almacenamiento de semillas.

Para el primer objetivo se analizó la calidad de semillas de Amaranto y Tomate de cuatro procedencias (Estado de México, Querétaro, Aguascalientes y Michoacán) producidas bajo el SBC. Adicionalmente se diseñó y aplicó un cuestionario para identificar las prácticas convencionales de producción de semillas que aplican los productores y/o usuarios del SBC.

Para cada muestra de semilla recibida de Amaranto y Tomate se determinaron los siguientes atributos: Peso de 1000 semillas en mg (P1000s), porcentaje de Semilla Pura (%SPura), porcentaje de Germinación (%Germ) y Sanidad. Para Tomate también se registró el nivel de agregación (Ag) de la semilla.

Los resultados con Amaranto indicaron que el P1000s superó el valor de referencia en tres de las cuatro procedencias, en tanto que %SPura y %Ger, alcanzaron el 93% en las cuatro procedencias, superando el 70% referido por ISTA.

En Tomate, el P1000s fluctuó de 916 a 2321 mg y el %Germ de 68% a 99% entre procedencias, mientras que el %Spura fue superior al 92.3%. Dos procedencias de tomate no superaron el 75% de germinación establecido por ISTA.

Para evaluar la sanidad de las procedencias se analizaron los principales fitopatógenos transmitidos por semilla en Amaranto y Tomate. Para Amaranto se analizó la presencia del

hongo *Thecaphora amaranthi* y el grupo de Potyvirus. En Tomate se analizó la bacteria *Clavibacter michiganensis*, el hongo *Alternaria solani*, y los virus Alfamovirus del Mosaico de la Alfalfa (AMV), Cucumovirus del Mosaico del Pepino (CMC), Tomatovirus del Mosaico del Tabaco (TMV), Nepovirus de la Mancha anular de Tabaco (TRSV), Tomamovirus del mosaico del Tomate (ToMV), así como el grupo de Potyvirus. En todas las procedencias analizadas, tanto de Amaranto como de Tomate los resultados fueron negativos para los fitopatógenos analizados.

Para documentar las prácticas convencionales para producir semillas en el SBC, se diseñó y aplicó, entre marzo y octubre de 2015, un cuestionario en línea a productores del SBC en México y otros países de Iberoamérica. Para diseñar, aplicar y analizar los resultados del cuestionario se utilizó el programa e-encuesta.com. Con base a la información proporcionada por 20 usuarios que respondieron la encuesta, se pudo detectar que a pesar de su formación profesional y experiencia en el cultivo Biointensivo, los practicantes y/o usuarios del SBC carecen de suficiente información y conocimientos técnicos sobre las prácticas más adecuadas para mejorar los atributos de calidad de sus semillas. En particular, los usuarios desconocen los principios y técnicas de aislamiento reproductivo, tratamientos preventivos de semillas para la siembra, técnicas eficientes de secado, control de humedad, almacenamiento, y germinación. Asimismo, se detectó que se carece de conocimiento sobre los fitopatógenos transmitidos por las semillas usadas y distribuidas entre los usuarios del SBC.

Para el segundo objetivo, el cual consistió en evaluar la calidad de semillas de Amaranto y Tomate producidas en Aguascalientes con los MC y MA, se diseñó un experimento factorial con tres repeticiones para cada cultivo. Para cada cultivo se incluyeron semillas originales de tres procedencias. En el caso de Amaranto, las tres procedencias corresponden a las variedades Gigante Dorado (EdoMex) y Burgundy (Ags y California). Para tomate, las tres procedencias corresponden a las variedades Citlali (EdoMex), Cherry Chadwich (Ags), y Cuatomate (Querétaro).

Para ambos cultivos, las prácticas en el MA incluyeron la desinfección térmica de las semillas originales antes de la siembra, menor densidad de plantas en la parcela con relación al MC, selección de plantas y/o frutos para obtener semillas, selección y cribado de semillas, y condiciones favorables de almacenamiento. Las prácticas anteriores no se

aplicaron en el MC. Los dos experimentos (Amaranto y Tomate) fueron llevados a cabo simultáneamente durante 2014 en el Huerto El Mezquite, localizado en el municipio de Jesús María, Aguascalientes. En total se produjeron 18 lotes de semilla para cada cultivo (3 procedencias x 2 métodos x 3 repeticiones = 18). Cada lote fue analizado con base a los mismos atributos de calidad y sanidad aplicados a las procedencias de Amaranto y Tomate en el primer objetivo.

Los resultados con la semilla de Amaranto mostraron diferencias significativas a favor del MA para P1000s, Alto Vigor y %Germ. Sin embargo, las semillas de Tomate producidas con el MA no mejoraron sus atributos de calidad en comparación con el MC. Las pruebas de sanidad resultaron negativas para todos los fitopatógenos analizados, independientemente del cultivo, método y procedencia.

Los resultados derivados de esta tesis indican que la calidad de semillas producidas bajo el SBC no es uniforme y puede variar según el cultivo, la procedencia de la semilla, y las prácticas aplicadas en cada unidad productiva. La alta variabilidad detectada en los atributos de calidad de semillas producidas bajo el SBC representa una serie de retos y oportunidades de mejora para el propio sistema, donde la formación de capacidades y el desarrollo de indicadores para la producción y certificación de semillas de alta calidad debe ser una prioridad.

Palabras clave: biontensivo, amaranto, tomate, calidad de semillas.

ABSTRACT

In any farming system the seeds supply of high physical, physiological and health quality, requires good practices to produce them, keep them, analyze them and distribute them.

The following objectives were addressed in this study: (1) analyze the quality of seeds of amaranth and tomato from different origins and documenting some practices used by users of the Grow Biointensive and (2) assess the quality of seeds of amaranth and tomato produced two methods under the Grow Biointensive (GB): conventional method (MC) and method alternative (MA), in contrast to the MC, MA incorporates practices such as the seeds dressing before sowing, reproductive isolation, and best selection practices, screening, protection, drying and seed storage.

For the first objective will analyze the quality of amaranth and tomato seeds of four provenances (Estado de México, Querétaro, Michoacán and Aguascalientes) produced under the GB. In addition was designed and applied a questionnaire for identify the conventional practices of seed production which producers or users of the GB applied.

The following attributes were determined for each sample received from amaranth and tomato seed: weight of 1000 seeds mg (P1000s), pure seed (SPura %), percentage of germination (% Germ) and health. The level of aggregation (Ag) of the seed were also recorded for tomato.

The results with amaranth, pointed out that the P1000s exceeded the reference value of the ISTA in three of the four sources, as SPura % and % Germ, reached 93% in the four provenances, exceeding 70% referred to by ISTA.

In tomato, the P1000s ranged from 916 to 2321 mg and the Germ % 68% to 99% between provenances, while the Spura % was top 92.3%. Two origins of tomatoes did not exceed the 75% germination established by ISTA.

Major pathogens transmitted by seed in amaranth and tomato were analyzed to assess the health of origins. For amaranth are analyzed the presence of the fungus *Thecaphora amaranthi* and the Group of Potyvirus, in tomato is analyze the bacteria *Clavibacter michiganensis*, the fungus *Alternaria solani*, and the virus the Alfalfa mosaic Alfamovirus (AMV), cucumber mosaic Cucumovirus (CMC), Tomatovirus of the tobacco mosaic (TMV), Nepovirus de la Mancha void of tobacco (TRSV), tomato mosaic Tomamovirus (ToMV), as well as the Potyvirus group. In all analyzed provenances, both amaranth and tomato the results were negative for the pathogens tested.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

To document the conventional practices to produce seed in GB, was designed and applied between March and October 2015 a survey online to producers of GB in Mexico and elsewhere in Latin America. To design, implement, and analyze the results of the survey will use the program e-encuesta.com. Based on the information provided by 20 users of Mexico who answered the survey could detect that despite their training professional and experience in GB cultivation, practitioners or GB users lack sufficient information and expertise on best practices to improve the attributes of quality of their seeds. In particular, the users are unaware of the principles and techniques of reproductive isolation, seeds preventive treatments for planting, efficient techniques of drying, humidity control, storage, and germination. Also, I detect that you lack of knowledge about pathogens transmitted by seeds used and distributed among GB users.

For the second objective, which was to assess the quality of seeds of amaranth and tomato produced in Aguascalientes with the MC and MA, will design a factorial experiment with three replications for each crop. Original seeds of three provenances were included for each crop. In the case of amaranth, three origins correspond to the varieties of Golden Giant (Estado de Mexico) and Burgundy (Ags and California). For tomato, three sources correspond to Citlali (Estado de Mexico), Cherry Chadwich (Ags), and Cuatomate (Querétaro) varieties.

Practices in the MA included thermal disinfection of the original seeds before sowing, for both crops, lower density of plants in the plot with relation to the MC, selection of plants or fruits to get seeds, selection and screening of seeds, and storage conditions. Previous practices were not applied in the MC. The two experiments (amaranth and tomato) were carried out simultaneously for 2014 in Mezquite the garden, located in the municipality of Jesus Maria, Aguascalientes. In total, there were 18 lots of seed for each crop (3 x backgrounds methods 2 x 3 repeats = 18). Each lot was analyzed based on the same quality and health attributes applied to the origins of amaranth and tomato in the first goal. The results with amaranth seed showed significant differences in favor of MA for P1000s, high force and % Germ. However, tomato seeds produced with MA did not improve their attributes of quality compared to the MC. Health tests were negative for all pathogens tested, regardless of culture, method and origin.

The results derived from this thesis indicate that the quality of seed produced under the GB is not uniform and varies depending on the crop, the origin of the seed, and practices applied in each production unit. The high variability detected in the attributes of quality of

seed produced under the GB represents a major challenges and opportunities for improvement to the system itself, where capacity building and the development of indicators for the seed production and seed certification in high quality should be a priority.

Key words: biointensive, amaranth, tomato, seed quality.



I. INTRODUCCIÓN GENERAL

La semilla es el recurso más importante para continuar el ciclo de vida de la mayoría de las plantas cultivadas. Un eslabón importante del desarrollo del proceso civilizatorio han sido las prácticas más básicas y antiguas de selección y conservación de semillas.

La importancia de identificar y mantener de diversidad de cultivos ha sido reconocida como una prioridad a nivel mundial, con diversos programas que se han impulsado desde la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO). Si bien existen esfuerzos y proyectos de gran envergadura como la Bóveda Global de semillas de Svalbard, es necesario e imprescindible fortalecer el rol de los pequeños agricultores en la creación y conservación de la diversidad de cultivos hortícolas.

En dicho contexto un paso importante para poder abordar el estado del arte en la producción de semillas en el Sistema Biointensivo de cultivo, es conocer que prácticas se realizan en las unidades de producción, por lo que como parte de la presente investigación se aborda un cuestionario, que nos introduce en el conocimiento del productor Biointensivo y su unidad de producción.

Se aborda como eje el tema de la calidad de la semilla, el cual si bien es un concepto amplio y extenso, se busca hacer una aproximación mediante el uso de atributos de calidad de semilla, para lo que se buscó conocer la semilla original de dos cultivos selectos de 4 procedencias en donde se trabajó con el Sistema Biointensivo de cultivo. Posterior a ello, se realizaron dos experimentos de producción de semilla, con la aplicación del método convencional que usan los productores biointensivos, y con un método propuesto alternativo en donde se incluyen algunas prácticas de tecnología de semilla, para finalmente comparar los atributos de calidad con los dos métodos, nombrados como método convencional y método alternativo.

Si bien el Sistema Biointensivo de cultivo, se practica en más de 130 países en el mundo (Jeavons, 2012), no se ha generado suficiente información sobre los principios que se aplican para la producción del Sistema y desde luego que tampoco se ha recabado información sobre los productores Biointensivos que producen semilla. En dicho sentido si

bien existen manuales sobre producción de semillas a pequeña escala, no se ha generado información científica sobre la calidad de las semillas producidas en los sitios de producción del Sistema Biointensivo de cultivo.

Para México el Sistema Biointensivo está prácticamente distribuido por todo el país, sin conocer de forma directa a todos los que lo trabajan, puesto que parte del sistema es buscar que se adapte a pequeños sitios de producción que no cuentan con condiciones óptimas de suelo, o insumos para agricultura, y por lo regular se encuentran dispersos. Como concepto general el Sistema Biointensivo es un tipo de agricultura sustentable y orgánica en pequeña escala, cuya finalidad principal es producir más alimentos en el menor espacio posible, disminuyendo los costos energéticos y económicos, así como la demanda de agua, y restaurando la fertilidad del suelo.

Si bien en los últimos años el Sistema Biointensivo se ha enseñado en algunas Universidades, no hay suficiente información científica sobre indicadores del propio Sistema, y por lo tanto menos información sobre la producción de semillas a pequeña escala.

Una de las principales problemáticas, es que no se evalúan los atributos de calidad de las semillas producidas en el propio Sistema, y tampoco de aquella que se piensa incorporar al mismo, y ello puede tener repercusiones importantes en la parte de sostenibilidad de la unidad de producción. Si bien la mayoría de las unidades de producción son de tamaño pequeño en comparación con la agricultura industrializada, y se orientan primordialmente a ser de autoconsumo. La problemática se centra en la propia unidad de producción y el mantenimiento de variedades de cultivo que posiblemente no son atractivas para la agricultura industrializada, sin embargo tienen importancia para el contexto local de su producción y consumo. En las unidades Biointensivas se busca que haya diversidad de cultivos, a fin de cumplir con las diversas necesidades alimenticias y para ello debe haber un manejo adecuado del sistema.

Como indicador general los sistemas de semillas impulsados por la FAO, se orientan a la compra de semilla certificada que ha llevado un riguroso proceso de análisis de semillas, lo que si bien opera en grandes lotes de producción, no son compatibles con los pequeños productores, puesto que no están interesados en comprar grandes cantidades de la

misma semilla, o no pueden producir un volumen suficiente de semilla para pasar los análisis de certificación de semillas.

En dicho contexto se conoce que mucha de las semillas de hortaliza que se utiliza en México se produce en Europa, la que si bien puede funcionar de forma muy adecuada en el sitio de producción, no hay certeza de como se comporten en condiciones agroclimáticas distintas.

El propósito de esta investigación fue el de generar un primer acercamiento a las prácticas de producción de semilla que se utilizan actualmente en el Sistema Biointensivo de cultivo y, a partir de dicha información, poder identificar que prácticas son pertinentes para incorporar como propuesta a fin de fortalecer la autosuficiencia en la producción de las propias semillas en el Sistema Biointensivo de cultivo.

Es común que en los sistemas de agricultura sustentable y orgánica, se asuma que la calidad de las semillas está dada por las prácticas de manejo agrícola, sin embargo, se carece de información sobre los atributos de calidad de las semillas producidas bajo dichas condiciones.

La tesis tiene como objetivo principal evaluar la calidad de semillas de Amaranto y Tomate producidas con dos métodos (convencional y alternativo), bajo el Sistema Biointensivo de cultivo, a fin de determinar si las propuestas son oportunas, el capítulo III aborda la caracterización de la calidad de semillas originales de Amaranto y Tomate producidas bajo el sistema Biointensivo de cultivo en cuatro localidades, así como identificar las prácticas convencionales para producción de semilla que aplican los productores bajo el Sistema Biointensivo de cultivo, el capítulo IV se centra en evaluar la calidad de semillas de Amaranto y Tomate producida bajo el Sistema Biointensivo de cultivo, nombrado como Convencional, y un método Alternativo en donde se incorporan prácticas de tecnología de semillas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

Las semillas juegan un papel esencial en el establecimiento y continuidad del cultivo (Desai, 2004).

La importancia de identificar y mantener la diversidad de cultivos ha sido reconocida como una prioridad a nivel mundial. Y como respuesta internacional los esfuerzos recientes se han orientado en la creación de mecanismos para salvaguardar la biodiversidad. Uno de los mayores acuerdos internacionales para lograr dicho objetivo, es la creación y operación de la Bóveda Global de semillas de Svalbard (Svalbard Global Seed Vault), la cual inició operaciones en el año 2008. La bóveda mantiene duplicados de los resguardos que se encuentran en bancos de semillas alrededor del mundo, con el propósito de resguardar el material genético en caso de un desastre regional o global que ponga en peligro la diversidad agrícola de semillas (FAO).

Bien existen diversos Bancos de Semillas que son guardianes del germoplasma global, al tener solo una estrategia, se tiene solo un reflejo de la diversidad de cultivos en un momento dado, y deja de forma marginal el dinámico proceso que hacen los agricultores en la generación y mantenimiento de la diversidad de cultivos (Kraft y col., 2010).

La agricultura y la civilización han avanzado simultáneamente en la historia junto con el cuidado de sus semillas y el desarrollo de nuevos cultivos y variedades. Muchas tribus terminaron su vida nómada al establecerse de forma permanente, ya que aprendieron a sembrar, cosechar y conservar las semillas durante el invierno (Desai 2004; Copeland y McDonald, 2001).

Muchos de los cultivos usados por el ser humano han sido gradualmente domesticados durante los últimos 10,000 años. La gradual domesticación ha resultado, tanto de factores ambientales, como de la selección de los agricultores. Los productores de vegetales trabaja en áreas tan diversas como son desde emprendedores agrícolas a gran escala hasta pequeñas áreas con fines de alimentación y subsistencia que permiten que las familias completen su ingreso y su dieta (George, 2009).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Las semillas son reconocidas como el insumo básico y más importante para todos los cultivos. Además, son el insumo más económico ya que todos los otros insumos agrícolas -agua, fertilizantes, pesticidas y herbicidas, maquinaria, mano de obra- pueden ser mucho más costosos. El retorno de todos esos otros insumos está directamente influenciado por el insumo básico que son las semillas (FAO).

Las semillas son un elemento fundamental para la subsistencia de las comunidades agrícolas. Son el depósito del potencial genético de las especies cultivadas y de sus variedades obtenidas por el mejoramiento y la selección continuos a través del tiempo (FAO).

Un sistema sostenible de semillas garantiza la producción de semillas de calidad de una amplia gama de cultivos y variedades y su plena disponibilidad en el tiempo, al alcance de los agricultores y otros interesados. Sin embargo, en muchos países en desarrollo los agricultores todavía no han recibido plenamente los beneficios originados en las ventajas de utilizar semillas de calidad debido a un conjunto de factores, tales como los sistemas de producción, distribución y de garantía de calidad ineficaces y los cuellos de botella causados por la falta de políticas de semillas adecuadas en aspectos decisivos como el acceso a créditos para los insumos. Además, la presión ejercida por las fluctuaciones de los precios de los alimentos y el cambio climático plantean mayores desafíos (FAO).

Para atenuar las limitaciones citadas, la FAO trabaja en una serie de áreas relacionadas con la formación técnica, el mejoramiento de los sistemas de semillas y facilitar el acceso de los agricultores a semillas de buena calidad de variedades adaptadas localmente (FAO).

2.2 LAS SEMILLAS

La semilla es una unidad reproductiva compleja, característica de las plantas espermatofitas, que se forma a partir del óvulo vegetal, generalmente después de la fertilización. Se encuentra en las plantas con flores (angiospermas) y en las gimnospermas. En las angiospermas los óvulos se desarrollan dentro de un ovario. Las reservas energéticas de la semilla son: grasas, carbohidratos y algunas veces proteínas, que sostendrán a la futura plántula durante sus primeras etapas de vida. Estas reservas pueden encontrarse en el tejido o en el embrión mismo, lo cual está relacionado con la germinación (Figura 1) (Doria, 2010).

La semilla se compone de las siguientes partes:

- Radícula: tiene el potencial de convertirse en una raíz, produciendo pelos absorbentes y raíces secundarias. Por lo regular es la primera parte que emerge.
- Plúmula: es una yema, que se encuentra en el lado opuesto de la radícula.
- Hipocotílo: tiene el potencial de convertirse en un tallo, se encuentra entre la radícula y la plúmula.
- Cotiledones: tienen la función de reserva de alimento, y adquiere la función de primeras hojas.
- El endospermo o albumen: es la reserva alimentaria contenida en la semilla. En las monocotiledóneas está constituido por almidón.
- Epispermo: es la cubierta exterior. Está formada por la testa y, en el caso de las angiospermas, con una cubierta suplementaria por debajo de está, llama tegmen (Elias y col., 2012)

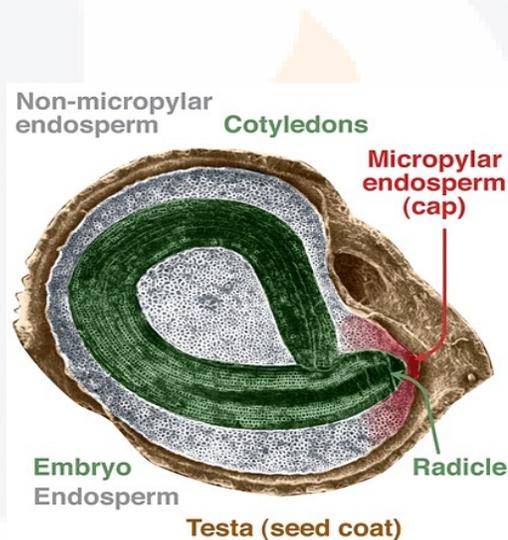


Figura 1. Componentes de una semilla de Solanaceae. Página electrónica: [solanaceaesource.org.solanaceae/solanum-lycopersicum](http://solanaceaesource.org/solanaceae/solanum-lycopersicum).

El proceso de formación de las semillas inicia con la fusión de los gametos masculino y femenino, un proceso conocido como fertilización. La fertilización o singamia, puede ocurrir cuando ambos gametofitos masculino y femenino están completamente maduros. Ello ocurre en un proceso dual de fusión conocido como doble fertilización. El grano de polen llega al estigma en donde es reconocido y viaja al saco embrionario, a través del tubo polínico que el mismo genera, para lo que atraviesa el estigma y el estilo, llevando en su extremidad el núcleo de la célula vegetativa, seguido por el núcleo de la célula

generativa. Una vez dentro del saco embrionario uno de los gametos masculinos se fusiona con el gameto femenino y forma la célula huevo (diploide), que dará lugar al embrión de la semilla; otro de los gametos se fusiona con los núcleos polares femeninos y forma el endospermo de la semilla (triploide). Por lo que se produce una doble fertilización, la que forma al embrión de la semilla y al endospermo (Copeland y McDonald, 2001).

2.3 TIPOS DE REPRODUCCIÓN VEGETAL Y BIOLOGÍA FLORAL

Las plantas pueden clasificarse en autógamas y alógamas, según su tipo de reproducción sexual. La autógamas se autofecundan, por lo que no necesitan otra planta de la misma o diferente especie para reproducirse. Las alógamas (de polinización abierta y/o cruzada), en cambio, son fecundadas mediante la transferencia del polen de la flor de una planta a otra por medio de insectos, viento y otros agentes (Copeland y McDonald, 2001).

Una planta alógama se reproduce mediante polinización cruzada o abierta, por lo cual es necesaria la contribución del polen de otra planta; aquí es donde la intervención de la tecnología y de seleccionadores hace posible la introducción de genes que pueden reforzar las cualidades intrínsecas de una planta.

2.3.1 POLINIZACIÓN

La polinización es el proceso en donde se trasfiere el polen a los estigmas de las plantas con flor, lo cual ocurre principalmente por el viento, polinizadores animales (insectos) u otros medios. Para los cultivos de producción hortícola, los mayores agentes polinizadores son el viento y los insectos (George, 2009).

El periodo del desarrollo de la flor cuando el estigma está listo para recibir el polen es conocido como anthesis (Copeland y McDonald, 2001).

Las flores que son polinizadas por el viento son llamadas anemófilas. Flores que son polinizadas por insectos son llamadas entomófilas. Un gran número de especies de insectos están involucradas en la polinización. Los dos órdenes de mayor importancia en la polinización de semillas para cultivos agrícolas son: *Hymenoptera*, que incluye hormigas, abejas, y avispas, y *Díptera*, orden que incluye a las moscas (George, 2009).

2.3.2. SEMILLAS DE POLINIZACIÓN ABIERTA

Las variedades de polinización libre (PL) se conocen también como “*Open Pollinated varieties*” o variedades OP, que significa “de polinización libre” o “de polinización abierta”.

Un cultivo de polinización abierta es definido como una población uniforme y estable que refiere equilibrio genético. Este tipo de cultivo es generalmente heterogéneo y heterocigoto con genes con una frecuencia constante en su nivel de expresión (George, 2011).

Las variedades PL provienen de un proceso continuo de selección y evaluación de plantas, familias y poblaciones sobresalientes a través de varios ciclos de selección y autofecundación (autopolinización) de las plantas seleccionadas. Los ciclos de selección y autofecundación se hacen bajo diferentes condiciones ambientales (riego, sequía, calor, enfermedades, plagas) con el fin de seleccionar las plantas más sobresalientes por su resistencia, rendimiento, precocidad, uniformidad y calidad. Este proceso implica la evaluación de miles de plantas de un mismo tipo en diversos ambientes y localidades durante varios ciclos de selección y autofecundación (Luna, 2010).

El proceso de rescate de semillas de variedades locales tiene niveles diferenciados de conocimiento por parte del agricultor en relación al tipo de características del cultivo, y en muchos casos responde a preferencias de consumo, sabor, color, calidad de procesamiento y cualidades para platillos tradicionales, dejando de lado, en muchos casos, lo referente a la calidad de la semilla (Kraft y col., 2010).

Después de la cosecha y la trilla o extracción de la semilla, el siguiente paso obligado es el proceso de secado a fin de mantener un óptimo de humedad que evite la germinación temprana, conservando al máximo la calidad fisiológica (viabilidad, germinación, y condiciones de almacenamiento) que prevengan el desarrollo de bacterias y hongos, y reduzcan la infección por ácaros e insectos (Desain, 2004).

2.4 CALIDAD DE SEMILLAS

El término “calidad de la semilla”, se utiliza para describir el valor total de un lote de semilla para un propósito dado, e incluye los componentes de la especie, pureza física, pureza varietal, masa de la semilla, germinación, vigor, contenido de humedad y sanidad de la semilla (Copeland y McDonald, 2001; Hampton y col., 2013).

El establecimiento exitoso de un cultivo de semillas de alta calidad, requiere de semillas seleccionadas que cumplan con diferentes expectativas: 1) Alto porcentaje de germinación; 2) Germinación rápida y uniforme; 3) Producción de plántulas normales y vigorosas; 4) Semillas que presenten poca sensibilidad a factores externos, lo cual les permitan germinar en un amplio rango de condiciones agroclimáticas (Cuadro1) (Corbineau, 2012).

La incorporación de prácticas de manejo de semillas, puede incrementar varios indicadores de calidad a la vez, a excepción de aquellas prácticas que solo sean puntuales para un indicador de calidad en particular (Cuadro 1) (Rao y col., 2006, George, 2011).

Cuadro 1. Atributos de calidad y operaciones de manejo, cosecha, procesamiento y almacenamiento de semillas.

Atributos de Calidad en Semillas	Operaciones pre y post cosecha que tienen influencia en la Calidad de Semillas
Germinación y Vigor	Condiciones de maduración de la semilla en la planta madre
	Maduración post cosecha
	Secado
	Procesamiento
	Evitar daños mecánicos
	Almacenamiento, incluido empaquetado y condiciones ambientales
	Tratamiento oportuno de las semillas
Pureza Genética (confiabilidad de la descripción)	Adecuado etiquetado en todas las fases del proceso
	Pureza del stock original de la semilla base
	Control de cultivos voluntarios
	Aislamiento (tiempo y distancia)
	Selección eficiente, en las etapas apropiadas
Pureza Física	Aplicación de los descriptores del cultivo
	Manejo de la semilla libre de semillas de otros cultivos, malezas o parásitos de plantas
	Tamizado eficiente para la limpieza de la semilla, y uso correcto de las herramientas para la limpieza de semilla, en relación a los residuos que pudieran estar presentes en la semilla
Sanidad de la Semilla	Stock libre de enfermedades de transmisión por semillas
	Adecuado control de plantas voluntarias en el campo, los cuales pueden ser hospederos alternativos de plagas y patógenos
	Eliminación de las plantas madres infectadas tan pronto

	como sean identificadas
	Adecuado y oportuno tratamiento de semilla
Contenido de humedad	Condiciones de Cosecha
	Tiempo de cosecha, secado y ambiente de almacenamiento

(George, 2011).

La calidad de un lote de semilla es determinada por procedimientos estandarizados específicos, los cuales incluyen análisis de semillas en laboratorios con equipo especializado y pruebas de rigor. Estos análisis evalúan atributos de calidad como son el potencial de germinación, la pureza varietal, la sanidad y el contenido de humedad (Figura 2). La gran mayoría de países industrializados y en proceso de industrialización, han adoptado reglas para el análisis de semillas, en específico las establecidas por la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (International Seed Testing Association, ISTA) o por la Asociación de Analistas Oficiales de Semillas (Association of Official Seed Analysts, AOSA) (Elias y col., 2012).

Los métodos de evaluación de calidad de semilla proporcionan información para predecir el comportamiento de la semilla en campo, dato que es necesario y valioso para la industria semillera (Corbineau, 2012).

En cualquier sistema de cultivo, la germinación de la semilla y el vigor son los atributos más importantes de calidad de semillas a fin de asegurar emergencia uniforme y establecimiento satisfactorio del cultivo. Muchos factores pueden afectar y reducir la germinación y el vigor de la semilla y con ello la calidad fisiológica de éstas; entre esos factores están el estrés ambiental y la cosecha prematura o tardía durante el proceso de producción de la propia semilla (Geus y col., 2008).

Para la determinación de las pruebas, será de especial importancia la selección de muestras de semillas a partir de un lote o población específica. Es esencial que los métodos usados para determinar la germinación de una muestra tomada de un lote de semillas, sean reproducibles; ello tiene mucha importancia, principalmente en cuestiones de cumplimiento de legislación y de comercio internacional (George, 2009).

□

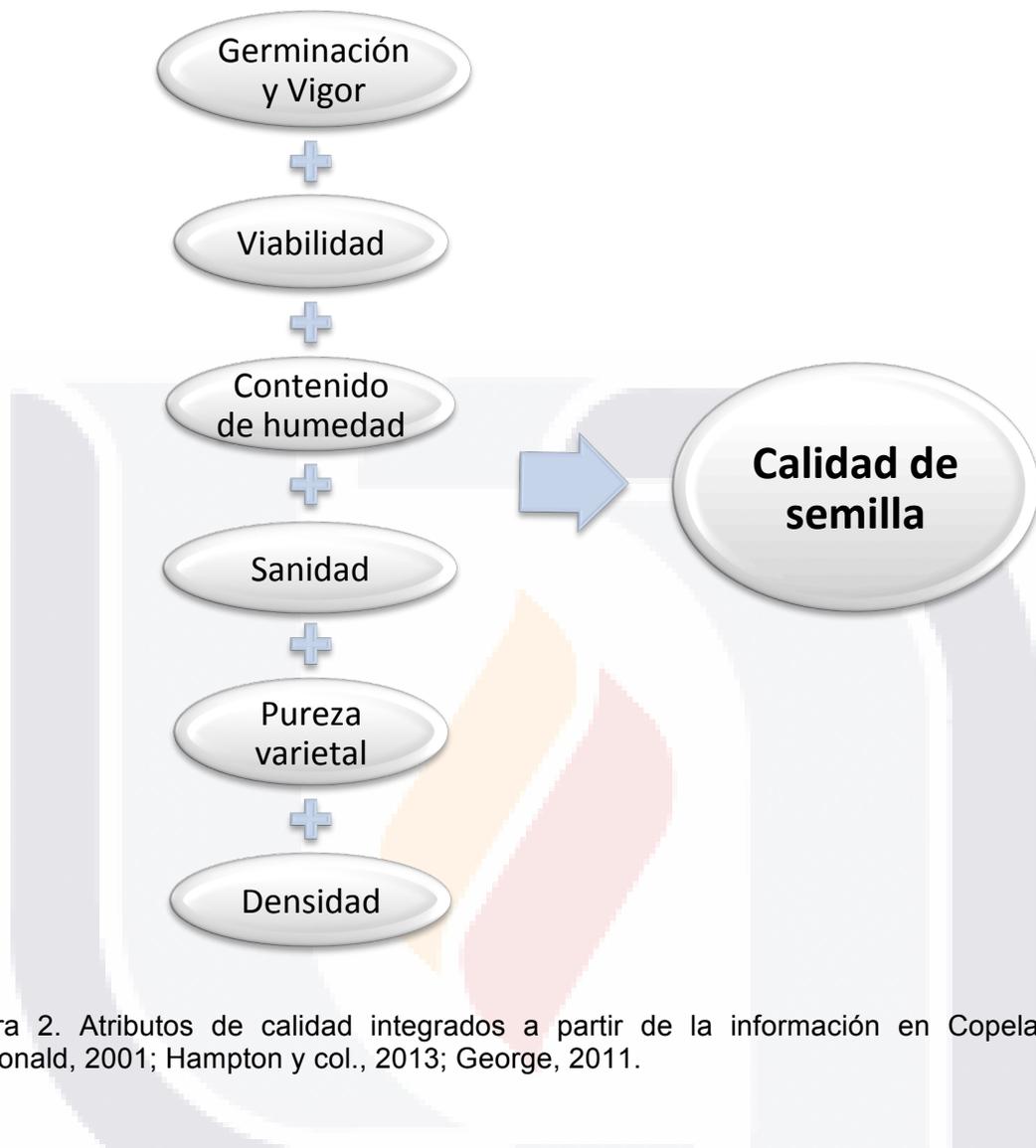


Figura 2. Atributos de calidad integrados a partir de la información en Copeland y McDonald, 2001; Hampton y col., 2013; George, 2011.

GERMINACIÓN

La germinación se define como la serie o secuencia de eventos morfogénicos que resultan en la transformación de un embrión en una plántula. Dicho proceso involucra la división y expansión celular y la formación de estructuras de la planta, como hojas, tallos y raíces (Copeland y McDonald, 2001).

Para los lotes de semilla de alta calidad, se espera que la germinación, definida como el proceso que inicia con la imbibición y que es completada por la producción de una plántula normal (ISTA 2005), sea lo más cercana al 100%, según los criterios de la industria semillera. La germinación de una semilla puede verse afectada negativamente

por las condiciones de exposición a estrés durante la cosecha, la limpieza, el secado y el almacenamiento, y de igual forma pueden influir condiciones desfavorables en campo durante el crecimiento y desarrollo de la semilla, en particular las condiciones desfavorables de temperatura, precipitación y humedad relativa (Elias y col., 2012; Hampton y col., 2013).

El proceso de germinación es resultado de una precisa regulación, cuya complejidad se origina tanto en diversos factores externos (temperatura, oxígeno, luz, disponibilidad de humedad), y en factores internos a la expresión de la semilla (Corbineau, 2012; Elias y col., 2012).

El contenido de humedad es un factor muy importante en el control de la germinación de la semilla. Con menos del 40 o 60 % de humedad en la semilla (con base en peso fresco), no se efectúa la germinación. La temperatura es tal vez el factor ambiental más importante que regula la germinación y controla el crecimiento subsecuente de las plántulas. Aunado a un buen intercambio de gases entre el medio de germinación y el embrión, lo que es básico para una germinación rápida y uniforme. El oxígeno (O₂) es esencial para el proceso de respiración de las semillas durante su germinación. Algunas semillas tienen una necesidad absoluta de luz y sin ella pierden su viabilidad en unas semanas (Copeland y McDonald, 2001).

En términos generales, el porcentaje de germinación no debe ser inferior al 85 % en las especies cultivadas (Rao y col., 2006).

Como referencia, el USDA cuenta con un "Standard germination test", en donde se establece cual es el estándar mínimo de germinación legal para la semilla que es comercializada en Estados Unidos de América.

VIGOR

Según la definición conceptualizada por ISTA, el vigor es la suma total de las propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad y el rendimiento de la semilla de un lote durante la germinación y la emergencia de las plántulas (Flores, 2004). Existen diversas pruebas que son reconocidas y se describen en los procedimientos del ISTA. En términos generales, el vigor se determina a partir de la velocidad de germinación y el porcentaje de semillas germinadas con apariencia normal (Luna, 2010).

VIABILIDAD

La viabilidad se refiere a la capacidad de la semilla de germinar y producir una planta normal. En esencia se reconoce por ser viable o no viable.

Posterior a la prueba de germinación, es posible determinar la viabilidad mediante la prueba de Cloruro de Tetrazolium, la cual es una prueba rápida y confiable. Tiene como propósito detectar la actividad de enzimas deshidrogenas que se activan en semillas hidrolizadas (embebidas en agua) durante el inicio de la germinación. Estas enzimas actúan como indicadores para estimar el rango de respiración y con ello la viabilidad de la semilla. Las sales de tetrazolium reaccionan en formazan y tiñen el tejido vivo de la semilla, para la interpretación de la prueba se requieren patrones topográficos de coloración (tejido vivo) de la semilla (Elias y col., 2012; Flores, 2004).

En relación con Quick, la longevidad de la semilla es una característica ecológica de las plantas que depende tanto de la morfología como de cuestiones bioquímicas (Desai, 2004).

CONTENIDO DE HUMEDAD

El contenido de humedad de las semillas (CHS) es la cantidad de agua que hay en una semilla. El CHS se expresa en términos del peso del agua contenida en una semilla como porcentaje del peso total de la semilla antes del secado, conocido como peso húmedo o como base de peso fresco (pf) (ISTA, 2005).

El contenido de humedad es el factor más importante para determinar la velocidad a la cual las semillas se deterioran, y tiene un impacto considerable en la longevidad de las semillas en almacenamiento en un banco de germoplasma. Incluso pequeños cambios en el contenido de humedad tienen un gran efecto en la vida en almacenamiento. Es importante determinar el contenido de humedad antes de almacenar las semillas para predecir con exactitud el potencial de vida en almacenamiento que tendrá cada lote.

El contenido de humedad varía en las semillas en relación al tamaño del grano, la composición química, la humedad de cosecha, el método de cosecha, la humedad relativa de la atmósfera, y las fluctuaciones estacionales (Desain, 2004).

La determinación del contenido de humedad, se puede realizar mediante los métodos de: secado en horno, descrito por ISTA (2005), y mediante medidores de humedad (Elias y col., 2012).

SANIDAD

Las enfermedades de las plantas, son una de las mayores amenazas para la seguridad alimentaria, contribuyendo a la desnutrición de más de 800 millones de personas en el mundo. Muchas enfermedades vegetales son transmitidas por las semillas, y por ello la importancia de incidir en la sanidad. Plantar semillas infectadas incrementa las fallas en germinación, la mortalidad de plántulas y las enfermedades en el cultivo (Biemond, y col., 2013).

Con frecuencia, los cultivos se infectan con una variedad de patógenos comunes transmitidos a través de las semillas, los cuales pueden no ser visibles o reconocidos con facilidad durante la colecta. Los inóculos transmitidos en la semilla reducen la longevidad en almacenamiento y ocasionan germinación deficiente. Existen cuatro tipos de organismos que se transmiten por la semilla y que afectan una amplia variedad de cultivos: Hongos, Bacterias, Virus, Insectos (Rao y col., 2006).

A fin de contribuir con la sanidad de la semilla, se deberá tener especial cuidado con la limpieza mediante medios mecánicos para la eliminación de desechos, material inerte, semillas dañadas e infectadas, y semillas de otras especies. La limpieza de semillas es una práctica que mejora la calidad del lote. Un aspecto importante es que la limpieza de la semilla se debe realizar inmediatamente después de colectarse (Rao y col., 2006).

Existen diversas prácticas para tratar las semillas agrícolas antes de la siembra, entre las que destacan el uso de fungicida, tratamiento con medios físicos, o extractos de plantas. Los tratamientos sanitarios presentan mayores o menores ventajas en cuanto a que no reducen de forma significativa el porcentaje de germinación de la semillas y confieren protección contra fitopatógenos e insectos (Schmitt y col., 2009; Mtui y col., 2010; Mbega y col., 2012).

PUREZA VARIETAL

Mantener la pureza del cultivo durante la producción de semilla es un logro que requiere de la combinación de varios factores, algunos de los cuales inician desde el momento de

la planeación del cultivo, lo cual incluye prácticas de rotación de cultivos y el aislamiento reproductivo del lote. Otros factores se relacionan directamente con aspectos agronómicos y de manejo del cultivo en campo. Entre ellos el monitoreo de las características morfológicas acordes con la descripción varietal, y la eliminación temprana de plantas atípicas o que no cumplan con las características de la variedad (George, 2009; Elias y col., 2012).

La calidad genética se considera un concepto de “certeza” sobre las características del cultivo y la pureza varietal. Se debe tener un control estricto de la genética de la semilla, y de las categorías con las que cumple, así como de los procedimientos de certificación de semillas, lo cual facilita la autenticidad de un lote de semillas. Para ello se utilizan descriptores del cultivo y variedad, los cuales enumeran las características del cultivo y la variedad, y los tipos de expresión fenotípica que presenta (George, 2009).

DENSIDAD

En la industria semillera, el tamaño de la semilla se cuantifica por el peso medio, comúnmente expresado como “el peso de mil semillas”, del lote analizado (Luna, 2010). Si bien la densidad de semillas no se considera un atributo de calidad, es pertinente para el presente estudio integrar su evaluación. La densidad de semillas de variedades de cultivo se considera la variable que menos afecta al rendimiento de la semilla por fitomejoramiento. Los factores que afectan de forma más significativa la densidad de semillas, incluyen factores genéticos, disponibilidad de agua y disponibilidad de nutrientes para la planta madre (Hamptom y col., 2013).

2.5. TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN DE SEMILLA

Si bien la clasificación de familias botánicas es un tema de gran amplitud, a fin de identificar dos tipos de prácticas de manejo en las semillas, se propone la clasificación según la forma de extracción de semilla (George, 2009):

- a) **Extracción de semilla en fase seca:** son cultivos en los cuales la semilla deberá manejarse con la menor concentración de humedad posterior a la cosecha, a fin de mantener en las mejores condiciones el vigor y la viabilidad de la semilla. Un ejemplo de semilla en fase seca es el Amarantho.
- b) **Extracción de semillas en fase húmeda:** cultivos los cuales requieren que posterior a la extracción de semilla, la misma sea lavada o fermentada a fin de

retirar mucílago o tejidos del fruto de donde se extrajo, y reducir con ello la concentración de humedad posterior. Esta semilla será secada posteriormente. Un ejemplo de semilla en fase húmeda es el Tomate.

2.6 LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS A PEQUEÑA ESCALA

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) impulso en 2011 el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, también denominado en forma abreviada como el “tratado de semillas”.

El proceso de rescate de semillas de variedades locales tiene niveles diferenciados de conocimiento del agricultor, en relación al tipo de características del cultivo (Kraft y col., 2010).

Desde el nacimiento de la agricultura el hombre ha guardado una especial relación con las semillas, alimento de fácil conservación y simiente para la próxima cosecha, las mejoras conseguidas en las características deseables de las plantas se transmiten con las semillas, que además se pueden transportar fácilmente y cambiar de lugar, dando lugar a una enorme diversidad de formas dentro de cada especie de interés agrario.

Sin embargo, con la evolución de los sistemas agrarios este elemento de la producción, tan importante como el suelo, el agua o el aire, se ha convertido en un insumo más. Alrededor de las semillas hay todo un cúmulo de intereses que han llevado a la situación actual, en la que los agricultores casi han perdido su capacidad de producir, guardar y sembrar sus propias semillas.

El proceso de modernización de la agricultura ha sido la causa principal, con la sustitución de las semillas de variedades tradicionales por las selecciones híbridas, producidas por un número de empresas cada vez menor, que persiguen los objetivos de la agroindustria: productos unificados, alimentos estándares, control de los insumos, etc. Todo ello congruente con un modelo de producción intensiva, derrochadora de energía y gran consumidora de recursos naturales.

En esta situación los agricultores son ahora más dependientes, han de comprar las semillas todos los años a las multinacionales.

Por otro lado, los consumidores modernos han perdido las referencias del sabor de los alimentos, desconocen el aroma y la calidad de las variedades tradicionales. Ahora las nuevas variedades de cultivo, seleccionadas para producir más, para durar más, para soportar fertilizaciones más altas, responden a los intereses de la distribución comercial, y no a los parámetros de calidad y salud como alimento, que debería ser el objetivo principal de la cadena alimentaria.

En el fondo se está perdiendo la cultura agroalimentaria, referente a nuestras tradiciones y gastronomía. Patrimonio que si bien no tiene un mercado económico como tal, es de suma importancia para el fitomejoramiento de variedades hortícolas.

En este contexto tiene gran interés recuperar las variedades tradicionales en agricultura, ya que aportan diferentes ventajas: una referencia cultural y una calidad diferenciada para los consumidores, y para los pequeños productores suponen recuperar cultivos más rústicos y controlar todo el proceso del cultivo, desde la semilla hasta el fruto (Roselló y Soriano, 2008).

2.7 EL SISTEMA BIOINTENSIVO DE CULTIVO

El Sistema Biointensivo de Cultivo (SBC) es un tipo de agricultura sustentable y orgánica en pequeña escala, cuya finalidad principal es producir más alimentos en el menor espacio posible, disminuyendo los costos energéticos y económicos, así como la demanda de agua, y restaurando la fertilidad del suelo. Es una opción viable para los pequeños productores, que buscan aumentar y mantener la calidad de su producción, y mantener la fertilidad de su suelo (Jeavons, 2001).

El SBC trabaja con los siguientes ocho principios (Jeavons, 2001):

1. Elaboración y aplicación de composta: es el principio de mayor importancia, pues su práctica permite recircular los nutrientes en el suelo, así como mejorar las propiedades físicas y químicas, e incrementar la materia orgánica (Jeavons, 2012).

2. Excavación Profunda: se busca realizar una excavación de mayor profundidad sin compactar la superficie del suelo, a fin de proporcionar mayor oxigenación a las raíces y desarrollar mayor cantidad de materia orgánica (Jeavons, 2012).

3. Siembra Cercana: se soporta en la elaboración de almácigos y el manejo de un espaciamiento en donde las plantas puedan desarrollarse sin entrar en competencia (Jeavons, 2012).

4. Asociación y Rotación de Cultivos: reglas y métodos para cuidar el flujo de nutrientes en el suelo, buscando identificar las necesidades de consumo de nitrógeno de los diferentes tipos de plantas, para poder clasificar a las plantas como consumidoras ligeras, voraces y donantes, y en base en ello poder hacer las rotaciones, considerando como regla básica no incluir un cultivo de la misma familia botánica en la misma área al menos durante dos años (Jeavons, 2012). Además de los beneficios generados en el cultivo al plantarlo junto con otro cultivo que le pueda favorecer (More, 2010).

5. Conservación de Semillas: en este aspecto se busca lograr el mayor grado de adaptación de la semilla a las diferentes condiciones de suelo y clima, por lo que se busca el uso de semillas que posteriormente puedan ser reproducidas en el mismo Sistema Biointensivo de Cultivo, y que las mismas cuenten con los atributos de calidad que permitan la autosuficiencia de las unidades de producción (Jeavons, 2012).

6. Cultivos Eficientes en biomasa y contenido de calorías: a fin de proporcionar los elementos para la recirculación de materiales mediante la composta, se busca el uso de cultivos con alta producción de biomasa para reintegrar al sistema, así como la producción de granos y semillas para proveer calorías en la alimentación (Jeavons, 2012).

7. Cultivos eficientes en área y peso: uso de cultivos que permitan tener alta producción en calorías en poca área, utilizando cultivos especiales como la papa, el camote, el ajo, el poro, etc. Cultivos que por unidad de área proporcionen mayor peso de rendimiento, y cada kilo aporte una cantidad considerable de calorías (Jeavons, 2012).

8. Integralidad: incorporar de forma adecuada cada uno de los principios dentro de la práctica agrícola, buscando que el proceso sea lo más sostenible posible (Jeavons, 2012).

Las áreas de producción con el Sistema Biointensivo son desde su concepción pequeñas, y por ello presentan una ventaja de productividad inversa a su tamaño (Moore, 2010).

PRODUCCIÓN DE SEMILLA BAJO EL SBC

Como parte de los Principios del Sistema Biointensivo de cultivo, se favorece el uso de semillas que puedan ser reproducidas en el mismo Sistema, y en razón de ello ECOLOGY ACTION editó en 1999 el folleto de Auto-enseñanza de la Mini-serie # 13. En este se incluye información valiosa sobre cada cultivo como: tipo de polinización, agentes polinizadores, aislamiento propuesto, ciclo de vida, cosecha de la semilla, número mínimo de plantas, etc. (Donelan, 1999). Sin embargo, se carece de información validada científicamente, y de protocolos específicos de producción de los diferentes tipos de semilla (Cuadro 2).

Cuadro 2. Información sobre semilla de Amaranto y Tomate contenida en el folleto de Auto-enseñanza de la Mini-serie # 13 (Donelan, 1999).

Cultivo	Polinización y agente	Aislamiento (m)	Ciclo de vida	Cosecha tipo de fruto	Viabilidad (años)	% de germinación	Tiempo de germinación	Régimen de temperatura y humedad	No. Mínimo de plantas/ Área mínima
Amaranto <i>Amaranthus spp.</i> <i>Amaranthus hypochondriacus</i>	AP*	24	A	2S	2	70	C	ST	NA 1/0.2
Tomate <i>Solanum lycopersicum</i>	AP*	15	A (P)	1	4	75	C	ST	5 / 1.4

En este folleto se incluye un apartado sobre observaciones, para Amaranto se describe lo siguiente: Variedades uniformes. Puede cruzarse con muchos parientes cercanos silvestres. Gran campo para el mejoramiento por selección sensible al fotoperiodo. Requiere día corto.

En el caso se Tomate, se incluye la siguiente información: Guarde las semillas de varios frutos de distintas plantas.

En las referencias se especifica que “AP*” se refiere a Autopolinización y puede tener Polinización cruzada.

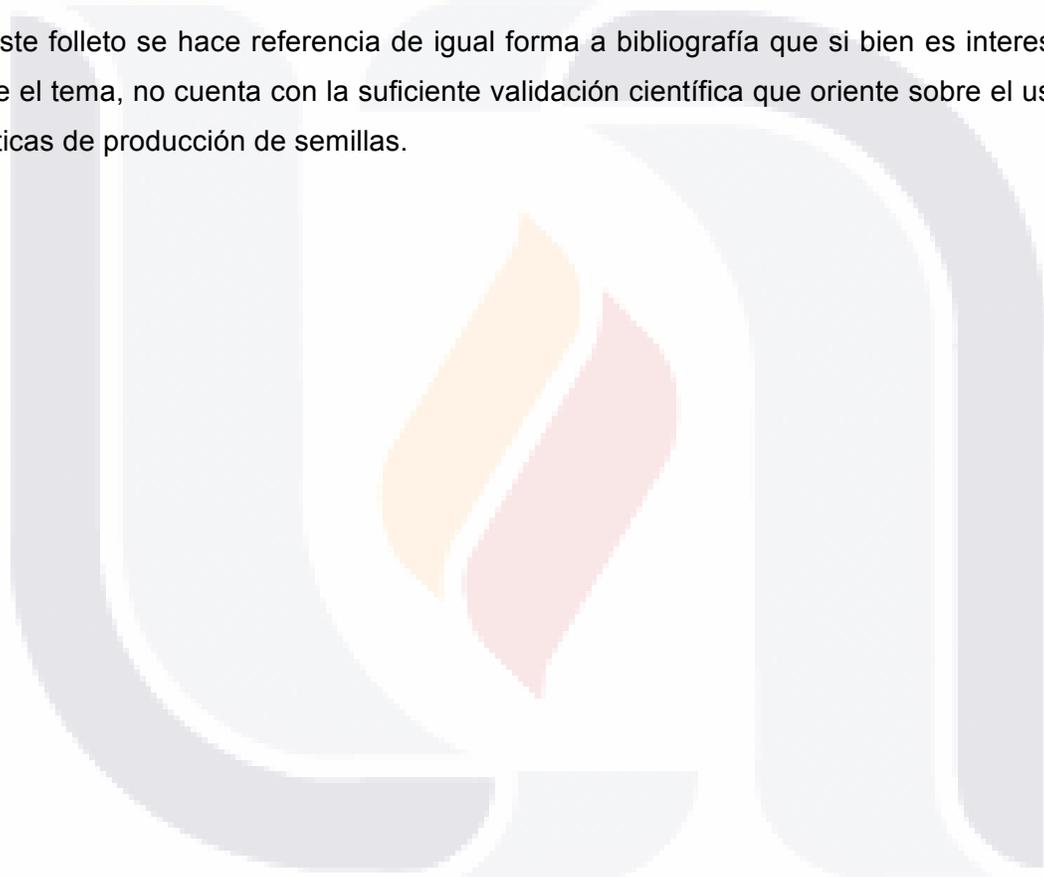
Ciclo de vida: “A” se refiere a Anual, y “P” se refiere a Perene.

Cosecha tipo de fruto: “1” se refiere a Semillas contenidas en frutos carnosos, “2” se refiere a semillas contenidas en frutos secos, y “S” a que la planta dispersa las semillas de manera irregular.

Tiempo de germinación: “C” corto.

Régimen de temperatura y humedad: “ST” Requiere suelo tibio para germinar.

En este folleto se hace referencia de igual forma a bibliografía que si bien es interesante sobre el tema, no cuenta con la suficiente validación científica que oriente sobre el uso de prácticas de producción de semillas.



2.8 ANTECEDENTES

Mapes y col. (1995), realizaron investigación sobre el desarrollo de cinco razas de amaranto (*Amaranthus* spp.) para producción de grano en el estado de México, en donde se hizo evaluación del crecimiento de las plantas tomando como variables: altura, área foliar, biomasa total y biomasa de raíz, tallo, hojas e inflorescencias. A partir de los datos de biomasa y área foliar se calcularon diferentes tasas de crecimiento.

Aufhammer y col. (1998), realizaron investigación sobre la germinación de variedades mejoradas de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* y *A. hybridus*), y los efectos en calidad de las semillas, temperatura, luz y uso de pesticidas. La mayoría de los efectos observados fue por la interacción del cultivo. El porcentaje de germinación se presentó sobre el 80 % con temperaturas mayores a 16° C. El almacenamiento de las semillas por más de un año, disminuyó el porcentaje de germinación.

Bernal y col. (2000), realizan investigación en relación a los hongos de campo presentes en las semillas de *Amaranthus hypochondriacus* L. en el estado de Tlaxcala, México, encontrando como hongos de campo a *Alternaria* sp., *Fusarium lateritium*, *Fusarium* sp., *Phoma* sp., *Chaetophoma* sp. y *Peyronellaea* sp., identificando por primera vez en México a *Thecaphora amaranthi* atacando las plantas de amaranto y transportado por la semilla. No se encontró *Macrophoma* sp. aún cuando el estudio estaba orientado a detectarlo.

Noelting y col. (2004), realizaron un estudio para conocer la micoflora en semillas de amaranto (*Amaranthus* spp.). Detectaron que los medios más efectivos son Agar Papa Glucosado al 2% (APG), Agar Czapek (CZ) y Agar para conteo en placa (PCA), las cajas fueron incubadas a 26°C± 2 y 16 hs luz/8 hs oscuridad de fotoperiodo durante siete días, con pH de 6.5. Se registraron catorce géneros fúngicos siendo *Alternaria* el género fúngico aislado con mayor frecuencia. Los otros géneros frecuentes fueron *Mucor*, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Aspergillus* y *Penicillium*

Córdoba-Sellés y col. (2007), investigaron la incidencia del Virus del Mosaico del Pepino (PepMV) en Tomates, y la alternativa de tratar la semilla con fosfato trisódico (compuesto detergente) sin comprometer la germinación de las semillas. Los mismos autores encontraron que el tratamiento con Acido Clorhídrico redujo la germinación, y el tratamiento con pectinasa no fue capaz de eliminar la incidencia del virus.

Troiani y col. (2008), presentan estudio referente al efecto del control mecánico de malezas en los caracteres agronómicos de tres genotipos de amaranto.

Pérez-Camacho y col. (2008), presentaron indicadores morfológicos y fisiológicos del deterioro de semillas de tomate de cáscara, en donde determinan que las pérdidas del porcentaje de germinación de la semilla tienen una tasa de reducción de 8.7% anual.

Bomford (2009), estudió la asociación de cultivos de tomate, con albahaca y col de brúcelas, a fin de caracterizar las asociaciones benéficas y aquellas que no aportan beneficios.

Schmitt y col. (2009), realizaron una investigación a fin de controlar *Phoma valeranellae*, en lechuga, mediante el uso de métodos físicos y el uso de agentes de origen natural, en donde discuten, que tanto los medios físicos como el uso de aceite de tomillo (*Thymus* spp.) al 0.1 % en agua caliente a 40°C fueron los métodos más eficaces.

García-Pereyra y col. (2011), evaluaron cuatro genotipos de *Amaranthus* (*hypochondriacus* y *cruentus*) bajo cinco densidades de población. El estudio de la interacción genotipo con ambiente para la variable rendimiento en grano indicó que la respuesta obtenida varió con el ambiente y densidad evaluados. Observando en varios de los genotipos que la densidad adecuada para rendimiento en grano fue de 18,666 plantas/ha.

Kaur y col. (2010), evaluaron las características de semillas de *A. hypochondriacus* y *A. caudatus*. El peso de 1000 semillas de *A. hypochondriacus* fue de 0.62 a 0.88 g.

Ramírez-Vázquez y col. (2011), realizaron una investigación en donde se evaluó la calidad física y fisiológica en la semilla de *Amaranthus hypochondriacus* en la fertilización y densidad de población, presentaron resultados de un estudio de envejecimiento acelerado en la semilla.

Ramírez y col. (2010), realizaron la caracterización morfológica en variedades de amaranto de acuerdo a la guía TG/247/1 para la descripción varietal en amaranto, la cual consta de 40 caracteres, entre los que se encuentra el peso de 1000 semillas, obteniendo la media de 0.69 g a partir de 10 variedades de amaranto.

Mtui y col. (2010), realizan un estudio para evaluar los efectos del tratamiento de semillas de tomate y el mantillo sobre bacterias patógenas transmitidas por semillas. Determinaron que la solución de cloro al 2 %, y el tratamiento en agua caliente en varias fases, reducen significativamente la presencia de *Xanthomonas campestris*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, y *Clavibacter michiganensis*, en comparación con el control y el uso del producto Rodomil Gold (fungicida sistémico para el control de diversas enfermedades).

Rodríguez-Burgos y col. (2011), realizan la caracterización de frutos y semillas de variedades de Tomate de cascara, en donde utilizan algunas metodologías propuestas por ISTA, a fin de cumplir con la caracterización de semillas.

Corbineau (2012), busca destacar que la calidad de semilla depende de condiciones tanto del desarrollo de la semilla, como de su almacenamiento, y esta se puede ir modulando, al momento de introducir tratamiento a la semilla.

Mbega y col. (2012), presenta un estudio en donde se evalúan 11 aceites esenciales aplicados a la semilla de Tomate como tratamiento para el control de *Xanthomonas perforans* en Tomate. Los resultados obtenidos muestran que tanto Romero (*Rosmarinus officinalis*) como Eucalipto (*Eucalyptus globules* Labill.), fueron los mejor evaluados, dado que presentan capacidad de controlar el crecimiento de unidades formadoras de colonias (CFU), y no tienen efectos negativos en la germinación de la semilla, además de permitir mayor vigor en las plántulas después de su aplicación.

2.9 JUSTIFICACIÓN

Los sistemas agrícolas de pequeña escala en países en desarrollo, comúnmente tienen sistemas informales de producción, almacenamiento y abastecimiento de semillas. Estos sistemas informales alcanzan hasta el 80 % del suministro de semillas en muchos países. Estos sistemas han sido criticados en razón de que la producción de semilla no se evalúa con pruebas de sanidad de semilla; la falta de alternativas o buenas prácticas para producir semillas de buena calidad a pequeña escala conlleva el riesgo de usar semillas portadoras de patógenos y enfermedades (Biemond y col., 2013). En la 1ª Conferencia Mundial sobre semillas orgánicas, se concluyó que faltan reglas claras y armonizadas para crear certidumbre comercial sobre la producción de semillas orgánicas (IFOAM, 2005). Por lo cual se destaca que existe la necesidad de encontrar formas rentables para producir semillas orgánicas de calidad en lotes pequeños (Deleuran y Boelt, 2009).

En el sistema de cultivo Biointensivo no existen protocolos para la producción de semillas de calidad, y por lo tanto los productores biointensivistas están produciendo semillas si bien con algunas recomendaciones sobre manejo del cultivo, pero careciendo de prácticas orientadas hacia la calidad de las semillas, por decirlo más claro bajo el mismo proceso técnico que se usa para producir “grano”. La falta de protocolos eficientes para producir semillas de alta calidad en el SBC, pone en riesgo la calidad, su autosuficiencia y la productividad del sistema. Aunado a que se carece de los protocolos para hacer una evaluación sistemática de los atributos de calidad con los que cuenta la semilla producida.

2.10 OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Objetivo General

Analizar la calidad de semillas de diferentes procedencias, documentar algunas prácticas utilizadas por usuarios del SBC, así como evaluar la calidad de semillas de Amaranto y Tomate producidas con dos métodos bajo el SBC: método convencional (MC) y método alternativo (MA).

Objetivos específicos

- (1) Analizar la calidad de semillas de Amaranto y Tomate de diferentes procedencias y documentar algunas prácticas utilizadas por usuarios del SBC.
- (2) Evaluar la calidad de semillas de Amaranto y Tomate producidas con dos métodos bajo el SBC: método convencional (MC) y método alternativo (MA).

Hipótesis general

La calidad de semillas producidas de manera convencional bajo el SBC es variable y mejora al incorporar prácticas basadas en tecnología de semillas.

Hipótesis específicas

- (1) La calidad de semillas de amaranto y tomate producidas de manera convencional bajo el SBC es variable.
- (2) Los productores del SBC desconocen varias prácticas basadas en tecnología de semillas.

(3) La calidad de semillas de amaranto y tomate producidas bajo el SBC mejora con las prácticas basadas en tecnología de semillas.



III. ANALISIS DE LA CALIDAD DE SEMILLAS DE AMARANTO Y TOMATE DE DIFERENTES PROCEDENCIAS Y PRÁCTICAS DE PRODUCCION DE SEMILLAS EN EL SBC

3.1 INTRODUCCIÓN

El amaranto se considera una semilla de extracción en seco, lo cual se realiza una vez que la semilla esta fisiológicamente madura y seca. El género *Amaranthus* sp., pertenece a la familia Amaranthaceae.

La principal enfermedad viral es *Amaranthus Mottle Virus*, que reduce el crecimiento, retarda la floración y afecta negativamente la producción de grano (Espitia-Rangel, 2012). Es un virus del grupo de los Potyvirus, al cual pertenecen más de 40 géneros, y puede ser analizado mediante un Immuno Strip ® para Potyvirus Group de la empresa Agdia.

Los problemas mas graves en semillas de amaranto en México son causados por el carbón del Amaranto cuyo agente causal es el hongo *Thecaphora amaranthi*, (Eduardo Espitia Rangel, comunicación personal).

El Tomate (*Solanum lycopersicum*) es un cultivo de gran importancia hortícola. Es un cultivo cuya semilla es considerada de extracción húmeda. El cultivo de tomate presenta diversos problemas fitosanitarios, y algunos fitopatógenos del tomate son transmitidos por la semilla.

El tomate o jitomate (*S. lycopersicum*) pertenece al mismo género de las papas y berenjenas, las que a su vez forman parte de la familia Solanaceae. Recientemente a principios del año 2000, se realizó una reubicación taxonómica del género en base a relaciones filogenéticas de ADN, quedando finalmente como *Solanum lycopersicum* (Sun y col., 2013).

La semillas de Tomate pueden presentar diversos patógenos, tanto internos como externos. Entre los más frecuentes están el Virus Mosaico del Tabaco, Virus Mosaico del Tomate, Virus Mosaico del pepino, *Xanthomonas* spp., *Pseudomonas syringae*, *Colletotrichum* spp., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp., (Córdoba-Sellés y col., 2007; Mbega y col., 2012; Mtui y col., 2010).

En Mexico, los principales fitopatógenos analizados en semillas de Tomate son *Clavibacter michiganensis pv michiganensis* – cancro bacteriano del tomate, *Alternaria solani* – tizón temprano, y los siguientes virus: Alfamovirus del Mosaico de la Alfalfa (AMV), Cucumovirus del Mosaico del Pepino (CMC), Tomatovirus del Mosaico de Tabaco (TMV), Nepovirus de la Mancha anular de Tabaco (TRSV), Tobamovirus del mosaico del Tomate (ToMV), Potyvirus grupo, propuesta en base a información bibliográfica y consulta con laboratorio Biociencia.

A la fecha se desconocen las prácticas convencionales para producir semilla que aplican los productores bajo el SBC. Una metodología de investigación para conocer las prácticas de manejo usadas por un grupo o población, se basa en el diseño y aplicación de cuestionarios a una muestra representativa de la población, con lo cual se obtiene cierta información de interés. Algunos aspectos metodológicos importantes incluyen el diseño de preguntas, las opciones de respuesta y la administración y aplicación del cuestionario. Para aplicar un cuestionario a distancia, es importante contar con ciertos antecedentes para orientar las preguntas e incluir instrucciones motivantes (Hueso y Cascan, 2012). En cuanto al número de preguntas del cuestionario, deben incluirse todas las necesarias, pero ni una más. Redactar correctamente las preguntas necesarias conduce a obtener la información deseada. Un cuestionario largo, mal redactado y desordenado produce fatiga y rechazo en el encuestado, y por lo tanto aumenta el riesgo de obtener respuestas incompletas y/o sin la debida reflexión (Hueso y Cascan, 2012).

La primera consideración para realizar la entrevista o aplicar el cuestionario es el lugar donde se aplica el instrumento. Por ejemplo, una entrevista en el campo del productor permite conectar las prácticas y sus significados. Las técnicas de recolección de datos permiten captar la información experimentada y absorbida por el entrevistado, al tiempo que capture discursos particulares que remitan a otros significados sociales y generales (Merlinsky, 2006).

La entrevista como forma de conocimiento, tiene tres premisas fundamentales: (1) el ser humano orienta sus actos hacia las cosas en función de lo que éstas significan para él; (2) el significado de estas cosas surge como consecuencia de la interacción social que cada cual mantiene con el prójimo; (3) los significados se manipulan y modifican mediante un

proceso interpretativo desarrollado por la persona al enfrentarse con las cosas que va hallando a su paso (Merlinsky, 2006).

Es importante considerar información demográfica, además de la información del tema que se busca conocer (Kraft y col., 2010).

El objetivo del presente capítulo fue analizar la calidad de semillas de Amaranto y Tomate de diferentes procedencias y documentar algunas prácticas utilizadas por usuarios del SBC.

3.2 MATERIALES Y MÉTODOS

CALIDAD DE SEMILLAS DE AMARANTO Y TOMATE DE DIFERENTES PROCEDENCIAS

Se procedió a realizar un inventario de los Centros que trabajan con el SBC y a partir de dicha información seleccionar aquellos que son reconocidos por la aplicación de los principios conforme a CULTIVEBIOINTENSIVAMENTE MR, tomando como criterio de inclusión, que cumplan con alguno de los siguientes puntos: (1) tener al menos un Maestro certificado a nivel básico, o (2) que alguno de sus integrantes haya cumplido un periodo de internado con Dr. John Jeavons en la sede de Ecology Action, en Willits, California, EUA.

Posterior a ello se envió la solicitud de donación de semilla a 5 Centros en México, tanto de Amaranto como de Tomate, en donde se solicitó que fuera la cosecha más reciente de preferencia año 2012, y que se incluyera información básica sobre la producción de la semilla. Para Amaranto se solicitó que, de preferencia, fueran variedades de Gigante dorado o Burgundy, y para Tomate se solicitó, de preferencia, fuera la variedad Cherry Chadwich.

Se obtuvo semilla de las dos especies selectas que Representan, razonablemente, los cultivos de fruto húmedo y de fruto seco utilizados por los usuarios del Sistema Biointensivo de cultivo. Los cultivos selectos fueron los siguientes: **Amaranto** – representante de cultivos de fruto seco, **Tomate** – representante de los cultivos de fruto húmedo.

Se seleccionaron dichas especies, con el fin de evaluar las prácticas de campo aplicadas a los lotes originales de producción de semilla (Cuadro 3).

En enero de 2014 se recibieron muestras de semillas de Amaranto y Tomate de los estados de Querétaro (Qro), Estado de México (EdoMex), Michoacán (Mich) y Aguascalientes (Ags) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Procedencia de lotes que fueron evaluados en el presente capítulo, variedad y año de cosecha.

Procedencia	Clave Edo.	Cultivo	Variedad	Año
Edo. México	EdoMex	Tomate	Citlali	2011
Aguascalientes	Ags	Tomate	Cherry Chadwich	2012
Querétaro	Qro	Tomate	Cuatomate	2012
Michoacán	Mich	Tomate	Citlali	2013
Edo. México	EdoMex	Amaranto	Gigante dorado	2012
Aguascalientes	Ags	Amaranto	Burgundy	2011
Querétaro	Qro	Amaranto	Alegría	2012
Michoacán	Mich	Amaranto	Alegría	2011

Analisis de la calidad de semillas de diferente procedencia

El trabajo en laboratorio se enfocó en evaluar y comparar los atributos de calidad de semillas (densidad, vigor, porcentaje de germinación, sanidad), tanto de Amaranto como de Tomate, en semillas originales producidas con bajo el SBC, provenientes de 4 procedencias.

El trabajo fue realizado en los laboratorios del Centro de Ciencias Agropecuarias, y el Laboratorio de Microbiología del Centro de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Determinación del porcentaje de germinación

Se estimó el porcentaje de germinación del lote de semillas a partir de un muestreo con repeticiones. Basado en el conteo de semillas germinadas en cámara germinadora.

Se tomaron muestras al azar de cada procedencia, después de mezclar con cuidado el lote de semillas. Se separaron 100 semillas para cada prueba.

Se estimó el porcentaje de germinación (% Germ) del lote de semillas de *Amaranthus sp.* a partir 3 repeticiones de 25 semillas cada una. Las muestras fueron sembradas en medio Agar-Agua en caja petri, sin realizar a las semillas ningún tipo de tratamiento previo. Para la germinación se utilizó cámara germinadora de elaboración propia por la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). La cámara presentó una temperatura constante de 30°C y condiciones de obscuridad.

Para Amarantho la AOSA establece que las pruebas de germinación de *Amaranthus sp.* se evalúan a los 4 y 14 DSS, y que el "Standard germination tests" es de 70%.

Para Tomate la AOSA establece que las pruebas de germinación de *Solanum lycopersicum* se evalúan a los 5 y 14 DSS, y que el "Standard germination tests" es de 75%.

En el caso del Tomate se realizaron dos determinaciones, en la primera nombrada como determinación "1", con la semilla en las condiciones de origen, bajo las mismas condiciones en medio Agar-Agua con temperatura constante y condiciones de obscuridad.

Posteriormente se consideró una determinación "2", en donde se realizó tratamiento de desinfección, para lo que se utilizó Etanol al 80% durante 20 segundos, Hipoclorito de Sodio al 20% durante 5 minutos y detergente Tween 20 (polysorbato 20). La siembra fue en cámara de germinación con temperatura de 30°C y condiciones de obscuridad. Si bien se conoce que no fue un objetivo de estudio, se consideró una aportación a fin de poder monitorear la reacción de las semillas a un lavado profundo. Solo se realizó una prueba en dichas condiciones.

Determinación del vigor

Se determinó a partir de la velocidad de germinación y el porcentaje de semillas germinadas con apariencia normal (Luna, 2010).

Se evaluó a partir del tiempo para la germinación del 50% de las semillas (hrs 50% Germinación), el cual se registró en horas para amaranto y en días para tomate. Esta prueba se contabilizó a partir de las mismas muestras que fueron usadas para medir el porcentaje de germinación.

Determinación de la densidad de semilla

Para determinar la densidad de semillas, se calculó el peso de 1000 semillas (P1000S) en miligramos, usando el procedimiento estándar de la ISTA (2004), para ello se seleccionaron a partir de cada lote de semillas originales de Amaranto y Tomate 8 repeticiones de 100 semillas cada una, las que fueron pesadas en una balanza de precisión serie PGW 453e ADAM, con precisión de 0.001g. (Rodríguez-Burgos y col., 2011).

Determinación del índice de agregación

Para el Tomate de forma previa, se procedió a la separación manual de la semilla, dado que algunas semillas se encontraron con procesos deficientes de secado, y se encontraban adheridas a otras semillas.

Se considero un índice de agregación de semilla, marcando: 1 semilla suelta, 2 semilla junta, 3 semilla muy agregada.

Determinación de la pureza física de la semilla

La limpieza de la semilla o porcentaje de semilla pura (%SPura) se determino mediante 4 repeticiones con un peso determinado de 1500 mg escogido al azar del lote de semillas, y pesado en balanza de precisión serie PGW 453e ADAM. Se pesó la fracción de semilla "limpia" y se expresó la pureza como el porcentaje de peso de semilla sobre el peso total de la muestra de trabajo con la siguiente fórmula (Rao y col., 2006):

$$\text{Pureza \%} = \frac{\text{Peso de las semillas puras (gr)}}{\text{Peso total de la muestra de trabajo (gr)}} \times 100$$

Determinación de la sanidad de semillas

Se determinó la presencia de patógenos que pudieran ser transmitidos por la semilla, mediante pruebas de patología de semillas en laboratorio, y análisis Elisa.

Junto con el Comité Tutorial se tomó la decisión de buscar los siguientes fitopatógenos en las semillas seleccionadas para Amaranto (Cuadro 4) y para Tomate (Cuadro 5). Los hongos y bacterias fueron analizados en el Laboratorio de Microbiología del Centro de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Todos los lotes para análisis de virus fueron enviados al Laboratorio Biociencia, S.A. de C.V.

Cuadro 4. Hongo y virus analizados en semillas de Amaranto.

	Microorganismos
Virus	<i>Amaranthus Leaf Mottle Virus del grupo de Potyvirus</i>
Hongo	<i>Thecaphora amaranthi</i>

Cuadro 5. Bacteria, Hongo y virus analizados en semillas de Tomate.

	Microorganismos
Bacteria	<i>Clavibacter michiganensis pv michiganensis</i>
Hongo	<i>Alternaria solani</i>
Virus	<i>Alfavirus del Mosaico de la Alfalfa (AMV)</i>
	<i>Cucumovirus del Mosaico del Pepino (CMC)</i>
	<i>Tomatovirus del Mosaico de Tabaco (TMV)</i>
	<i>Nepovirus de la Mancha anular de Tabaco (TRSV)</i>
	<i>Tobamovirus del mosaico del Tomate (ToMV)</i>
	<i>Potyvirus grupo</i>

Para búsqueda de hongos, se preparó medio Papa Dextrosa Agar al 2% más 400 mg/L de cloranfenicol, para preparar 1 litro. Se esterilizó y posteriormente se colocó en cajas petri de plástico.

Para búsqueda de bacterias se uso medio YDC preparado con los siguientes componentes para un litro de medio de cultivo: 20g de carbonato de calcio finamente dividido (CaCO₃), 20g de Glucosa, 15g de Agar y 10g de extracto de levadura, aforando

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

a un volumen de 1 litro. Se mezcló con calor y se esterilizó para posteriormente ponerse en cajas petri de plástico.

Procedimientos para Fitopatógenos analizados en semillas de Amarantho

Para Amarantho se buscó *Thecaphora amaranthi*. Se tomó una muestra homogénea de cada lote de semillas, y se contaron 40 semillas por caja. Se procedió a desinfectar la semilla en hipoclorito de sodio al 2% durante 2 minutos, después se enjuagó dos minutos en agua destilada con el uso de tela de manta previamente estéril, y se secó en papel estéril. Se incubó a temperatura ambiente de laboratorio. Los resultados se observaron al 5° día de siembra y posteriormente al día 20 de la siembra.

Para detectar la presencia de Amaranthus Leaf Mottle Virus, del grupo de Potyvirus, se mandaron muestras de los lotes de semillas originales al laboratorio Biociencia S.A. de C.V. En dicho laboratorio se realizaron pruebas utilizando los kits de Elisa de la empresa Agdia.

Procedimientos para Fitopatógenos analizados en semillas de Tomate

Para Tomate se buscó *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Para lo que se tomó una muestra homogénea del lote de semillas originales, se sembraron 40 semillas por caja, con medio de cultivo, con 2 repeticiones. Las semillas fueron utilizadas en condiciones normales sin desinfectar, y se dejaron incubar en condiciones de laboratorio a temperatura ambiente. La primera observación se realizó al 5° día de siembra, y se procedió a realizar resiembra de las colonias que aparentaron características similares a *Clavibacter* a fin de poder aislarla, de lo cual se realizaron observaciones para identificar características de la bacteria buscada.

Para detectar la presencia de *Alternaria solani*, conocido como tizón temprano en semillas de Tomate, las semillas se desinfectaron 1 minuto en hipoclorito de sodio al 2%, posteriormente se enjuagaron 1 minuto en agua destilada, se sembraron 20 semillas por caja petri, y fueron incubadas en condiciones de laboratorio a 24°C (registrados el día de la siembra). La primera observación se realizó 7 días después de la siembra y la segunda al día 14, y la última al día 21.

Para los análisis de virus, se seleccionó una muestra de los lotes de semillas de cada procedencia, y se solicitó apoyo del Laboratorio BIOCIENCIA S.A. DE C.V., a quienes se les mandaron las muestras para su análisis, en donde fueron utilizados los kits de Elisa de la empresa Agdia.

DOCUMENTACION DE LAS PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA EN EL SBC

Para éste objetivo se realizó el diseño de un cuestionario con 42 reactivos (Anexo 2). Se busco obtener información sobre las prácticas que actualmente realizan los productores para obtener semilla bajo el SBC. El instrumento fue aplicado de forma electrónica a productores principalmente en México. Se busco que la encuesta fuera breve, a fin de alentar la participación en la misma.

Se realizaron avisos para la entrega de información. Teniendo fecha de cierre para recibir la información el día 28 de octubre de 2015.

A fin de orientar el cuestionario se apoyó en el uso de preguntas realizadas por Kraft y col., 2010. La primera parte del cuestionario recaba información demográfica, la segunda parte se enfoca en información sobre los cultivos que se producen en cada unidad de producción, y la tercera recaba información sobre prácticas básicas de producción de semillas en Tomate y Amaranto.

Para la aplicación del cuestionario se utilizó el programa e-encuesta.com, desde donde los encuestados respondieron, y posteriormente se descargo la información con los datos analizados.

3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ATRIBUTOS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE DIFERENTES PROCEDENCIAS

Se enviaron 5 solicitudes a centros de México, y se obtuvo respuesta de 3 centros en enero de 2014, más la procedencia local, por lo que se consideró dicho criterio para acotar la muestra de estudio.

La semilla recibida no correspondió totalmente a las variedades solicitadas, puesto que cada centro tiene diferentes planes de rotación y ciclos de producción, por lo que fue complicado contar con variedades homogéneas y años de producción también homogéneos.

En enero de 2014 se recibieron muestras de semillas de Amaranto y Tomate de los estados de: Querétaro (Qro), Estado de México (EdoMex), Michoacán (Mich) y Aguascalientes (Ags), (Cuadro 6).

Cuadro 6. Procedencia de lotes que fueron evaluados en el presente capítulo, variedad y año de cosecha.

Procedencia	Clave Edo.	Cultivo	Variedad	Año
Edo. México	EdoMex	Tomate	Citlali	2011
Aguascalientes	Ags	Tomate	Cherry Chadwich	2012
Querétaro	Qro	Tomate	Cuatomate	2012
Michoacán	Mich	Tomate	Citlali	2013
Edo. México	EdoMex	Amaranto	Gigante dorado	2012
Aguascalientes	Ags	Amaranto	Burgundy	2011
Querétaro	Qro	Amaranto	Alegría	2012
Michoacán	Mich	Amaranto	Alegría	2011

Entre los meses de abril y mayo de 2014 se realizaron las pruebas de germinación, vigor y densidad de semilla.

Atributos de calidad en diferentes procedencias de Amaranto

Los resultados del análisis de calidad de las cuatro procedencias de amaranto se muestran en el Cuadro 7.

Los resultados de densidad de semilla o peso de 1000 semillas (P1000S) de Amaranto muestran que la procedencia Mich fue la que presentó mayor densidad, mientras que la procedencia Aguascalientes presentó la menor densidad con 652 mg. A lo anterior se tiene que las procedencias de Qro, Mich y Edo Mex presentan peso superior al reportado por Ramírez y col. (2010), para la caracterización de variedades comerciales de amaranto, y que solo la procedencia Ags presentó peso inferior al tomado como

referencia. (Cuadro 7). En este sentido se tiene que a mayor densidad, mayor acumulación de reservas en el endospermo de la semilla (Copeland y McDonald, 2001).

Cuadro 7. Atributos de calidad en semillas de Amaranato.

Procedencia	Variedad reportada	Año	P1000s (mg)	% SPura	%Scriba # 20	% Germ 4 dds ⁽¹⁾	Hrs 50 % Germ
Edo. México	Gigante dorado	2012	832	95.8	86.4	99	25
Aguascalientes	Burgundy	2011	652	97.6	73.7	99	25
Querétaro	Alegría	2012	758	97.6	90.8	93	27
Michoacán	Alegría	2011	842	92.7	88.7	96	26
Referencia			699 ⁽²⁾	--	--	70 ⁽³⁾	

¹ AOSA, el *Amaranthus* spp., se evalúa a los 4 y 14 días después de la siembra.

² Ramírez y col., 2010. Media obtenida a partir de caracterización de 10 variedades de Amaranato.

³ Standard germination tests. USA. AOSA, ISTA.

En relación al porcentaje de semilla pura (%SPura) o pureza del lote de semillas, se observó que no hay diferencias en la forma de extracción y limpieza de la semilla entre las cuatro procedencias (Cuadro 7).

En relación al tamaño de la semilla al pasar por tamiz número 20 (%Scriba # 20), se observó que la procedencia de Qro tiene el mayor porcentaje de semillas que fueron retenidas en la criba, sin embargo no presentó la mayor densidad (Cuadro 7).

En cuanto al porcentaje de germinación (%Germ 4 dds), se tiene que las procedencias EdoMex y Ags fueron las que presentaron un 99% de germinación al 4° día después de la siembra. Se observó que las cuatro procedencias superan al cuarto día el referente tomado de ISTA, por lo que es posible suponer que las semillas evaluadas tienen buen porcentaje de germinación (Cuadro 7). Aufhammer y col. (1998), realizan una acotación importante a la edad de la semilla, en donde hablan que a los tres meses de la cosecha de la semilla el porcentaje de germinación es considerablemente más alto, que a los 15 meses después de la cosecha, sin embargo en el presente experimento no se observaron diferencias en relación al porcentaje de germinación debido a la edad de las semillas. Un

punto importante del presente estudio es que una de las procedencias de mayor edad, presentó un porcentaje de germinación mayor que las otras tres procedencias, siendo está la de Aguascalientes.

El USDA cuenta con un “Standard germination tests”, que establece un 70% de germinación para semilla de *Amaranthus* spp. en términos comerciales. La AOSA establece que las pruebas de germinación de *Amaranthus* sp. se evalúan a los 4 y 14 días después de la siembra (DDS), la medición fue realizada al cuarto día (Cuadro 7).

En el mismo sentido, se registro que el vigor medido como el tiempo de germinación del 50 por ciento de la semilla (hrs 50% Germ) fue mayor en las procedencias EdoMex y Ags, sin que ello presente diferencias significativas, por lo que se considera que las cuatro procedencias presentaron vigor alto (Cuadro 7).

Se tiene como referencia que el peso de semilla varía desde 1000 – 3000 semillas g^{-1} (Ramírez-Vázquez, 2010).

Para el atributo de sanidad, se realizó análisis de virus en el laboratorio de BIOCENCIA, se observó en los dictámenes presentados por cada uno de los lotes de semillas analizados, que el resultado fue negativo para virus del grupo Potyvirus, al cual pertenece el virus *Amaranthus Mottle virus* (Anexo 1). De igual forma, en las pruebas para identificación del hongo *Thecaphora amaranthi* en las muestras originales de semilla de Amarantho, se presentaron resultados negativos.

Atributos de calidad en diferentes procedencias de Tomate

Los resultados del análisis de calidad de las cuatro procedencias de tomate se muestran en el Cuadro 8.

Referente al porcentaje de pureza se observó que si bien las procedencias Querétaro y Aguascalientes son las que presentaron limpieza superior al 99%, no se registraron diferencias significativas entre las 4 procedencias.

Cuadro 8. Atributos de calidad en semillas de Tomate.

<i>Procedencia</i>	<i>Variedad</i>	<i>Año</i>	<i>P1000s (mg)</i>	<i>% SPura</i>	<i>% Germ 7 dds ⁽¹⁾ "1"</i>	<i>% Germ 7 dds ⁽¹⁾ "2"</i>	<i>% Ger m 14 dds ⁽¹⁾ "2"</i>	<i>dds 50 % Ger m</i>	<i>Ag</i>
Edo. México	Citlali	2011	1096	97.7	28	62	71	6	3
Aguascalientes	Cherry Chadwich	2012	2321	99.7	98	99	99	3	1
Querétaro	Cuatamate	2012	916	99.9	11	60	68	6	2
Michoacán	Citlali	2013	1022	92.3	71	98	98	3	3
Referencia			--	75 ⁽²⁾	75 ⁽²⁾	--	--	--	

¹AOSA, establece que *Solanum lycopersicum* se evalúa a los 5 y 14 días después de la siembra.

²Standard germination tests. USA. AOSA, ISTA.

En cuanto al porcentaje de germinación, se observó que en la determinación "1" a los 7 días después de la siembra (7 dds), solo la procedencia Aguascalientes presentó un porcentaje de germinación superior al estándar referido. Se observó que las procedencias Querétaro y Estado de México presentan porcentajes de germinación muy bajos, si bien en las procedencias Estado de México y Michoacán los centros manifiestan que son la misma variedad, reflejan porcentajes de germinación diferentes (Cuadro 8).

Para el caso del Tomate se realizó determinación "2", en el que previó a la siembra, se procedió a la limpieza y desinfección de la semilla, para poder descartar la presencia de dormancia o falta de viabilidad de la semilla.

Se observó que en la determinación "2", la acción de aplicar un lavado con Etanol y posteriormente una desinfección con Hipoclorito de sodio, aumentó el porcentaje de germinación a los 7 dds, en las procedencias de Querétaro, Estado de México y Michoacán, no ocurriendo para la procedencia de Aguascalientes que desde un inicio presentó alto porcentaje de germinación en condiciones normales. Se observó que, en particular, en las procedencias Querétaro y Estado de México aumentó el porcentaje de germinación, siendo más de 5 veces para Querétaro, en donde el aumento fue más

dramático, y mayor a 2 veces para la procedencia de EdoMex (Cuadro 8). En lo referido por Doria (2010), se explica que algunos elementos presentes en la cubierta seminal, como pueden ser compuestos fenólicos, capas de mucílago, macroesclereidas, etc. Estos compuestos pueden obstaculizar la germinación de las semillas, porque reducen la difusión del oxígeno, desde el exterior hacia el embrión. Ello nos permite pensar que, posiblemente, el procedimiento de limpieza y desinfección de las semillas, permitió que se retiraran inhibidores de germinación, lo que está relacionado con los procedimientos y tiempos de cosecha y fermentación de los frutos para la obtención de semillas. De aquí la importancia de que se realice una correcta fermentación a las semillas para retirar el mucílago.

Sin embargo, al final de la determinación "2", a los 14 dds se observó que las procedencias Querétaro y Estado de México no superaron el "Standard Germination test" que es de 75% de germinación para semillas comerciales. Por lo que es posible suponer que las semillas habían sufrido un proceso de envejecimiento, que no es posible revertir con el retiro de los inhibidores de germinación (Cuadro 8).

Se destaca nuevamente el dato que las procedencias Estado de México y Michoacán presentaron porcentajes de germinación diferentes (Cuadro 8), en donde si bien son la misma variedad (Cuadro 8), es importante considerar que la procedencia Estado de México corresponde a una extracción del año 2011, y la procedencia Michoacán corresponde a una extracción del año 2013, en este sentido se apoya en lo expuesto por Delouche (2002), quien señaló que la semilla de cualquier especie presenta su más alto nivel de vigor y potencial germinativo en la madurez fisiológica, desde donde se inicia un proceso continuo e irreversible de deterioro. En el mismo sentido Pérez-Camacho y col. (2008), expusieron que existe un deterioro y reducción en la germinación correspondiente a un 8.7% anual, para semillas de tomate de cáscara almacenadas a $18.2 \pm 5^\circ\text{C}$ y $41.2 \pm 10\%$ humedad relativa. En este estudio se desconoce la temperatura y la humedad a la cual fueron almacenadas previamente las semillas, y si a ello consideramos el transcurso de dos años, es muy factible que se presente deterioro en la germinación por envejecimiento, aunque el deterioro fue mayor al esperado, puesto que se presentó del orden del 30 %, aunado a que se carece del dato de deterioro en semilla de tomate.

En cuanto al vigor de la semilla, medido en base al tiempo necesario para la germinación del 50% de las semillas, las procedencias Querétaro y Estado de México presentaron similitud en el tiempo siendo de 6 días, observando que para las procedencias Mich y Ags fue inferior a 3 días. En el caso de la procedencia Aguascalientes a los 3 dds se registró el total de la germinación, dicha situación puede tener relación con que es la variedad local, y le permitió tener mejor expresión genética.

Se observó que el grado de agregamiento (Ag) no presentó relación con el porcentaje de germinación, con todas las procedencias a excepción de la procedencia Aguascalientes, que presentó la mayor germinación y el mejor índice de agregamiento (Cuadro 8).

Referente al atributo de peso de 1000 semillas en miligramos (P1000s) para Tomate, se registro que la procedencia que presento mayor densidad fue Aguascalientes con 2321 mg, y la procedencia Querétaro presento solo 916 mg, en este sentido es importante destacar que son diferentes variedades de semillas (Cuadro 8). Destaca que las procedencias Estado de México y Michoacán son la misma variedad y presentan densidades similares (Cuadro 8). Es difícil establecer un peso óptimo, puesto que ello tiene una estrecha relación con la variedad de semilla proporcionada. El peso de las semillas para el tomate varía significativamente de una zona de producción a otra (George, 2009).

Hampton y col. (2013), hacen referencia a que las semillas pueden verse afectadas negativamente por las condiciones de exposición durante la cosecha, la limpieza, el secado y el almacenamiento.

Sanidad

Sobre la sanidad de los lotes de semilla de Tomate, los resultados analizados para detectar *Clavibacter michiganensis* fueron negativos, y de igual forma para *Alternaria solani* también fueron negativos.

De igual forma en los dictámenes presentados por el laboratorio BIOCIENCIA, el resultado fue negativo para todos los lotes de cada una de las procedencias de semillas de Tomate y su interacción con los virus analizados. Con lo que es posible decir que los

lotes del presente estudio estuvieron libres de virus transmitidos por semilla para Tomate (*Solanum lycopersicum*) (Cuadro 9) (Anexo 1).

Cuadro 9. Resultados de los análisis de virus en las cuatro procedencias de Tomate.

Virus analizados	EdoMex	Ags	Qro	Mich
<i>Alfamovirus del Mosaico de la Alfalfa (AMV)</i>	--	--	--	--
<i>Cucumovirus del Mosaico del Pepino (CMC)</i>	--	--	--	--
<i>Tomatovirus del Mosaico de Tabaco (TMV)</i>	--	--	--	--
<i>Nepovirus de la Mancha anular de Tabaco (TRSV)</i>	--	--	--	--
<i>Tomamovirus del mosaico del Tomate (ToMV)</i>	--	--	--	--
<i>Potyvirus group</i>	--	--	--	--

Negativo: --, Positivo ++.

PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS EN EL SBC

El cuestionario aplicado de forma electrónica a productores del SBC fue respondido por 20 de los 50 que recibieron la encuesta, estando representados principalmente aquellos que aportaron semilla para el estudio de calidad de semillas: Aguascalientes, Edo. México, Michoacán, Querétaro, además de otros estados como: Ciudad de México, Oaxaca, Jalisco, Guanajuato, Coahuila, San Luis Potosí. En relación a los países incluidos se tiene información de: Argentina y España. Se tomo el criterio de dejar solamente las encuestas que el programa refería como completas, y quitar aquellas que solo contestaron alguna parte irrelevante, o que no aportaron información. En dicho sentido si bien algunas preguntas no fueron contestadas por los 20 participantes, se tuvo una media de 18 respuestas por pregunta, con un total de 20 encuestas contestadas.

El 65% de los encuestados tuvieron una edad entre 26 a 40 años. De los encuestados el 50% se define como Profesionalista en área de ciencias biológicas, seguido de Promotor – capacitador con 44% (Cuadro 10).

Cuadro 10. Aspectos Demográficos de la Encuesta.

Aspectos demográficos		Respuestas	Porcentaje
Número de encuestados		20	
Género	femenino		53%
	masculino		47%
Rango de edad	15 a 25 años	0	0%
	26 a 40 años	13	65%
	41 a 50 años	3	15%
	51 a 60 años	2	10%
	61 en adelante	2	10%
Actividad principal	Campesino o Productor	3	16.7%
	Profesionista (agrícola, biológica, ambiental)	9	50.0%
	Profesionista (no área agrícola o biológica)	2	11.1%
	Profesor - Investigador	4	22.2%
	Promotor – Capacitador	8	44.4%

En relación al clima que mejor define la ubicación de su huerto, el 47 % refiere climá semiárido, el 47 % climá templado, y un 6% climá Tropical (Cuadro 11).

El 63% de los encuestados identificaron su práctica agrícola con el SBC, un 26% se identificaron con las prácticas agroecológicas, y un 5% con prácticas orgánicas.

Cuadro 11. Ubicación agroclimática del huerto, y área productiva del huerto m².

		Respuestas total	Porcentaje
Clima en donde se ubica su huerto	Semiárido	8	47%
	Templado	8	47%
	Trópical	1	6%
Área productiva en m²	1 a 30 mts.	4	21%
	31 a 50 mts	2	11%
	51 a 100 mts.	4	21%
	101 a 200 mts.	2	10%
	201 a 500 mts	3	16%
Es urbano o rural	Urbana	6	37.5%
	Semiurbana	6	37.5%
	Rural	4	25.0%

El área de producción y de igual forma la ubicación con relación a la ciudad, son heterogéneas (Cuadro 11).

Se preguntó que a que categoría correspondía la semilla que usaban en su huerto, a fin de identificar si la semilla fue: criolla, de polinización libre, híbrida, tratada comercialmente o certificada. Las respuestas fueron que el 68% identificó su semilla como criolla, y el 90% identificó su semilla como de polinización libre.

En razón de que la mayoría de los productores identifican las semillas que utilizaron como de polinización libre, esto nos habla de que el concepto está muy extendido en el medio, sin embargo difiere del concepto referido en la literatura científica.

El 47% manifestó que ninguna de las semillas usadas fue híbrida, el 60% manifestó que ninguna de las semillas usadas fue tratada comercialmente, y el 53% manifestó que ninguna de las semillas usadas fue certificada.

Se observó un alto interés en la producción de semilla propia con un 95% que produce toda o una parte importante de su semilla, a lo que se observa que posiblemente algunos cultivos presentan dificultad para la producción de semilla. De igual forma el 95% refirió tener cultivos para la producción de semilla.

De forma general, ninguno de los encuestados realizó un tratamiento previo a la semilla antes de la siembra, a lo que se preguntó, si utilizaban: agua caliente, cloro, infusiones de plantas o aceites esenciales. Situación que refleja que posiblemente no hayan tenido problemas con las semillas, o que sus áreas de producción son tan pequeñas que esto no representa una preocupación importante, o simplemente ignoran esta situación.

Sobre el conocimiento de información de origen de las semillas que utilizaron para siembra, el 84% tuvo conocimiento sobre el origen de las semillas, el 68% conoció el año de cosecha de las semillas y el 16% refirió conocimiento sobre enfermedades o plagas presentadas en el cultivo (Cuadro 12).

Cuadro 12. Información sobre origen de las semillas que se utilizaron para siembra.

	Respuestas total	Porcentaje
Origen	16	84%
Características agronómicas	9	47%
Año de cosecha	13	68%
Que plagas o enfermedades a presentado	3	16%
Otro	1	5%

Para cultivos que puedan tener polinización cruzada, el aislamiento en el tiempo fue la estrategia de mayor uso con un 38%, el 19% refirió la instalación de mallas, y el 12% la colocación de bolsas en la inflorescencia. Dicha situación nos refleja la importancia en la planeación de la temporada de cultivo en el huerto.

Sobre las técnicas utilizadas para extraer la semilla, el 74% de los encuestados utilizaron la trilla o extracción manual, y de igual forma se utilizó el uso de cribas. Cabe decir que algunas preguntas no son excluyentes y por ello el porcentaje de respuesta puede ser mayor al 100%. Lo que nos habla de que posiblemente fueron las mismas personas que contestaron de forma afirmativa a varias de las respuestas puesto que hay diversidad en las semillas que se producen (Cuadro 13).

Cuadro 13. Técnica para extraer la semilla.

	Respuestas total	Porcentaje
Ninguna	3	16%
Si, cribas	14	74%
Si, fermentación	11	58%
Si, trilla o extracción manual	14	74%

Con respecto al proceso de secado que utilizaron previo al almacenamiento de la semilla, el 84% utilizó secado a la intemperie y a la sombra. El 26% utilizó secador solar, y un 5% no utilizó ningún medio.

Por otra parte, al indagar sobre el tipo de contenedor usado para almacenar la semilla. Un 68% refiere que usó bolsa de papel y de igual forma un 68% refiere que utilizó envase de vidrio con tapa rosca. El 16% utilizó bolsa plástica, el 5% utilizó bolsa de tela o costal, y el 42% utilizó envase de plástico con tapa rosca. En dicho sentido se considera que ha

sido muy difundido en el medio, la importancia de usar contenedores herméticos, lo que denota fallas en las prácticas utilizadas por varios de los Productores del SBC.

Sobre la práctica de control preventivo de enfermedades en semillas almacenadas, solo un 16 % refiere el uso de extractos naturales antes de almacenar las semillas, y un 68% refiere que no realizó ningún control.

Sobre que prácticas fueron utilizadas para mantener la humedad de las semillas en condiciones adecuadas, se tiene que un 47% no realizó ninguna práctica, un 41% utilizó ceniza, y solo un 35.3% utilizó Silicagel, lo cual puede deberse a que es un insumo de mayor costo, y es difícil conseguirlo en el mercado nacional. En este sentido es importante rescatar lo mencionado por Rosello y Soriano (2008), en donde manifestarán que los parámetros ambientales de conservación que más influyen sobre la semilla sana son fundamentalmente dos: la humedad y la temperatura. Por lo que es necesario poner mayor atención en las técnicas de mantenimiento de la humedad, ya que el control de la temperatura ambiente es una variable más complicada de controlar.

Sobre el lugar en donde los productores dicen haber guardado las semillas, el 84% refieren que la guardó en la alacena. Lo que puede funcionar de forma adecuada, siempre y cuando se cumplan tres condiciones previamente referidas, el uso de contenedores herméticos, las técnicas de secado previo al almacenamiento y las técnicas utilizada para mantener la humedad de la semilla.

Sobre la producción de semilla de jitomate, el 84% refirió que si ha producido semilla. Y de estos un 72% refirió que seleccionó las mejores plantas para obtener las semillas, y el 100% realizó selección de tomates en madurez fisiológica para obtener semillas. El 79% refirió que realizó fermentación de la semilla para su limpieza.

De los encuestados el 61% refirió haber producido semilla de Amarantho, lo que denota interés en el tema. Solo un 23.5% refirió haber realizado selección de la semilla cosechada, lo que podemos interpretar que es para siembra.

Sobre preguntas de percepción de importancia se tuvieron los siguientes datos, en donde casi todos los encuestados consideraron que es importante, sin embargo se observa con la referencia de los datos anteriores, que si bien le dan importancia, algunas acciones no

corresponden con las prácticas que realizadas para la producción de semilla. Se observó que si bien la sanidad del cultivo tiene importancia, pues así lo refiere el 100% de los encuestados, por otra parte el 100% de los los encuestados manifestaron que no realizarón ningún tratamiento previo a las semillas antes de la siembra, y solo un 16% conoce información de plagas o enfermedades en el cultivo que utilizarón para siembra, en el mismo sentido un 58% manifestó que retirarón las plantas que presentarón problemas dentro del cultivo destinado para producción de semillas, y un 63% manifestó que realizarón control biológico a dicho cultivo, además de que un 68% manifestó que no realizarón ningún control para prevenir plagas o enfermedades en las semillas almacenadas.

Sobre la importancia en el secado de la semilla el 100% de los encuestados lo consideró que es importante, en dicho sentido el 84% manifestó que utilizó secado a la intemperie y a la sombra, y el 26% utilizó secador solar previo al almacenamieto de las semillas, sin embargo el 47% de los encuestados no utilizó ninguna técnica para mantener las condiciones de humedad en la semilla almacenada. A lo que se tiene que si bien se realizarón prácticas de secado al momento de la cosecha, es baja la aplicación de prácticas para mantener la humedad en las semillas almacenadas.

Sobre la respuesta en germinación, si bien el 100% lo considera importante, solo el 21% de los encuestados manifestó que frecuentemente realiza pruebas de germinación en la semilla que almacena. Como último punto, se consideró importante el producir sus propias semillas con un 95%, mismo porcentaje que manifestó que tiene cultivos para la producción de semilla en su huerto.

Con este instrumento de encuesta, es posible tener una visión amplia de las prácticas que han sido utilizadas por los productores del SBC, pero quedan varias situaciones sin explicarse o que vale la pena profundizar.

3.4 CONCLUSIONES

Calidad de semillas de Amaranto de diferentes procedencias

- Las 4 procedencias de amaranto mostraron alto porcentaje de germinación, ya que al 4º día de sembradas las semillas, ya habían superaron el estandar de 70 % de germinación establecido por ISTA

- Si bien se observó un alto porcentaje de semilla pura, es importante hacer mayor énfasis en la limpieza de semillas y prácticas de cribado que se realizan a las semillas.
- Los atributos de calidad en semillas originales de Amaranto se encontraron en un nivel deseable.
- Los lotes originales al momento del análisis se encontraron libres de virus del grupo de Potyvirus, así como del hongo causante del carbón del amaranto *Thecaphora amaranthi*.

Calidad de semillas de Tomate de diferentes procedencias

- La semilla analizada de tomate de tres procedencias mostro baja germinación, inferior a la referencia del ISTA, y problemas de envejecimiento.
- Los atributos de calidad en semillas originales de Tomate se encontraron heterogéneas.
- Los lotes originales al momento del análisis se encontraron libres de virus, de *Clavibacter michiganensis* y de *Alternaria solani*.

Practicas de produccion de semillas en el SBC

- Se encontraron áreas en las cuales debe documentarse si la deficiente informacion sobre calidad de semillas de algunos productores se debe a falta de conocimiento técnico, y/o de infraestructura para realizar las prácticas adecuadas.
- Se destaca la falta sistematizada de la aplicación de prácticas para mantener la humedad en las semillas almacenadas, producidas dentro del SBC.
- Ninguno de los productores encuestados realiza tratamiento preventivo contra fitopatógenos a las semillas que almacena.
- En general, la calidad de semillas producidas de manera convencional bajo el Sistema Biointensivo de cultivo es variable.

IV. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMILLAS DE AMARANTO Y TOMATE PRODUCIDAS CON DOS MÉTODOS BAJO EL SBC

4.1 INTRODUCCIÓN

La semilla de amaranto

El amaranto se considera una semilla de extracción en seco, lo cual se realiza una vez que la semilla esta fisiológicamente madura y seca. El género *Amaranthus* sp., pertenece a la familia Amaranthaceae.

El amaranto, *Amaranthus* sp., cultivo con más de 5.000 años de antigüedad, constituyó el alimento básico de los incas, aztecas y otros grupos precolombinos en América. Después de la conquista paso a ser un cultivo casi olvidado, pero desde los años 1970s se ha logrado captar un creciente interés debido a su potencial como alimento y su calidad nutritiva (Syen-Erik y col., 2002; Coimbra y Salema, 1994).

Existen más de 60 especies de amaranto en el mundo, todas de fotoperiodo corto y del tipo fotosintético C4. Probablemente hay de 4000 a 6000 accesiones de amaranto domesticadas y silvestres en los bancos de germoplasma. Las especies de amaranto se usan como granos, forraje, verdura o fines ornamentales. (Syen-Erik y col., 2002).

El amaranto es un recurso que puede ayudar a solucionar los problemas de alimentación, de desnutrición y salud en la población. Sin embargo, falta realizar mejoramiento genético para la obtención de variedades más productivas y con mejores características nutricionales (Espita-Rangel, 2012).

Los amarantos son en gran medida auto-polinizados, aunque se considera que más de un 30 % tiene polinización cruzada debido a la dispersión del polen por el viento, en razón de ello se recomienda un aislamiento de 200 metros para la producción de semilla certificada (George, 2009).

Si el cultivo del amaranto se realiza en aislamiento, es posible controlar la cantidad de cruzamientos a fin de desarrollar líneas puras en pocas generaciones (Kauffman y Weber, 1990).

El peso de semilla varía de 1000 a 3000 semillas g⁻¹ (Ramírez-Vázquez, 2010).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Para la producción a pequeña escala, la cosecha del grano se realiza a mano, después de la cosecha, la semilla debe ser inmediatamente secada, alcanzando valores del 10 % de humedad si es posible (George, 2011).

Las especies de *Amaranthus* tienen una amplia distribución, ya que han sido cultivadas en ambientes que van desde tropicales, hasta semiáridos.

El amaranto se cultiva de manera tradicional desde el Ecuador hasta los 30° de latitud. Este puede ser cultivado en latitudes mayores si se utilizan materiales que florezcan aún cuando no presenten el mismo fotoperiodo de los trópicos. El amaranto para producción de grano se ha concentrado en regiones altas como la Sierra Madre y el Eje Neovolcánico en México, y fuera de México en los Andes y los Himalaya (Espitia-Rangel y col., 2010).

En México el género *Amaranthus* se encuentra en todos los estados y dos de las especies cultivadas (*A. cruentus* y *A. Hypochondriacus*) se distribuyen en la parte centro sur de México (Espitia-Rangel y col., 2010).

En México existe poca información sobre la producción de semillas de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.); los agricultores la obtienen de la cosecha comercial de grano, siendo común que existan problemas de germinación, probablemente por la presencia de hongos (Bernal y col., 2000).

Los fitopatógenos en semillas se han dividido en dos grandes grupos: hongos de campo y hongos de almacén. Los hongos de campo invaden las semillas cuando éstas se están desarrollando en las plantas o después que han madurado, pero antes que sean cosechadas. Estos hongos pueden decolorar y causar un pobre llenado de las semillas, provocar la muerte de los óvulos, debilitar o producir la muerte de los embriones y generar compuestos tóxicos al hombre y animales (Bernal y col., 2000).

Las enfermedades más comunes del amaranto son aquellas ocasionadas por hongos (Espía-Rangel y col., 2010). Se han identificado 19 especies de hongos transmitidos en semillas de *Amaranthus hypochondriacus* en México. Diez especies se reportan por primera vez: *Aspergillus parasiticus*, *Epicoccum nigrum*, tres especies de *Fusarium*, *Rhizopus rhisopodiformis*, *Stachybotrys chartarum* y tres especies de *Trichoderma*, se considera que los géneros transmitidos por semilla que pueden representar mayores

problemas son *Arternaria* sp, *Fusarium* sp, y *Pytium* (Moreno-Velázquez y col. 2005; Noelting y col. 2004).

En dicho sentido se realizó consulta al Dr. Eduardo Espía Rangel (Miembro de la Red Amaranto de SINAREFI), quien sugiere hacer análisis de *Thecaphora amaranthi*, hongo que produce el carbón del amaranto, por haber encontrado problemas graves en semilla de amaranto en México, debido a dicho fitopatógeno.

La principal enfermedad viral es *Amaranthus Mottle Virus*, que reduce el crecimiento, retarda la floración y afecta negativamente la producción de grano (Espitia-Rangel, 2012). Es un virus del grupo de los Potyvirus, al cual pertenecen más de 40 géneros, y puede ser analizado mediante un Immuno Strip ® para Potyvirus Group de la empresa Agdia.

La identificación de las características taxonómicas, es un paso importante a fin de determinar los usos potenciales de un grupo vegetal, y requerimiento para su conservación.

Amaranthus hypochondriacus (Syn. *A. leucocarpus* S. Watson). La denominación de esta especie ha sufrido cambios en el transcurso del tiempo, se le ha conocido con los siguientes nombres: *A. frumentaceus*, *A. anardan*, *A. hybridus* var. *Erysthostachys*, *A. leucocarpus* y *A. Leocospermus*. El nombre más aceptado es el que en 1753 le dio Linneo que es *A. hypochondriacus*. Plantas de características anuales, herbáceas. Tallo simple o ramificado, alcanzan alturas de hasta tres metros. Hojas simples, alternas, elípticas u ovado-oblongas, ápice agudo acuminado y base cuneada o aguda. Inflorescencia de gran tamaño muy densa, erecta y espinosa con espigas y panículas laterales. Flores pentámeras, tépalos ligeramente curvados y más largos que los tépalos de las otras especies para producción de grano. Semillas de color blanco, dorado, café y negro. Esta especie también es utilizada como ornamental por sus inflorescencias que son muy vistosas (Espitia y col., 2010).

Amaranthus cruentus esta especie también ha sido conocida con la sinonimia de *A. sanguineus* L. (1763), *A. paniculatus* L. (1793), y *A. speciosus* Sims (1821), el más utilizado es el que Linneo le dio en 1759, *A. Cruentus*. *Amaranthus cruentus* es una planta herbácea de crecimiento erecto; alcanza hasta 2 m de altura; generalmente es menor que *A. hypochondriacus*, su tallo es simple y en ocasiones ramificado. Las hojas son elípticas,

rombo ovatinadas u ovato lanceoladas con el ápice agudo, obtuso o acuminado y la base cuneada o aguda. La inflorescencia cuando está completamente desarrollada presenta en la parte inferior espigas suaves y laxas y en la parte superior panículas. Las brácteas son pequeñas, con una punta delgada que se extiende más allá de las láminas, pero nunca tan largas como las ramificaciones del estilo; sin embargo, en algunas ocasiones sobrepasan los tépalos. Las flores presentan 5 tépalos rectos, oblongos u oblongos-obovatinados con ápices agudos; los tépalos internos son más cortos que los externos. El utrículo es circuncísil con un ápice en forma de torre. Las ramificaciones del estilo son delgadas y erectas. Las semillas pueden ser negras, marrones, blancas o amarillas. Los colores claros son los que se utilizan para la producción de grano, mientras que las plantas que presentan semillas de color oscuro son utilizadas como verduras u ornato (Espitia y col., 2010).

La semilla de tomate

El Tomate (*Solanum lycopersicum*) es un cultivo de gran importancia hortícola considerado de extracción húmeda y que presenta diversos problemas fitosanitarios, algunos de ellos son transmitidos por la semilla.

El género y especie *Solanum lycopersicum* pertenece a la familia Solanaceae. En el trascurso del presente siglo, se realizó una reubicación taxonómica del género, en base a relaciones filogenéticas de ADN, quedando finalmente como *Solanum lycopersicum* (Sun y col., 2013).

El Tomate (*Solanum lycopersicum*) es uno de los vegetales de mayor importancia en el mundo, por ser básico en la dieta de la población debido a su versatilidad culinaria. La productividad de las plantaciones de Tomate depende en gran medida de la calidad de la semilla, entre otros factores (Mtui y col., 2010).

Si bien el Tomate es generalmente considerado un cultivo autopolinizable, en muchas ocasiones puede ocurrir polinización cruzada, lo cual es más factible en sitios de producción pequeños, en donde se favorece la diversidad de cultivos. Se considera que para la producción de semilla una distancia de aislamiento segura es de 200 metros (George, 2009).

La semilla de Tomate puede presentar diversos patógenos, tanto internos como externos. Entre los más frecuentes están el Virus Mosaico del Tabaco, Virus Mosaico del Tomate, Virus Mosaico del pepino, *Xanthomonas* spp., *Pseudomonas syringae*, *Colletotrichum* spp., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp., (Córdoba-Sellés y col., 2007; Mbega y col., 2012; Mtui y col., 2010).

Producción de semillas bajo el SBC

El sistema Biointensivo de cultivo es un sistema principalmente diseñado para la producción y autosuficiencia alimentaria, si bien Jeavons (2001) lo define como “Cultivar más alimentos en el menor espacio posible”, considera también que los pequeños productores y campesinos son clave para la preservación y adaptación de las semillas.

Siguiendo los principios se puede obtener cuatro veces más rendimientos por unidad de área.

La escala es una de las mayores ventajas para la producción de semilla de calidad en el SBC, debido a que la escala permite que se pueda trabajar de forma manual y detalladamente el cultivo destinado para producción de semilla, y por ello se supone dentro del grupo de Biointensivistas que se puede esperar una semilla de calidad.

En razón de la aplicación de los principios del SBC, se considera que los mismos pueden ayudar a conferir atributos de calidad a las semillas producida en el propio Sistema, sin embargo no existe una metodología específica para dicho punto y no se realiza análisis de los atributos de calidad. Y en la mayoría de los casos se considera que por hecho de seguir los principios del SBC la semilla tendrá altos atributos de calidad.

El método Biointensivo trabaja con ocho principios, de los cuales se destacan aquellos que pueden tener una relación directa o indirecta con la producción de semillas (Jeavons, 2012):

1.- Elaboración y aplicación de composta: es el principio de mayor importancia, pues su práctica permite recircular los nutrientes en el suelo, así como mejorar las propiedades físicas y químicas, e incrementar la materia orgánica (Jeavons, 2012). Sin bien asegura la recirculación de nutrientes y la correcta fertilidad del suelo, tendrá una repercusión indirecta en la producción de semilla. Para poder ser efectivo es necesario conocer las

características del suelo, y la presencia balanceada de los minerales requeridos para el desarrollo del sistema floral. Además de las condiciones agroclimáticas de la zona. En dicho sentido Brandford (2004), hace referencia a la importancia de un cuidado adecuado del suelo, a fin de incrementar la germinación de semillas.

2.- Excavación Profunda: se busca realizar una excavación de mayor profundidad sin compactar la superficie del suelo, a fin de proporcionar mayor oxigenación a las raíces y desarrollar mayor cantidad de materia orgánica (Jeavons, 2012). La profundidad en el área de cultivo permitirá mayor desarrollo del mismo cultivo.

3.- Siembra Cercana: se soporta en la elaboración de almácigos y el manejo de un espaciamiento en donde las plantas puedan desarrollarse sin entrar en competencia (Jeavons, 2012). Un distanciamiento adecuado puede contribuir a mejorar el desarrollo fenológico del cultivo, y ello contribuir al mejor desarrollo radicular, menor estrés por competencia, y a partir de ello se espera contar con cultivos más vigorosos, que puedan proveer mejor semilla.

4.- Asociación y Rotación de Cultivos son reglas y métodos para cuidar el flujo de nutrientes en el suelo, buscando identificar las necesidades de consumo de nitrógeno de los diferentes tipos de cultivos, para poder clasificar a las plantas como consumidoras ligeras, voraces y donantes, y en base en ello poder hacer las rotaciones, considerando como regla básica no incluir un cultivo de la misma familia botánica en la misma área al menos durante dos años (Jeavons, 2012). Además de los beneficios generados en el cultivo al plantarlo junto con otro cultivo que le pueda favorecer (More, 2009). La práctica de la asociación de cultivos puede dar beneficios directos al desarrollo del cultivo y desde luego que la rotación evitara el monocultivo y sus consecuencias. Parte importante de la rotación del cultivo, se orienta a romper el ciclo de reproductivo de patógenos transmitidos por suelo o por semilla infectada. En este sentido se cuida también que si se va a sembrar un cultivo para producción de semilla, el cultivo anterior haya sido un consumidor ligero de nitrógeno, o un cultivo donante de nitrógeno, puesto que en la producción de semillas al completar el cultivo su ciclo de vida, se considera un cultivo voraz de nitrógeno y nutrientes.

5.- Conservación de Semillas: Jeavons (2012) define este principio como uso de semillas de polinización abierta (open-pollinated seeds), refiriéndose que se puede

obtener con este tipo de semillas los mismos o superiores rendimientos además de las ventajas de una memoria genética para una mejor adaptación a diversas condiciones climáticas y edafológicas y una mayor oportunidad para la preservación de la riqueza fitogenética.

En este aspecto se busca lograr el mayor grado de adaptación de la semilla a las diferentes condiciones de suelo y clima, por lo que se busca el uso de semillas que posteriormente puedan ser reproducidas en el mismo Sistema Biointensivo de Cultivo, y que las mismas cuenten con los atributos de calidad que permitan la autosuficiencia de las unidades de producción (Jeavons, 2012). De inicio en el SBC tiene una connotación de mucha importancia, buscar cultivos que puedan crecer de la mejor forma en las condiciones agroclimáticas propuestas, pero el SBC es débil en el asunto de los atributos de calidad, puesto que no existe una propuesta metodológica para alcanzar y medir dichos atributos en lotes pequeños de semilla.

6.- Integralidad.

Las áreas de producción con el SBC son desde su concepción pequeñas, y por ello presentan una ventaja de productividad inversa a su tamaño (Moore, 2010). En relación a la integralidad del SBC, es lo que se espera que los productores hagan, sin embargo no se tienen métodos para comprobarlo.

Dado lo anterior si bien los principios del SBC aportan elementos para el desarrollo integral del suelo y del cultivo, no hay información sobre cómo pueden conferir atributos de calidad a la semilla producida.

Todos los principios se centran en el cuidado integral del suelo, y la producción de cultivos y semillas van de forma accesoria a ello.

En términos amplios en el Sistema Biointensivo de cultivo no se tiene una propuesta sistematizada para la producción de semillas, se cuenta con lo aportado en el folleto de Auto-enseñanza de la Mini-serie # 13, el que se incluye información valiosa sobre cada cultivo, como tipo de polinización, agentes polinizadores, asilamiento propuesto, ciclo de vida, cosecha de la semilla, número mínimo de plantas, etc. (Donelan, 1999). Sin embargo, se carece de información validada científicamente, y de protocolos específicos

de producción, extracción, secado y almacenamiento, como de análisis de atributos de calidad en las semillas.

Un punto que no se aborda en el SBC, es hasta qué punto el cultivo puede producir semilla de calidad adecuada, y si los productores y campesinos que practican este sistema tienen asegurada su autosuficiencia por tiempo indefinido no solo en las propiedades del suelo, sino en la semilla como recursos indispensable para la seguridad y soberanía alimentaria, por lo que el presente capítulo tuvo como objetivo, evaluar la calidad de semillas de Amaranto y Tomate producidas con dos métodos bajo el SBC: método convencional (MC) y método alternativo (MA).

A diferencia del MC, el MA incorpora prácticas como la desinfección de semillas antes de la siembra, el aislamiento reproductivo, y las buenas prácticas de selección, desemillado, cribado, protección, secado y almacenamiento de semillas.

La hipótesis planteada para este capítulo es que la calidad de semilla de amaranto y tomate producidas bajo el SBC mejora con las prácticas basadas en tecnología de semillas

4.2 MATERIALES Y MÉTODOS

4.2.1 LOCALIZACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL

El trabajo de campo se realizó en el Huerto de Investigación y Capacitación en Cultivo Biointensivo “El Mezquite”, con domicilio Calle de la Capilla #108, Villas de Monte Claro, Municipio de Jesús María, Estado de Aguascalientes, México. El área se encuentra en las coordenadas geográficas 102.411478 longitud Oeste, 21.895274 latitud Norte, a una altitud de 1963 metros sobre el nivel del mar.

El suelo de esta área se ha cultivado durante 8 años consecutivos (desde noviembre de 2006 a la fecha) bajo los principios del SBC de alimentos.

4.2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se entiende por Método Convencional (MC), los principios de trabajo en el huerto del Sistema Biointensivo de cultivo (SBC), descritos previamente en el marco teórico y que consisten en: excavación profunda, utilización de almácigos para la siembra de semillas,

trasplante de plántulas a un segundo almácigo, cuidar que el cultivo previo en la cama de cultivo no haya sido de la misma familia en al menos dos años.

Se entiende por Método Alternativo (MA), las prácticas del SBC, más la incorporación de prácticas basadas en tecnología de semillas, que sean compatibles con el SBC, entre las que se encuentra: la desinfección de las semillas (tratamiento térmico en agua caliente), menor densidad de plantas por área para lograr mayor espaciamiento entre cada una, aislamiento mecánico de inflorescencias o flores (para fines reproductivos), momento óptimo de cosecha de fruto, cribado de la semilla, secado de la semilla, y prácticas de almacenamiento (gel de sílice autoindicador y contenedor para almacenamiento).

Se aplicó un diseño experimental en bloques al azar con dos tratamientos (método convencional y método alternativo), tres procedencias, y tres repeticiones por método y procedencia, para Amarantho se utilizaron las procedencias: Estado de México, Aguascalientes y Bountiful Garden, para Tomate se utilizaron las procedencias: Estado de México, Aguascalientes y Querétaro. Los métodos fueron asignados a parcelas pareadas de 5 m² cada una. Dos parcelas conformaron una cama de cultivo Biointensivo de 10 m² (2 x 5 m²). Se designaron tres camas para el experimento, dos métodos y tres procedencias, realizando a cada tratamiento tres repeticiones (cada parcela fue considerada una unidad experimental), un juego de experimento de 2 x 3 x 3.

Experimento con Amarantho

Se utilizó semilla de Amarantho de 3 procedencias distintas que corresponden a las variedades nombradas como Gigante dorado y Burgundy provenientes de: Estado de México, Aguascalientes y de la sede de Biointensivo en California Bountiful Garden, todas producidas bajo el SBC convencional. El criterio de selección se tomó a fin de escoger una muestra de la misma variedad que la variedad local, y se escogió la procedencia del Estado de México por el conocimiento previo que se tiene de los conocimientos de las personas que integran dicho huerto demostrativo (Cuadro 14).

En Amarantho se procedió a realizar identificación taxonómica de los tres ejemplares seleccionados, para lo que se solicitó apoyo al M. en C. A. Manuel Higinio Sandoval, del Herbario de Taxonomía vegetal del Centro de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (Anexo 3).

Cuadro 14. Procedencia de lotes Amaranto evaluados en el presente capítulo.

Estados	Clave Edo.	Cultivo	Variedad	Año
Edo. México	EdoMex	Amaranto	Gigante dorado	2012
Aguascalientes	Ags	Amaranto	Burgundy	2011
Bountiful Garden	BG	Amaranto	Burgundy	2013

En fecha 9 de febrero de 2014 se inició con el montaje del Diseño experimental de Amaranto (*Amaranthus spp.*) para evaluar los atributos de calidad según se hayan producido con el MA y MC en los tres lotes de las procedencias seleccionadas bajo el SBC (Cuadro 14).

Los almácigos se incubaron en invernadero de elaboración propia por el Huerto el Mezquite.

Se aplicó un diseño experimental en bloques al azar con dos tratamientos (método convencional y método alternativo) y tres procedencias provenientes de: Estado de México, Aguascalientes y Bountiful Garden. Dos parcelas conformaron una cama de cultivo Biointensivo de 10 m² (2 x 5 m²). Se designaron tres camas para el experimento y tres parcelas por método; cada parcela fue considerada una unidad experimental. Para el MC se sembraron 42 plantas en 5 m² (84,000 plantas por ha), y para el MA se sembraron 20 plantas en 5 m² (40,000 plantas por ha). El área de cada método se subdividió en tres partes para alojar a las tres procedencias. Los colores corresponden a la procedencia, siendo el color: naranja la procedencia Aguascalientes, el color amarillo Bountiful Garden y el color azul Estado de México. Los números internos a la figura son los números de planta de cada procedencia (Figura 3).

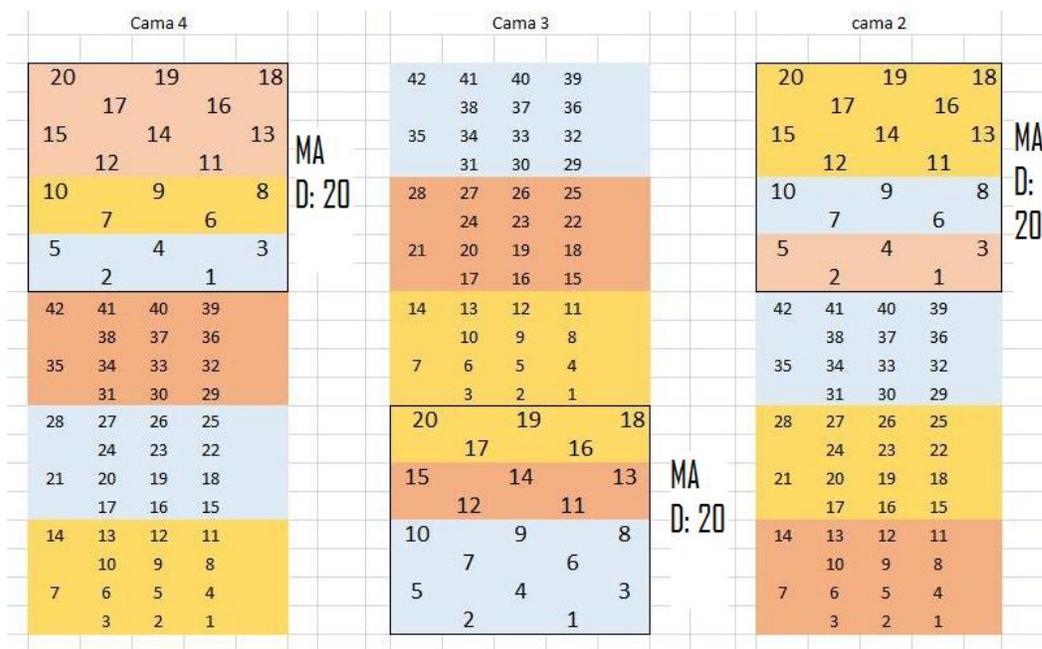


Figura 3. Amarantho. Acomodo de la siembra en campo. Aguascalientes (naranja), Bountiful Garden (amarillo) y Estado de México (azul).

El experimento se desarrollo conforme los principios del Sistema Biointensivo de cultivo MC, y las prácticas consideradas como MA (Cuadro 15).

Cuadro 15. Amarantho. Tipo de siembra, MC y MA.

Método Convencional MC	Método Alternativo MA
1.2. Preparación del semillero y trasplante	
1.- Se prepararon los almácigos en fecha 9 de febrero.	
	<p>2.- Se realizó selección de las semillas que presentaron características morfológicas uniformes.</p> <p>3.- Se realizó tratamiento térmico a la semilla previo a la siembra del almácigo, en agua a 50°C por 10 min, posterior a ello se dejaron enfriar.</p> <p>4.- Se selecciono para el trasplante a las plántulas que reunieron ambas características, que presentaron características morfológicas uniformes, y que no presentaron daños físicos visibles.</p>

<i>1.3. Prácticas relacionadas con el trasplante</i>	
1.- Distanciamiento (densidad): se realizó a 30 cm de forma equidistante. Con densidad de 42 plantas por 5 metros cuadrados (84,000 plantas por ha).	1.- Distanciamiento (densidad): se realizó a 45 cm de forma equidistante. Con densidad de 20 plantas por 5 metros cuadrados (40,000 plantas por ha).
<i>1.4. Prácticas relacionadas con el aislamiento reproductivo y autofecundación</i>	
1.- No se realizó selección de planta-flor, todo se maneja como un solo lote.	1.- Se seleccionaron las plantas en donde se observó mayor uniformidad, sanidad y características morfológicas uniformes, las que fueron marcadas.
<i>1.5. Prácticas de Extracción de semilla</i>	
1.- Se realizó trilla manual de las semillas	
2.- Se realizó la limpieza de los cuerpos extraños encontrados en las semillas.	2.- Posterior a la limpieza se realizó un procedimiento de Cribado de la semilla, para lo que se utilizaron cribas graduadas mediante un tamiz No. 20 (1.0 mm de diámetro) (Bernal y col., 2000).
<i>1.6.- Prácticas de secado de semilla, almacenamiento y protección</i>	
1.- La semilla fue secada sobre cama de malla plástica en un área seca, limpia, ventilada y libre de contaminantes e insectos (Luna, 2010).	
2.- Posterior a que la semilla se encontró limpia y seca, se almacenó en bolsa de plástico con cierre ziploc, alejada de fuentes de calor.	2.- Se realizó el secado de la semilla mediante el uso de gel de sílice auto indicador granulado naranja, en volumen 10:1 del peso registrado por el lote de semilla. 3.- A partir de que la semilla se encontró seca se procedió a mantener una muestra de gel de sílice, en el envase de vidrio con tapa rosca en que se almacenaron las semillas.

Las semillas fueron almacenadas por lote en diferentes envases hasta que fueron sometidas a los análisis para identificar atributos de calidad: peso de 1000 semillas, germinación, vigor, sanidad e identificación taxonómica.

Experimento con Tomate

Para ambos métodos las semillas fueron sembradas en fecha 15 de febrero de 2014.

Las plántulas fueron mantenidas en un invernadero de elaboración propia por el huerto El Mezquite, con una temperatura que oscilo entre 20°C y 40° C.

Se seleccionaron tres procedencias de semilla, la selección estuvo en razón de poder contar con semillas de años cercanos a la semilla de procedencia local, puesto que ninguna de las variedades aportadas era la misma que la variedad Cherry Chadwich (Cuadro 16).

Cuadro 16. Tomates evaluados en el presente capítulo.

Estados	Clave Edo.	Cultivo	Variedad	Año
Edo. México	EdoMex	Tomate	Citlali	2011
Aguascalientes	Ags	Tomate	Cherry Chadwich	2012
Querétaro	Qro	Tomate	Cuatomate	2012

Se aplicó un diseño experimental en bloques al azar con dos tratamientos (método convencional y método alternativo) y tres procedencias: Estado de México, Aguascalientes y Querétaro; y tres repeticiones. Los métodos fueron asignados a parcelas pareadas de 5 m² cada una. Dos parcelas conformaron una cama de cultivo Biointensivo de 10 m² (2 x 5 m²). Se designaron tres camas para el experimento y tres parcelas por método; cada parcela fue considerada una unidad experimental. Para el MC la densidad de plantas fue de 15 plantas por 5 m² (30,000 plantas por ha), y para el MA fue de 9 plantas por 5 m² (18,000 plantas por ha). Los colores corresponden a la procedencia, siendo el color: naranja correspondiente a la procedencia Aguascalientes, el color amarillo a Querétaro y el color azul al Estado de México. Los números internos a la figura son los números de planta de cada procedencia (Figura 4) (Cuadro 16).

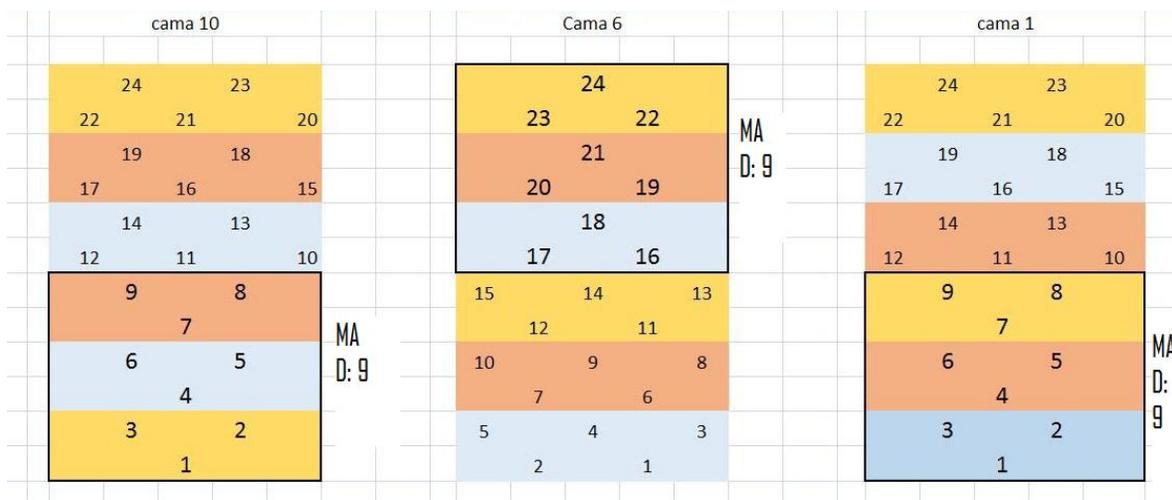


Figura 4. Acomodo de Tomate en campo. Acomodo de la siembra en campo. Aguascalientes (naranja), Querétaro (amarillo) y Estado de México (azul). El experimento se desarrollo conforme los principios del Sistema Biointensivo de cultivo, además de las prácticas consideradas como MA que fueron compatibles (Cuadro 17).

Cuadro 17. Tomate. Tipo de siembra, MC y MA.

Método Convencional MC	Método Alternativo MA
2.2. Preparación del semillero y trasplante	
1.- Se prepararon los almácigos.	
	2.- Se realizo tratamiento preventivo al sustrato mediante el uso de té de manzanilla.
	3.- Se realizo selección de las semillas que presentaron características morfológicas uniformes.
	4.- Se realizó tratamiento térmico a la semilla previo a la siembra del almácigo, en agua caliente a 50°C por 10 minutos, y posteriormente se dejaron secar.
	5.- Se selecciono para el trasplante a las plántula que reunieron ambas características, que presentaron características morfológicas uniformes, y que no presentaron daños físicos visibles debido a plagas o enfermedades.

<i>2.3. Prácticas relacionadas con el trasplante</i>	
1.- Distanciamiento (densidad): se sembraron a 45 cm de forma equidistante. Con densidad de 15 plantas por 5 metros cuadrados (30,000 plantas por ha).	1.- Distanciamiento (densidad): se sembraron a 60 cm de forma equidistante. Con densidad de 9 plantas por 5 metros cuadrados (18,000 plantas por ha).
<i>2.4. Prácticas relacionadas con el aislamiento reproductivo y autofecundación</i>	
1.- No se realizaron prácticas de aislamiento reproductivo.	<p>1.- Se seleccionaron las plantas en donde se presento mayor uniformidad y sanidad.</p> <p>2.- Se seleccionaron racimos florales, que se encontraron en el cuerpo medio de la planta, y que de preferencia se orientaron hacia el centro de la cama de cultivo.</p> <p>3.- A partir del momento en que se observo que las flores se encontraban maduras y receptivas, se inició con las prácticas de aislamiento reproductivo, mediante el uso de bolsas de agrípon.</p>
<i>2.5. Prácticas relacionadas con la Cosecha y Acarreo de planta-flor</i>	
1.- Se cosecharon los frutos que presentaron madurez fisiológica uniforme (color rojo brillante). Se almacenaron en un lugar fresco y seco durante 7 días aproximadamente, y posterior a ello se realizó el lavado de los frutos.	<p>1.- A partir de los frutos de las plantas que previamente fueron seleccionadas, se procedió a cosechar frutos que presentaron madurez fisiológica uniforme (color rojo brillante), para ello se utilizaran guantes de látex y bolsas de malla para su traslado.</p> <p>Después de la cosecha, los frutos se guardaron en un lugar fresco y seco durante 5 días (maduración uniforme). Se realizó el lavado de los frutos con agua y detergente.</p>
<i>2.6. Prácticas de Extracción de semilla y desinfección:</i>	
1.- Los frutos previamente cosechados fueron sometidos a un proceso de fermentación.	
2.- La fermentación fue superior a 5 días. Después de la fermentación se enjuagó la semilla en agua corriente, y se dejaron	2.- La fermentación fue de 3 días (temperatura ambiente entre 20 y 25°C), posterior se enjuagaron las muestras con agua corriente, y se dejaron secar en papel absorbente.

secar a la sombra en papel adsorbente.	
<i>2.7.- Prácticas de secado de semilla, almacenamiento y protección</i>	
1.- La semilla fue secada sobre cama de malla plástica en un área seca, limpia, ventilada, libre de contaminantes e insectos. (Luna, 2010).	
2.- La semilla seca se almacenó en bolsa de papel encerado por lote, fecha y procedencia. Posteriormente fueron colocadas en una bolsa con cierre ziploc. Se mantuvieron en un sitio obscuro, alejado de fuentes de variación de temperatura.	2.- Se utilizó el secado mediante el gel de sílice auto indicador granulado naranja, (Rao, y col., 2006). En un volumen de 10:1 del peso del lote de semilla. 3.- Los lotes de semillas fueron guardados en bolsas de papel encerado por fecha de extracción y lote, y posteriormente guardados en frasco de vidrio con tapa roscas, con una muestras de gel de sílice en el embase.
<i>2.8.- Selección de las muestras del lote</i>	
1.- La semilla se selecciono mediante una mezcla homogénea de los 6 días en que fue cosechada por cada lote, y cama de cultivo.	1.- La semilla se selecciono de los primeros días de la cosecha del fruto, entrando al criterio de selección la proveniente de fechas 5 y 18 de julio (criterio tomado para todas las muestras del MA), de cada lote y cama de cultivo.

La producción de semillas de buena calidad considera una serie de prácticas básicas como aislamiento reproductivo, menor densidad por área, seguimiento riguroso de la sanidad del cultivo para semillas, selección de frutos fisiológicamente maduros para la obtención de semillas, procesos adecuados de extracción y desemillado, criterios de inclusión de semillas seleccionadas para siembra (en el caso de cosechas diferidas), cribado, desinfección, secado, protección y almacenamiento de semillas.

Las semillas colectadas fueron sometidas a los procedimientos de análisis para determinar atributos de calidad de semillas: Peso de 1000 semillas, porcentaje de germinación, vigor y sanidad.

Análisis de calidad de las semillas producidas en los experimentos

El trabajo en laboratorio se enfocó en evaluar y comparar los atributos de calidad de semillas (Peso de 1000 semillas, porcentaje de germinación, vigor y sanidad), tanto de

Amaranto como de Tomate, en las semillas producidas con el MA y MC, bajo el SBC. Se aplicaron los mismos protocolos para amaranto y tomate que se describen en el capítulo anterior, a excepción del vigor, el cual sufrió modificaciones en la forma de obtener los datos (pag. 37-42 del presente documento).

El trabajo fue realizado en los laboratorios del Centro de Ciencias Agropecuarias, y el Laboratorio de Microbiología del Centro de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Vigor

Se determinó a partir de la velocidad de germinación y el porcentaje de semillas germinadas con apariencia normal (Luna, 2010). Esta prueba se contabilizó a partir de las mismas muestras que fueron usadas para medir el porcentaje de germinación. Para ello se realizó conteo de las características de cada una de las plántulas existentes en la unidad muestral, y se clasificaron como plántulas de Vigor Alto a las que presentaron: radícula, hipocotileo y cotiledones, al momento del conteo.

Análisis estadísticos

El análisis de los datos se realizó por medio de pruebas de t ($p < 0.05$) para comparar las medias de cada una de las procedencias y métodos analizados. Los análisis estadísticos fueron realizados con el software Statistica 10.

4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EXPERIMENTO CON AMARANTO

En el mes de febrero de 2014 se inició con el montaje del Diseño experimental de Amaranto (*Amaranthus spp.*) para evaluar tres lotes, provenientes de tres sitios distintos que trabajan con el Sistema Biointensivo de Cultivo (Cuadro 18).

Cuadro 18. Amaranto. Procedencias evaluadas en el presente capítulo.

Estados		Edo. Clave	Cultivo	Variedad	Año
Edo. México		EdoMex	Amaranto	Gigante dorado	2012
Aguascalientes		Ags	Amaranto	Burgundy	2011
California	Bountiful Garden	BG	Amaranto	Burgundy	2013

Para ambos métodos, se procedió a preparar los almácigos en fecha 9 de febrero de 2014. El trasplante al segundo almácigo se hizo a los 16 dds, y el trasplante a la cama de cultivo a los 35 dds por las condiciones de la temperatura exterior. La cosecha se realizo a los 104 días después del segundo trasplante (Cuadro 19).

Cuadro 19. Amaranto. Fechas de siembra, trasplante y trasplante definitivo.

<i>Cultivo</i>	<i>Desinfección</i>	<i>Siembra semilla en almácigo</i>	<i>Días al primer trasplante (segundo almácigo)</i>	<i>Días al segundo trasplante (cama)</i>	<i>Cosecha</i>
<i>Amaranto</i>		<i>Al voleo</i>	<i>(7 dds)</i>	<i>(21 desde el trasplante)</i>	<i>84 a 100 dds del segundo trasplante</i>
<i>Amaranto MC</i>	<i>Sin desinfección</i>	<i>9-feb-14 Al voleo</i>	<i>25-feb-14 16 dds</i>	<i>16-mar-14 (35 dds)</i>	<i>22-jun-14 A los 104 dds del segundo trasplante</i>
<i>Amaranto MA</i>	<i>Desinfección térmica 50°C</i>	<i>9-feb-14 Siembra de semilla individual</i>	<i>25-feb-14 16 dds</i>	<i>16-mar-14 (35 dds)</i>	<i>22-jun-14 A los 104 dds del segundo trasplante</i>

*Datos generados en el presente experimento, y datos generados por Jeavons (2012).
dds = días después de la siembra*

Se realizaron modificaciones respecto a las fechas de trasplante de almácigo y trasplante a la cama (Cuadro 19), debido a que se considero que las plántulas de los almácigos

presentaron germinación tardía, y bajo vigor, atribuido principalmente a las temperaturas bajas que se presentaron en el mes de febrero e inicios del mes de marzo. Aunado a lo anterior se tuvo baja sobrevivencia del trasplante, debido a que al día siguiente de la fecha seleccionada para trasplante en la cama de cultivo, se presentaron consecutivamente los días 17 y 18 de marzo temperaturas bajas.

Para la caracterización de la semilla de Amarantho producida con el MA y MC, se realizaron los siguientes procedimientos para determinar los atributos de calidad: Peso de 1000 semillas, porcentaje de germinación, vigor y sanidad.

PESO DE 1000 SEMILLAS

Cuadro 20. Amarantho. Peso de 1000 semillas en gramos.

Procedencia	N	P1000s (g) - media	
		MA	MC
EdoMex	24	0.851	**
Ags	24	0.826	**
BG	24	0.799	**
Métodos		0.825	
Referencia		--	0.699 ⁽¹⁾

¹ Ramírez y col., 2010. Media obtenida a partir de caracterización de 10 variedades de Amarantho. Niveles de significancia (p-value): mostrados para observar diferencia entre MA y MC, **altamente significativo, *significativo, ns no significativo.

En relación al peso de 1000 semillas para ambos métodos en Amarantho, se observó que en las tres procedencias se tuvieron valores altamente significativos para el MA. El MA aportó una ventaja a dichas procedencias puesto que el peso fue significativamente mayor, por lo que se puede inferir que en peso de semilla el MA tuvo una relación positiva directa por las prácticas aplicadas. Se observa que en el MC sola la procedencia Edo Mex superó el peso de referencia de 0.699 g reportado por Ramírez y col. (2010), no siendo igual para las procedencias Ags y BG (Cuadro 20).

De forma general al evaluar los métodos se observó que el MA confiere mayor peso a las semillas independiente de la procedencia de que se trate, puesto que ello también se observó en la media de pesos del MA y MC. Dicha situación pudo estar relacionada con el cribado realizado a las semillas del MA (Cuadro 20).

Se tiene que la procedencia Edo Mex tuvo mejor expresión en peso, tanto para MA como MC, lo que coincide con lo expresado por Kaur y col. (2010), en donde habla que *A. hypochondriacus* tuvo una mayor expresión en el peso de las semillas.

GERMINACIÓN

Cuadro 21. Amaranto. Porcentaje de Germinación y Vigor Alto en MA y MC.

Procedencia	DDS	N	% Germ media MA		% Germ media MC	Vigor Alto media MA		Vigor Alto media MC
EdoMex	2	9	93.33	**	78.67	1.89	NS	1.89
EdoMex	4	9	96.00	*	86.67	22.67	**	3.11
EdoMex	10	9	98.22	NS	92.00	23.11	**	6.78
Ags	2	9	96.00	**	55.11	2.67	NS	1.67
Ags	4	9	98.67	**	71.56	21.67	**	3.22
Ags	10	9	98.67	*	88.44	23.00	**	9.78
BG	2	9	81.78	NS	82.67	2.44	NS	2.44
BG	4	9	89.78	NS	88.44	21.00	**	3.89
BG	10	9	94.22	NS	92.89	21.33	**	4.78
Referencia			70.00 ⁽¹⁾		70.00 ⁽¹⁾			

¹ Germination standard tests. USA. AOSA, ISTA.

Niveles de significancia (p-value): mostrados para observar diferencia entre MA y MC, **altamente significativo, *significativo, ns no significativo.

El porcentaje de germinación se midió a los 2, 4 y 10 días después de la siembra, y el mismo fue comparado con el número de semillas que presentaron Vigor Alto a la misma fecha.

Para el porcentaje de germinación hay interacción entre variedad y método de producción, puesto que cada procedencia tuvo diferentes respuestas a este atributo. Para la procedencia Edo Mex se observó que al día 2 hay diferencia altamente significativa entre ambos métodos a favor del MA, y para el día 4, se observa diferencia significativa, sin embargo para el día 10 no hay diferencia. Para el Vigor Alto se observó que al día 2 no hay diferencias entre ambos métodos, pero en el día 4 y día 10 se observaron diferencias altamente significativas entre ambos métodos (Cuadro 21).

Para la procedencia Ags se observó que a los días 2 y 4 se tuvieron diferencias altamente significativas a favor del MA, y para el día 10 se observó diferencia significativa también a favor del MA. Para el Vigor Alto se observó que en el día 2 no hay diferencia, pero a los

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

días 4 y 10 se observaron diferencias altamente significativas a favor del MA. Por lo que es posible afirmar que en la procedencia Ags el MA mostro ventajas, siendo estás mayor germinación de semillas, y mayores plantas con vigor alto al final de la prueba (Cuadro 21).

Para la procedencia BG se obtuvo que en germinación no se registraron diferencias significativas para ninguno de los días observados, sin embargo hay diferencias altamente significativas para el Vigor Alto a los días 4 y 10. A lo que se observó que si bien no hay diferencias en porcentaje de germinación, si se pueden obtener plántulas de mayor vigor al final de la prueba, y posiblemente con ello hacer un establecimiento más rápido en campo (Cuadro 21).

En dicho sentido se observo que no se presentó diferencia entre los valores del porcentaje de germinación al día 10 del MA entre las tres procedencias analizadas.

En dicho sentido es importante rescatar lo dicho por Aufhammer, y col., (1998), referente a la importancia del pre-remojo de las semillas, para lograr mayor germinación. A lo que se considera que las semillas del MA tuvieron un pre-remojo en agua caliente, lo que si bien puedo tener efecto directo en reducir la incidencia de patógenos, también tuvo un efecto importante en incrementar el vigor alto en las tres procedencias analizadas, además de que en una de las procedencias incrementó el porcentaje de germinación al final de la prueba.

García-Pereyra y col., (2011), hacen referencia a que el rendimiento de grano responde a las condiciones ambientales y localidades donde se siembre, a lo que se retoma el hecho de que los primeros días del experimento se presentaron temperaturas muy bajas en campo. Refieren también la importancia de incrementar el espaciamiento entre plantas a fin de maximizar el rendimiento de grano, observando que la densidad adecuada para rendimiento en grano en varias procedencias fue de 18,666 plantas/ha, dato que es casi la mitad de lo manejado en el estudio para el MA, que fue de 40,000 plantas/ha. Los mismo autores, refieren que *A. hypochondiacus* tiene mejor nivel de expresión para altitudes mayores a los 1500 msnm, y a *A. cruentus* en altitudes menores a 1000 msnm.

SANIDAD

Cuadro 22. Resultados de los análisis de virus en Amaranto.

Análisis de virus	MA EdoMex	MA Ags	MA Qro	MC EdoMex	MC Ags	MC Qro
Potyvirus grupo	--	--	--	--	--	--

Negativo: --, Positivo ++.

En relación a la sanidad de la semilla, para las pruebas de virus, se recibieron los Dictámenes del laboratorio Biociencia, en donde se manifestó que las muestras analizadas para el grupo de Potyvirus fueron negativas, con lo cual es posible establecer que los lotes de semillas de *Amaranthus* spp. tanto del MA como del MC, presentaron resultado negativo para virus del grupo Potyvirus, y por lo tanto fueron negativos para el *Amaranthus* Leaf Mottle Virus (Cuadro 22) (Anexo 1).

Cuadro 23. Resultados de los análisis de *Thecaphora amaranthi* en Amaranto.

Hongo analizado	MA EdoMex	MA Ags	MA Qro	MC EdoMex	MC Ags	MC Qro
<i>Thecaphora amaranthi</i> - Carbón del amaranto	--	--	--	--	--	--

Negativo: --, Positivo ++.

En relación a la identificación en medio de crecimiento de *Thecaphora amaranthi*, no se observó en las muestras analizadas dicho patógeno que es transmitido por semilla (Cuadro 23).

EXPERIMENTO CON TOMATE

Para la semilla de Tomate, se evaluaron las siguientes muestras, seleccionadas, por ser de años cercanos a la variedad local que fue 2012. A lo que se destaca que ninguna de las variedades aportadas por otro Centro Biointensivo fue igual a la variedad Cherry Chadwick (Cuadro 24).

Cuadro 24. Procedencias de Tomate que fueron evaluadas en el presente capítulo.

Procedencia	Cultivo	Variedad	Año
Edo. México	Tomate	Citlali	2011
Aguascalientes	Tomate	Cherry Chadwich	2012
Querétaro	Tomate	Cuatomate	2012

El montaje del experimento se realizó en febrero de 2014. Como se mencionó en Materiales y Métodos, se variaron las fechas de siembra propuestas por el SBC, en razón de la temperatura ambiente y al tamaño de las plántulas, por lo que se redujo el tiempo en el segundo almácigo. Las fechas de trasplante se citan en el siguiente cuadro (Cuadro 25).

Cuadro 25. Tomate. Fechas de siembra, trasplante y trasplante definitivo.

<i>Cultivo</i>	<i>Desinfección</i>	<i>Siembra semilla en almácigo</i>	<i>Días al primer trasplante (segundo almácigo)</i>	<i>Días al segundo trasplante (cama)</i>	<i>Marcado de flores</i>	<i>Cosecha</i>
<i>Tomate</i>		<i>A 2.5 cm de espaciamiento entre cada semilla</i>	<i>(30 dds)</i>	<i>(60 dds)</i>		<i>115 – 150 dds Hasta el primer corte. (56 – 91 días a partir del trasplante).</i>
<i>Tomate MC</i>	<i>Sin desinfección</i>	<i>15-feb-14</i>	<i>28 dds 15-mar-14</i>	<i>50 dds 6-abr-14</i>		<i>(78 días a partir del trasplante). En fecha 22 de junio.</i>
<i>Tomate MA</i>	<i>Desinfección térmica a 50°C</i>	<i>15-feb-14</i>	<i>28 dds 15-mar-14</i>	<i>50 dds 6-abr-14</i>	<i>18-may-14</i>	<i>(81 días a partir del trasplante). En fecha 26 de junio</i>

Datos generados en el presente experimento, y datos generados por Jeavons (2012).
 dds = días después de la siembra

El experimento se desarrollo como se mencionó con lo establecido para MA y MC.

PESO DE 1000 SEMILLAS

Para la caracterización de las semillas producidas de Tomate, se utilizó la metodología propuesta por ISTA en donde se obtuvo el peso de 8 muestras de 100 semillas por cada lote en gramos.

Cuadro 26. Tomate. Peso de 1000 semillas de tomate en gramos.

Procedencia	N	P1000s (g) - media	
		MA	MC
EdoMex	24	1.13	**
Ags	24	2.22	NS
Qro	24	0.80	NS

Niveles de significancia (p-value): mostrados para observar diferencia entre MA y MC, **altamente significativo, *significativo, ns no significativo.

En el peso de 1000 semillas, se tiene que para la procedencia EdoMex hay diferencia altamente significativa a favor del MC, y para las procedencias Ags y BG no se encontraron diferencias entre ambos métodos (Cuadro 26).

En dicho sentido no hay un peso reportado para semilla de tomate, puesto que es un dato que varia significativamente de una zona de producción a otra. Las diferencias pueden estar en razón de: tipo de planta (determinado o indeterminado), densidad de siembra y cosechas realizadas a la planta, George (2009).

GERMINACIÓN Y VIGOR ALTO

El porcentaje de germinación se midió a los 3, 7, 10 y 14 días después de la siembra.

Se observó que la procedencia EdoMex, mostro diferencias altamente significativas, a favor del MC. Pero el resultado final al día 14 es menor que el estándar de germinación legal de ISTA, que es de 75% a los 14 días. Y el Vigor Alto no tuvo diferencias significativas entre ambos métodos (Cuadro 27).

Cuadro 27. Tomate. Porcentaje de germinación y Vigor Alto MA y MC.

Procedencia	DDS	N	%Germ - media MA		%Germ - media MC	Vigor Alto - media MA		Vigor Alto - media MC
EdoMex	3	9	1.3	**	26.7	0.0	NS	0.1
EdoMex	7	9	16.0	**	54.2	0.4	NS	2.8
EdoMex	10	9	27.1	**	62.2	0.8	NS	3.1
EdoMex	14	9	36.9	**	64.9	2.1	NS	3.8
Ags	3	9	49.3	NS	49.3	0.0	NS	0.9
Ags	7	9	74.2	NS	83.1	10.7	NS	12.9
Ags	10	9	80.9	NS	89.8	11.7	NS	14.1
Ags	14	9	89.3	NS	91.6	13.3	NS	14.6
Qro	3	9	9.8	NS	3.6	0.0	NS	0.0
Qro	7	9	52.4	NS	53.3	1.1	NS	0.2
Qro	10	9	60.4	NS	59.1	1.6	NS	0.2
Qro	14	9	66.2	NS	64.4	2.6	NS	0.3
Referencia			75.0 ⁽²⁾		75.0 ⁽²⁾			

¹ AOSA, establece que *Solanum lycopersicum* se evalúa a los 14 días después de la siembra.

² Germination standard tests. USA. AOSA, ISTA.

Niveles de significancia (p-value): mostrados para observar diferencia entre MA y MC, **altamente significativo, *significativo, ns no significativo.

En las procedencias Ags y Qro se observó que no hay diferencias en la germinación ni en el Vigor Alto en ambos métodos.

Para la procedencia Ags se tiene que desde el día 7, se observó alto porcentaje de germinación, cercano al estándar de germinación legal establecido por ISTA, que es de 75 % en Tomate (Cuadro 27).

Se observó que hay diferencias altamente significativas entre los datos de germinación del MA al día 14 entre las tres procedencias analizadas.

Se tiene que las procedencias EdoMex y Qro presentaron un estándar de germinación legal inferior al establecido por ISTA, al día 14 después de la siembra (Cuadro 27).

En razón de ello es posible manifestar que el conjunto de prácticas realizadas en el MA, no aporta ventajas a los atributos de calidad de las semillas en Tomate. Aunado a que el MA requiere mayor mano de obra, tiempo de trabajo y mayor cantidad de insumos.

SANIDAD DE LA SEMILLA

En cuanto a la sanidad de la semilla, para las pruebas de virus, se recibieron los Dictámenes del laboratorio Biociencia, en donde se manifestó que todos los lotes analizados para los 6 virus propuestos, fueron negativos, con lo cual es posible establecer que los lotes de semilla, tanto del MA como del MC, presentaron resultado negativo para los virus transmitidos por semillas (Cuadro 28).

Cuadro 28. Resultados de los análisis de virus en Tomate. Métodos y Procedencias.

Virus analizados	MA EdoMex	MA Ags	MA Qro	MC EdoMex	MC Ags	MC Qro
Alfamovirus del Mosaico de la Alfalfa (AMV)	--	--	--	--	--	--
Cucumovirus del Mosaico del Pepino (CMC)	--	--	--	--	--	--
Tomatovirus del Mosaico de Tabaco (TMV)	--	--	--	--	--	--
Nepovirus de la Mancha anular de Tabaco (TRSV)	--	--	--	--	--	--
Tomamovirus del mosaico del Tomate (ToMV)	--	--	--	--	--	--
Potyvirus grupo	--	--	--	--	--	--

Negativo: --, Positivo ++.

Para el caso de la Bacteria buscada, no se encontró *Clavibacter michiganensis*, ni fue posible encontrarla a partir de los aislamientos, en los que se buscó una colonia de color amarillo intenso que no fue encontrada. En el mismo sentido no se observó crecimiento de *Alternaria solani* en los lotes de las semillas de tomate analizados (Cuadro 29).

Cuadro 29. Tomate. Análisis de semillas en medio de crecimiento.

Análisis Bacterias y hongos	MA EdoMex	MA Ags	MA Qro	MC EdoMex	MC Ags	MC Qro
<i>Clavibacter michiganensis</i> pv michiganensis – Cancro bacteriano	--	--	--	--	--	--
<i>Alternaria solani</i> – Tizón temprano	--	--	--	--	--	--

Negativo: --, Positivo ++.

4.4 CONCLUSIONES

Calidad de semillas de Amaranto producidas con MA y MC

- En la densidad de las semillas, se tiene que las prácticas realizadas en el MA, aportaron semillas con mayor peso.
- En relación a la respuesta en germinación en semillas de Amaranto, se observó que es diferenciada en razón de la procedencia que se analice.
- Para la procedencia Ags la respuesta en porcentaje de germinación fue adecuada y significativa para los tres días de medición en el MA.
- En cuanto al vigor alto, se tiene que las tres procedencias mostraron valores altamente significativos al día 10, lo que nos habla que independientemente del porcentaje de germinación, las plantas del MA se encontraron con mayor vigor al término de la prueba.
- La hipótesis del presente capítulo fue cumplida para el Amaranto puesto que se incrementaron varios de los atributos de calidad con las prácticas basadas en tecnología de semillas.

Calidad de semillas de Tomate producidas con MA y MC

- Se observan respuestas diferenciadas en razón de las procedencias, pero ninguna de las procedencias analizadas mostró resultados positivos para el MA, en densidad de semillas, porcentaje de germinación o vigor alto.
- La aplicación de prácticas del MA en semillas de Tomate, no fueron las adecuadas.
- La hipótesis del presente capítulo no fue cumplida para el Tomate puesto que no se incrementaron los atributos de calidad con las prácticas basadas en tecnología de semillas.

Recomendaciones

- Las metodologías internacionales para el Análisis de Semillas, avaladas por ISTA o por AOSA, son difíciles de adaptar a la pequeña escala y a la producción orgánica, por lo que se propone generar protocolos para el análisis de semillas en estos contextos.



VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Association of Official Seed Analysts (AOSA) 2000. Rules for testing seed, AOSA, Las Cruces, NM.
2. Aufhammer, W., Czuczorova, D., Kaul, H.-P. Kruse, M. 1998. Germination of grain amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* x *A. hybridus*): effects of seed quality, temperature, light, and pesticides. *European Journal of Agronomy*, 8, 127-135.
3. Bernal R., Rodríguez J., Estrada J. A., Hernández A., Gatica M. 2000. Microflora asociada a la semilla de Amarantho (*Amarantus hypochondriacus* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana*. 23(1), 109-118.
4. Biemond, P. C., Oguntade, O., Lava Kumar, P., Stomph, T. J., Termorshuizen, A. J., Struik, P. C. 2013. Does the informal seed system threaten cowpea seed health? *Crop Protection*, 43, 166–174.
5. Bomford, M. K. (2009). Do Tomatoes Love Basil but Hate Brussels Sprouts? Competition and Land-Use Efficiency of Popularly Recommended and Discouraged Crop Mixtures in Biointensive Agriculture Systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 33(4), 396–417.
6. Brandford, K. J. 2004. Seed production and quality. 1st edition. Department of vegetable crop and weed science. University of California. Davis, USA.
7. Coimbra, S., Salema, R. 1994. *Amaranthus hypochondriacus*: Seed structure and Localization of Seed Reserves. *Annals of Botany*, 74, 373-379.
8. Corbineau, F. 2012. Markers of seed quality: from present to future. *Seed Science Research*. 22, S61-S68.
9. Copeland, L. O., McDonald, M. B. 2001. Principles of seed science and technology 4th edition. Springer. USA. 467 p.
10. Córdoba-Sellés, M. C., García-Rández, A., Alfaro-Fernández, A., Jordá-Gutiérrez, C. 2007. Seed Transmission of Cucumber mosaic virus and Efficacy of Tomato Seed Disinfection Treatments. *Plant Disease*, 91(10), 1250–1254.
11. Deleuran, L. C., Boelt, B. 2009. Tunnel production enhances quality in organic carrot seed production. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science*. 59, 559–566.
12. Desai, B.B. 2004. *Seeds handbook: biology, production, processing, and storage*. 2^o edition. CRC Press. 800 p.
13. Donelan, P. 1999. *Grow to Seed, Self-Teaching Mini-Series #13*. Ecology Action. 1^o edition. USA. 45 p.
14. Doria, J. 2010. Revisión Bibliográfica. Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*. 31(1), 74-85.
15. Doria, J. 2010. Revisión Bibliográfica. Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*. 31(1), 74-85.
16. Elias, S. G., Copeland, L. O., MacDonald, M. B., Baalbaki, R. Z. 2012. *Seed Testing Principles and Practices*. Michigan State University Press. U.S.A. 354 p.

17. Espitia-Rangel, E.; Mapes-Sanchez, E.C.; Núñez-Colín C. A; Escobedo-López, D. 2010. Distribución geográfica de las especies cultivadas de *Amaranthus* y sus parientes silvestres en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 1(3), 427-437.
18. Espitia-Rangel E., Mapes-Sánchez C., Escobedo-López D., De la O-Olán M., Rivas-Valencia P., Martínez-Trejo G., Cortés-Espinoza L., Hernández-Casillas J.M. 2010. Conservación y uso de los recursos genéticos del Amaranto en México. SINAREFI-INIFAP-UNAM, Centro de Investigaciones Regional Centro. México 201 p.
19. Espitia-Rangel E., (editor). 2012. Amaranto: Ciencia y Tecnología. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Científico No. 2. 368 p.
20. Flores, A. 2004. Introducción a la Tecnología de las Semillas. 1° edición. Universidad Autónoma Chapingo. México. 160 p.
21. García-Pereyra, J., Valdés-Lozano, G., Alexandre-Iturbide, G., Villanueva F. I., Alvarado G. O. 2011. Interacción genotipo x ambiente y análisis de estabilidad en genotipos de amaranto (*Amaranthus spp.*). *Revista Internacional de Botánica Experimental*. 80: 167-173.
22. George, R. A. 2009. Vegetable seed production. 3rd edition. Cab International (CABI). UK. 320 p.
23. George, R. A. 2011. Agricultural seed production. 1° edition. Cab International (CABI). UK. 204 p.
24. Geus, Y. N., Goggi, A. S., Pollak, L. M. 2008. Seed quality of high protein corn lines in low input and conventional farming systems. *Agronomy for Sustainable Development*. 28, 541–550.
25. Hampton, J.G., Boelt, B. Rolston, M. P., Chastain, T. G. 2013. Climate Change and Agriculture Research Paper. Effects of elevated CO2 and temperature on seed quality. *Journal of Agricultural Science*. 151, 154-162.
26. Hueso, A. y Cascant, Ma. J. 2012. Cuadernillos docentes en procesos de Desarrollo No. 1. Editorial Univesitat Politècnica de Valencia.
27. Jeavons, J. 2001. Biointensive Sustainable Mini-Farming: I. The Challenge. *Journal of Sustainable Agriculture*. 19(2), 49-63.
28. Jeavons, J. 2001. Biointensive Sustainable Mini-Farming: II. Perspective, Principles, Techniques and History. *Journal of Sustainable Agriculture*. 19(2), 65-76.
29. Jeavons, J. 2012. How to grow more vegetables. 8th edition. Ten Speed Press. USA. 268 p.
30. John J.B., Stall R.E., Zitter T.A., 2000. Plagas y Enfermedades del Tomate. The American Phytopathological Society. Ediciones Mundi-Prensa. España. 74 p.
31. Kauffman, C.S., and L.E. Weber. 1990. Grain amaranth. p. 127-139. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), *Advances in new crops*. Timber Press, USA.

32. Kaur, S., Singh, N., Chad, R. J. 2010. *Amaranthus hypocondriacus* and *Amaranthus caudatus* germplasm: Characteristics of plants grain and flours. *Food Chemistry*. 123, 1227-1234.
33. Kraft, K., Luna-Ruiz, J. J., Gepts, P. 2010. Different Seed Selection and Conservation Practices for Fresh Market and Dried Chile Farmers in Aguascalientes, México. *Economic Botany* 64 (4), 318-328.
34. Luna, R. J.J. 2010. Producción, conservación y evaluación de semilla de chile. 1° edición. 95 p.
35. Noelting M., Sandoval M., Abbiath N. 2004. Determinación de microorganismos fúngicos en semillas de Amaranto (*Amaranthus* spp.) mediante diferentes métodos de análisis. *Revista Peruana de Biología*. 11(2), 167-178.
36. Mapes, C., Díaz-Ortega, A., Collazo, M., Bye, R. 1995. Anales del Instituto de Biología de la UNAM, Ser. Bot. 66(2), 149-169.
37. Merkinsky, G. 2006. La entrevista como forma de conocimiento y como texto de negociado. *Cinta moebio* 27: 248-255.
38. Mbega, E.R., Mabagala, R. B., Mortensen, C. N., Wulff, E. G. 2012. Evaluation of essential oils as seed treatment for the control of *Xanthomonas* spp. associated with the bacterial leaf spot of tomato in Tanzania. *Journal of Plant Pathology*, 94(2), 273–281.
39. Moore, S.R., 2010. Energy efficiency in small-scale biointensive organic onion production in Pennsylvania, USA. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 25(03), pp.181–188.
40. Moreno-Velázquez, M., Yáñez-Morales, M.J., Rojas-Martínez, R.I., Zavaleta-Mejía, E., Trinidad-Santos, A., y Arellano-Vázquez, J.L. 2005. Diversidad de Hongos en Semilla de Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) y su Caracterización Molecular. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 23(2), 111–118.
41. Mtui, H.D., Bennett, M.A., Maerere, A.P., Miller, S.A., Kleinhenz, M.D., Sibuga, K. P. 2010. Effect of seed treatments and mulch on seedborne bacterial pathogens and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) in Tanzania. *Journal of animal and Plant sciences*, 8(3), 1006–1015.
42. Pérez-Camacho I., Ayal-Garay O., González-Hernández V., Carrillo-Salazar J. A., Peña-Lomelí A., García-de los Santos G. 2008. Indicadores Morfológicos y Fisiológicos del deterioro de semillas de tomate de cáscara. *Agrociencia*. 42: 891-901.
43. Ramírez-Vázquez M.L., Espitia-Rangel E., Carballo-Carballo A., Zepeda-Bautista R., Vaquera-Huerta H., Córdova-Téllez L. 2011. Fertilización y densidad de plantas en variedades de amaranto (*Amaranthus Hypochondriacus* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2(6), 855-866.
44. Ramírez M. E., Carballo A., Santacruz A., Conde V., Espitia E., González F. 2010. Distinción, homogeneidad y estabilidad mediante caracterización morfológica en variedades de amaranto. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 1(3), 335-349.

45. Rao NK, Hanson J, Dulloo ME, Ghosh K, Nowell D and Larinde M. 2006. Manual of seed handling in genebanks. Handbooks for Genebanks No. 8. Bioversity International, Rome, Italy.
46. Rodríguez-Burgos A., Ayala-Garay O., Hernández L. A., Leal-León V. M., Cortez-Mondaca E. 2011. Desarrollo de fruto y semilla de cinco variedades de tomate de cáscara en Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2 (5), 673-687.
47. Schmitt, A., Koch, E., Stephan, D., Kromphardt, C., Jahn, M., Krauthausen, H-J., Forsberg, G., Werner, S., Amein, T., Wright, S. A. I., & Tinivella, F., van der Wolf, J., Groot, S. P. C. 2009. Evaluation of non-chemical seed treatment methods for the control of *Phoma valerianellae* on lambs lettuce seeds. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 116(5), 200-207.
48. Sun, Yan-Lin, Baek, J. K., Lee, Mun-Haeng, Lee Hee-Young, Kim, Young-Sik, Hong, Soon-Kwan, Kim She-Hwan. 2013. Phylogenetic Relationships of Varieties of Tomato (*Solanum lycopersicum*) using DNA Markers. *Journal of pure and applied Microbiology*. 7, 687-693
49. Syen-Erik, J., Iteno, K., Mujica, A. 2002. Amaranto como un cultivo nuevo en el Norte de Europa. *Agronomía Tropical*. 52(1), 109-119.
50. Troiani R.M., Reinaudi N., Troiani H. 2007-2008. Efectos del control mecánico de malezas en los caracteres agronómicos de tres genotipos de Amaranto. *Revista de Desarrollo Rural y cooperativismo agrario*. 11, 19-30.

INFORMACIÓN ELECTRÓNICA

1. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. <http://www.fao.org/biodiversity/en/>
2. ISTA. 2005. International Rules for Seed Testing. Edition 2005. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Suiza. Sitio ISTA: [http:// www.seedtest.org](http://www.seedtest.org). Germination Tool Box www.seedtest.org/en/tool-box-content---1--1191.html
3. <http://plants.usda.gov/java/nameSearch>
4. Organic Seed Alliance. <http://seedalliance.org/home>
5. Manual of Seed Health Testing Methods http://www.worldseed.org/isf/ishi_vegetable.html
6. A global taxonomic resource for the nightshade family. <http://solanaceaesource.org/solanaceae/solanum-lycopersicum-0>

VIII. ANEXO 1

Cuadro 30. Dictámenes de sanidad entregados por la empresa Biociencia, sobre los lotes de Tomate y Amaranto enviados a análisis.

Cultivo	Dictamen No.	Dice	Referencia
Tomate	64263	M. Alternativo	MA Ags
Tomate	64264	M. Alternativo	MA EdoMex
Tomate	64265	M. Alternativo	MA Qro
Tomate	64266	M. Convencional	MC Ags
Tomate	64267	M. Convencional	MC EdoMex
Tomate	64268	M. Convencional	MC Qro
Tomate	64269	S. Original	Org Ags
Tomate	64270	S. Original	Org EdoMex
Tomate	64271	S. Original	Org Qro
Tomate	64272	S. Original	Org Mich
Amaranto	64273	M. Alternativo	MA Ags
Amaranto	64274	M. Alternativo	MA EdoMex
Amaranto	64275	M. Alternativo	MA BG
Amaranto	64276	M. Convencional	MC Ags
Amaranto	64277	M. Convencional	MC EdoMex
Amaranto	64278	M. Convencional	MC BG
Amaranto	64279	S. Original	Org Ags
Amaranto	64280	S. Original	Org EdoMex
Amaranto	64281	S. Original	Org Mich
Amaranto	64282	S. Original	Org Qro
Amaranto	64283	S. Original	Org BG



Cédula de Aprobación de la SAGARPA: 08-719-001 RFC: BIO950322836
 Informe de Resultados de Pruebas de Diagnóstico en Muestras Nacionales
 Número de Diagnóstico: 64279 Hoja 1 de 1

DATOS DE LA MUESTRA

Producto: Semilla de Amaranthus (Semilla, Original)
 Procedencia: Aguas Calientes
 Uso: Comercial
 Fecha de Recepción: 03 de Septiembre del 2015 Fecha de inicio del ensayo: 03 de Septiembre del 2015
 REMITENTE: Marisol Tenorio Lopez
 INTERESADO: Marisol Tenorio Lopez
 Dirección Fiscal: And. Amarillo Sol Edificio T, Depto. 101,C.P. 20268 Col. Fovissste, Ojo de Agua, Aguas Calientes
 Teléfono:(Cel) 4491428321
RESULTADOS DE ANÁLISIS:
 Método Utilizado: ELISA
 Metodología: Detección de Virosis.- La muestra de follaje de Tomate se analizó mediante la técnica de ELISA utilizando productos y protocolos de la compañía Agdia.

Resultado del Diagnóstico: Tamizado de Virosis (Screening)

	Tomate Variedad <i>Amaranthus cruentus</i> Predio Huerto Biointensivo Muestra 1
Detección del virus	
Grupo Potyvirus	Negativo

Monterrey, Nuevo León a 10 de Septiembre del 2015

Dr. Ramiro González Garza
 Clave de Aprobación No. 07-719-002 TEF-SIG-V

Gracias por usar los servicios de Diagnóstico de BioCiencia. Si tiene alguna duda ó en caso de existir inconformidad con el resultado de este diagnóstico, comuníquese con nosotros a los teléfonos abajo anotados ó notifique su inconformidad directamente al Centro Nacional de Referencia Fitosanitario al Tel: (55) 50903000. Los datos de este informe no podrán ser reproducidos ni total ni parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio y solo afectan a las muestras entregadas y analizadas.





BioCiencia
S.A. de C.V.

Cédula de Aprobación de la SAGARPA: 08-719-001 RFC: BIO950322836
Informe de Resultados de Pruebas de Diagnóstico en Muestras Nacionales
Número de Diagnóstico: 64263 Hoja 1 de 1

DATOS DE LA MUESTRA

Producto: Semilla de tomate (M. Alternativo)
Procedencia: Aguas Calientes
Uso: Comercial
Fecha de Recepción: 03 de Septiembre del 2015 Fecha de inicio del ensayo: 03 de Septiembre del 2015
REMITENTE: Marisol Tenorio Lopez
INTERESADO: Marisol Tenorio Lopez
Dirección Fiscal: And. Amarillo Sol Edificio T, Depto. 101,C.P.20268Col.Fovissste,Ojo de Agua, Aguas Calientes

Teléfono:(Cel) 4491428321

RESULTADOS DE ANÁLISIS:

Método Utilizado: ELISA

Metodología: Detección de Virosis.- La muestra de follaje de Tomate se analizó mediante la técnica de ELISA utilizando productos y protocolos de la compañía Agdia.

Resultado del Diagnóstico: Tamizado de Virosis (Screening)

Detección del virus	Tomate
	Variedad Solanum lycopersicum Cherry Predio Huerto Biointensivo Muestra 1
Alfavirus del Mosaico de la Alfalfa (AMV)	Negativo
Cucumovirus del Mosaico del Pepino (CMV)	Negativo
Tobamovirus del Mosaico del Tabaco (TMV)	Negativo
Nepovirus de la Mancha anular del Tabaco (TRSV)	Negativo
Potyvirus	Negativo
Tobamovirus del Mosaico del Tomate (ToMV)	Negativo

Monterrey, Nuevo León a 10 de Septiembre del 2015

Dr. Ramiro González Garza
Clave de Aprobación No. 07-719-002 TEF-SIG-V

Gracias por usar los servicios de Diagnóstico de BioCiencia. Si tiene alguna duda ó en caso de existir inconformidad con el resultado de este diagnóstico, comuníquese con nosotros a los teléfonos abajo anotados ó notifique su inconformidad directamente al Centro Nacional de Referencia Fitosanitario al Tel: (55) 50903000. Los datos de este informe no podrán ser reproducidos ni total ni parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio y solo afectan a las muestras entregadas y analizadas.

IX. ANEXO 2

Cuestionario realizado a productores del SBC.

1. Nombre,
2. Género,
3. Edad:
4. Usted se considerará principalmente (Campesino o productor; Profesionista áreas agrícola, biológica, ambiental; Profesionista no áreas agrícola o biológica; Profesor – Investigador; Promotor – Capacitador).
5. Nombre del Proyecto.
6. Localización de su huerto, Estado, País, Altitud sobre el nivel del mar, coordenadas geográficas.
7. ¿Tipo de clima en donde se ubica su huerto? (Árido, Semiárido, Templado, Trópico).
8. Correo electrónico.
9. ¿Con qué tipo de productor se identifica más Usted? (Biointensivo, Orgánico, Agroecológico).
10. ¿Tú área de producción se le considera principalmente? (Urbana, Semiurbana, Rural).
11. ¿Cuál es el área productiva de su Huerto? En metros cuadrados:
12. ¿Cuáles son los principales cultivos de su huerto (área productiva)?
13. ¿Qué tipo de semillas utiliza con mayor frecuencia en su huerto? (Criolla, Polinización libre, Híbrida, Tratada comercialmente, Certificada, otra).
14. ¿De donde obtiene la semilla que utiliza en su huerto? (Compra en su país, compra fuera del país, la recibe de alguien, la produce, otro).
15. ¿Tiene cultivos para la producción de semillas en su huerto?
16. ¿Cuáles son los principales cultivos de los que produce semillas?
17. ¿Realiza algún tratamiento previo a las semillas, antes de la siembra? (Ninguno, agua caliente, cloro, infusiones de plantas, aceites esenciales).
18. ¿Realiza algún cuidado para controlar plagas y/o enfermedades en el cultivo destinado para semillas? (Ninguno, retira las plantas que presentan problemas, aplica algún producto, control biológico).
19. ¿Realiza algún cuidado especial a las plantas de las cuales va a cosechar semillas?
20. ¿Conoce información de origen sobre las semillas que utiliza para siembra? (Origen, características agronómicas, año de cosecha, plagas o enfermedades presentado, otro).
21. ¿Realiza selección de la mejor planta, y mejor fruto entre todo el cultivo, de las que quiere obtener semillas?
22. En caso de producir semillas, favor de indicar ¿si utiliza alguna estrategia durante la floración del cultivo, en cultivos que pueden tener polinización cruzada? (Instalación de mallas, aislamiento en el tiempo, bolsa en inflorescencia, otro).

23. ¿Utiliza alguna técnica para extraer las semillas? (Ninguna, cribas, fermentación, ácidos o productos químicos, equipo especial de extracción, trilla o extracción manual).
24. ¿Indique el proceso de secado que utiliza previo al almacenamiento de las semillas? (Ninguno, secador solar, secado en horno, secado a la intemperie y a la sombra).
25. ¿En que tipo de contenedor almacena las semillas? (Bolsa plástica, bolsa de papel, bolsa de tela o costal, envase de plástico con tapa rosca, envase de vidrio con tapa rosca, envase de metal con tapa rosca).
26. ¿Identifique el sitio o lugar en donde almacena las semillas? (No almacena semilla, Ninguno en especial, refrigerador, alacena, debajo de la tierra, otro).
27. ¿Há realizado algún control para prevenir plagas o enfermedades en las semillas almacenadas? (Ninguno, aplicó fungicidas antes del almacenamiento, aplicó aceites esenciales, aplicó extractos naturales, otro).
28. ¿Qué técnica utiliza para mantener en condiciones adecuadas la humedad de las semillas almacenadas? (Ninguno, ceniza, silicagel, otro).
29. ¿Ustede realiza pruebas de germinación en las semillas que almacena? ¿Con qué frecuencia?
30. ¿Alguna vez ha producido semillas de tomate (jitomate)?
31. En caso de producir semillas de tomate ¿Hace Usted selección de plantas para obtener las semillas?
32. En caso de producir semillas de tomate ¿Hace Usted selección de frutos en madurez fisiológica para obtener semillas?
33. ¿Usted fermenta las semillas para extraerlas?
34. ¿Hace Usted separación o selección de las semillas? Posterior a la extracción.
35. ¿Alguna vez ha producido semillas de amaranto?
36. Si ha producido semilla de amaranto ¿Hace Usted selección de plantas para obtener las semillas?
37. Si ha producido semilla de amaranto ¿Deja Usted secar las inflorescencias para extraer las semillas?
38. Después de extraer las semillas ¿Hace Usted separación o selección de las semillas?
39. ¿Con que importancia considera producir su propias semillas?
40. ¿Cómo considera la sanidad del cultivo para la producción de semillas?
41. ¿Cómo considera el secado de las semillas para almacenamiento?
42. ¿Cómo consiera la respuesta en germinación de las semillas?

IX. ANEXO 3

IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE AMARANTO

Se solicitó apoyo para identificación taxonómica de Amaranto al M. en C. A. Manuel Higinio Sandoval, del Herbario de Taxonomía vegetal del Centro de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Se identificaron las tres procedencias de Amaranto: Estado de México, Aguascalientes y Bountiful Garden. Se seleccionaron ejemplares a fin de someter a análisis taxonómico. Se entregaron cuatro ejemplares secos correspondientes a las procedencias analizadas en el presente estudio, de una de las procedencias se entregó doble ejemplar, por existir más de una morfología presente en campo. (Cuadros 31 y 32).

Cuadro 31. Muestras correspondiente a los ejemplares entregados para identificación al laboratorio de Taxonomía del Centro de Ciencias Básicas.

Color	Edo.	Variedad manifestada	Dictamen especie	Especie dictaminada
Verde	EdoMex	Gigante dorado	- -	<i>Amaranthus hypochondriacus</i> L
Rojo	Ags	Burgundy	+ +	<i>Amaranthus cruentus</i> L
Rojo	BG	Burgundy	+ +	<i>Amaranthus cruentus</i> L

Negativo: --, Positivo ++.

Los ejemplares de color rojo, se identificaron como *Amaranthus cruentus* L.

Se observó el tamaño distintivo de los tépalos respecto al ovario, y la característica distintiva del ápice constreñido, justo por debajo de la base de los estilos, (Figura 5).



Figura 5. Estructuras de *Amaranthus cruentus* L.

Al observar la semilla se observó el característico color blanco de la semilla de las especies de amarantos cultivados, sin señas de hibridación con poblaciones silvestres.

Se observó que el Amarantho del Estado de México no corresponde con la descripción de catálogo de variedad Gigante Dorado, lo que denota fallas en dos puntos del proceso, la primera en la forma de preservar las variedades y evitar el cruce con otras especies, y la segunda en lo referente al registro del inventario de semillas. El Gigante Dorado, es una variedad de *A. cruentus* y en este caso el ejemplar que fue sembrado fue *A. hypochondriacus*.

Los ejemplares de color verde, ambos pertenecientes a la especie *Amaranthus hypochondriacus* L., (Figura 6). Presentaron brácteas, flores y semillas con las mismas características, pero inflorescencias muy distintas.



Figura 6. Estructuras de *Amaranthus hypochondriacus* L.

Ejemplar verde, de inflorescencia compacta presentó una condición observada en varias especies silvestres del mismo género, en la que un extremo distal de las ramas de la inflorescencia se atrofia en un raquis torcido y flores pequeñas generalmente abortivas de tépalos desiguales y ovario malformado. Sin embargo el ejemplar no muestra evidencia de hibridación con especies silvestres, su morfología se asemeja a dos variedades cultivadas con fines ornamentales conocidas como: “Fat spike” y “Manna de Montana”.

Por lo que se tiene que una de las procedencias de Amarantho aportada, no cumple con las características de la especie y variedad. (Cuadro 32).

Cuadro 32. Especies de *Amaranthus* spp. que fueron cosechadas en el MA.

Estado-Procedencia	Especie	Características, variedad.
Edo. México - Xóchitla	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	Estaba nombrado como Gigante dorado, pero no cumple con las características de la variedad, aunado a que es una especie distinta.
Aguascalientes - Mezquite	<i>Amaranthus cruentus</i>	Nombrado como Burgundy, cumple con las

		<i>características de la variedad, principalmente en color y forma de la inflorescencia.</i>
<i>California – Bountiful Garden</i>	<i>Amaranthus cruentus</i>	“ “

