

TIEMPO, COSTO Y REPETIBILIDAD DE ENSAYOS
MINIMOS DE CALIDAD EN SEMILLAS DE
ESPECIES HORTICOLAS

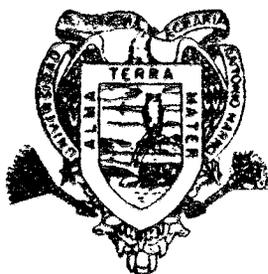
ANA BERTHA MEZA COTA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

OCTUBRE DE 1998

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

TIEMPO, COSTO Y REPETIBILIDAD DE ENSAYOS MÍNIMOS
DE CALIDAD EN SEMILLAS DE ESPECIES HORTÍCOLAS

TESIS

POR

ANA BERTHA MEZA COTA

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y
aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGÍA DE SEMILLAS

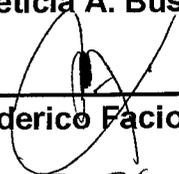
COMITÉ PARTICULAR

Asesor Principal :



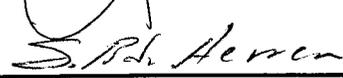
M. Sc. Leticia A. Bustamante García

Asesor:

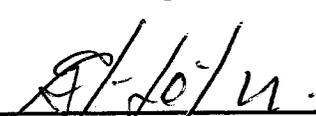


M. C. Federico Facio Parra

Asesor:



Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera



Dr. Guadalupe López Nieto

Encargado del Despacho de la Subdirección de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Octubre de 1998.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo otorgado durante la maestría.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por brindar la oportunidad de superarme profesionalmente.

Al Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas, por enseñarme que el mundo de las semillas es enorme y siempre se aprende algo nuevo de cada maestro, compañero y agricultor.

A mis tres asesores M. C. Leticia Alejandra Bustamante García, M. C. Federico Facio Parra y Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera, por su interés y acertada dirección en la investigación.

A C.P. Rivera por su atenta y desinteresada colaboración para realizar balance de costos.

A Dr. Juan Manuel Fernando Narváez Melo por siempre tener palabras de aliento y ser un amigo formidable.

A todos los maestros del CCDTS que gustosamente infundieron en mi ánimos para dar término a otro objetivo más profesional alcanzado.

A TLQ Sandra Luz García Valdés y QFB Alejandra Torres Tapia por su valiosa enseñanza de amor al trabajo aun en la adversidad.

A Srita. Jovita Escobedo Garay por ofrecerme su ayuda desinteresada para la elaboración de la presente y dar ánimos constantemente para ello.

A las secretarias de Postgrado por facilitar todos los trámites para la aprobación de este trabajo, especialmente Lupita por revisar eficaz y rápidamente el borrador.

A mis excelentes compañeros y amigos de trabajo, estudio y convivencia: Margarito Manjarrez, Juan Francisco Trejo Cerda, Francisco Javier Montesinos, Claudio Rosales Serafín y Jorge Reséndiz.

A la familia Zamarrón Rodríguez por su constante apoyo durante mi estancia en este lugar.

A todos aquellos que han colaborado y preguntado con interés sincero sobre el presente trabajo.

DEDICATORIA

A DIOS:

Por permitirme el hecho de conocer el maravilloso mundo, con todas sus veredas, tropiezos y abismos, pero sobre todo por permitirme conocerlo a él.

A mi padre Sr. Félix Meza Martínez:

Por ser un excelente ejemplo de rectitud, trabajo, responsabilidad y amor incondicional.

A mi esposo César Zamarrón Rodríguez:

Por luchar constantemente y con denuedo por nuestro éxito como pareja, padres, seres humanos y profesionistas.

A Aylín Pamela Zamarrón Meza:

Por llenar nuestras vidas de regocijo, temor, ternura, caprichitos, pero sobre todo AMOR y ganas de seguir luchando para dejarle un mundo mejor.

A mis hermanas Leticia, Brenda y Laurita, y a mis sobrinitas Karen (NECO), Brendita y Andrea con mucho cariño, como siempre.

A Félix Meza Cota:

Porque siempre ha sido un hombre con visión, amor y justicia,
pero sobre todo porque siempre será mi niño adorado.

A Sra. María Fructosa Cota Ruiz:

Con todo mi amor por ser la abuelita más maravillosa del mundo.

A familia Estrada Pérez:

Por ser siempre apoyo incondicional, respeto y amor infinito,
Gracias tía Laura por ser madre adoptiva de alegrías y tristezas.

**A la familia Zamarrón Rodríguez , Sr. Eduardo y Sra. Guadalupe,
por su gran apoyo y enorme amor para Aylín.**

A la familia Zamarrón Noriega:

Tía mimi, Tamanta y Taya, por su cariño tan grande a nuestra
familia.

**Muy especialmente a mis cuñadas Elsa por su ejemplo de
responsabilidad y constancia y Lety (Snoopy) por ser una
excelente persona llena de amor y ternura hacia todos nosotros.**

A mi mejor amiga Minerva Leticia Zavala Plascencia:

Por ser siempre una hermana, una persona que me ha apoyado
sin juzgar, ni condenar, tener siempre un gran corazón y ser un
gran, gran ser humano (Dios te bendiga).

**A familia Zavala Plascencia (BEBO Q.E.P.D.), Luzmaría, Chela,
Cayo, Bernardo.**

Por ofrecer siempre consejo sincero, que no siempre fue ejercido
pero si escuchado.

**A Esther, Maybe Y Ofelia por recibirme siempre con los
brazos abiertos.**

**A mis compadres Norma, Carlos y a mis sobrinitos Luis, Carlitos
por el cariño inmenso de que siempre me han hecho objeto.**

**A mis amigos Martín, Lázaro y David, Irma, porque en su momento
estuvieron y están conmigo.**

**A Ing. José Manuel García del Real y a su Sra. Bertha Alicia Viveros
de García, por enseñarme a trabajar, duro y a amar la Agronomía y a
las semillas.**

A la Srita. Celina Ceseña:

Por saber escuchar sin prejuicios y apoyarme siempre en mi
etapa profesional y humana.

A ELSACV División California:

Porque cada año de los trabajados es me enseñó que todos
somos importantes y sí se puede trabajar en equipo si se tiene un
objetivo en común.

A Sandra:

Gracias por ser estupenda compañera en el trabajo y excelente amiga y ejemplo de responsabilidad y ganas de ayudar a la gente.

A Alejandrita Torres de Villa:

Por apoyarme, comprenderme y orientarme en pruebas de laboratorio y de la vida... Por sus oraciones.

A Jovita Escobedo Garay:

Porque pese a las diferencias de carácter y opinión haz estado en los momentos más difíciles apoyándome y aceptándome como persona. (Gracias berrinches)

A Dr. Narváez (Patón):

Por ser más que un guía, una persona que escucha, es franco, apoya, da cariño, nos explica la calidad, más que todo eso en resumen es el mejor de los amigos.

A mis muy queridos amigos y compañeros de generación, Tata, Juanito, Buitre, Peluche y Jorge, por haberme aguantado dos años y medio, darme su cariño y haber aprendido en todos los sentidos a trabajar y divertirse en equipo.

A Salvador Ocegueda (Chavita):

Por ser tan buen maestro y estar comprometido con la calidad hasta el final.

A Yanira Yaber:

Por ser una excelente maestra de inglés, compañera y amigocha del alma...

A compañeros conocidos durante mi estancia : Francisco Higinio, Rossy, Martín, Adrianita, Ofelia, Daniel, Moisés, Adalberto (Drupi), Miguel; Miguelito Flores, Manuel; Roberto; Amparo, Marianela, Tomás, Rascón, Alicia (Chaparrita), Carlos Fuantos (El jardinero)...

A buenos compañeros de trabajo: Anita (siempre con palabras de aliento), Margarita (y sus recetas) Ing. Borrego, Raquel; Don Manuelito, Adrián, Ing. Serrato, Marilú (gordis con cariño), Don Danielito, Laurita, Lupita, Ing. Antonio Rodríguez, Ing. Antonio Valdez O., Polito, Almita, Adriana y Josafat.

Dr. Juan Francisco M. Ponce:

Por ser asesor y amigo durante licenciatura y maestría...

M. C. Roberto Soto Ortiz:

Por iniciarme en maestría en el CCDTS.

Juan Manuel Piña:

Por tener la paciencia y disposición para escucharme como compañero y ser humano (y arreglar la computadora eh!!! Gracias!!!)

A Mario Vázquez (Mayito):

Por siempre mirar las cosas en sentido claro, positivo y tener esperanzas, todo ello por transmitirlo sin egoísmos o prejuicios al igual que sus conocimiento...

A Ing. Facio:

Por arreglarnos la salud y en muchas ocasiones el alma.

A Ing. Cantú :

Porque con sus bromas alegraba hasta los momentos mas tensos y me gustaba mucho su clase (Saludos al Ing. César)...

A Ingenieros Alejandrino Alonso e Ignacio Reyna:

Por su confianza, apoyo y seguridad brindada , ayer, hoy y siempre...

A Ing. Alfredo Guereña:

Por ser excelente compañero, amigo, maestro y camarada...

A todos aquellos que alguna vez preguntaron por esta investigación sin afán de molestar y les decía que el próximo semestre...

COMPENDIO

TIEMPO, COSTO Y REPETIBILIDAD DE ENSAYOS MÍNIMOS DE CALIDAD EN SEMILLAS DE ESPECIES HORTÍCOLAS

POR

ANA BERTHA MEZA COTA

MAESTRÍA

TECNOLOGÍA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, OCTUBRE DE 1998.

-Asesor- Ms. Leticia A. Bustamante García

Palabras claves: Costos, repetibilidad, ensayos calidad, tiempo, semilla de chile, tomate, cebolla y melón.

Para determinar tiempo, costos y repetibilidad de ensayos de calidad de semillas en distribución de chile, tomate, cebolla y melón, se realizaron pruebas físicas y fisiológicas y se cuantificó el tiempo utilizado en cada prueba, así como los costos totales de cada ensayo y se determinó la repetibilidad de los resultados al repetir tres veces todos los ensayos.

Se observó que en las pruebas físicas y fisiológicas los resultados de los ensayos en cebolla no fueron similares a los indicados en etiqueta, principalmente en pureza física y germinación estándar. En la prueba de germinación estándar se observó una tendencia de resultados más altos en la modalidad de siembra entre papel que en la modalidad sobre papel. El cultivo de melón presentó en sus cuatro lotes mejores resultados en todos los ensayos realizados.

En relación al tiempo de realización la prueba que requirió de menor tiempo fue Peso de mil semillas y la de mayor tiempo vigor mediante el ensayo de deterioro controlado. En cuanto a costos el costo más bajo fue pureza física y la de mayor costo vigor (DC).

Los coeficientes de variación obtenidos fueron de una unidad, manifestando la confiabilidad de resultados.

La rentabilidad se determinó basándose en los costos obtenidos agregando un 30 por ciento para establecer el precio del servicio, encontrándose dentro del rango en costos de otros servicios ofrecidos dentro y fuera del país.

ABSTRACT

**TIME, COST AND REPETIBILITY OF SEED QUALITY ANALYSIS
OF VEGETABLE SPECIES**

BY

ANA BERTHA MEZA COTA

MASTER OF SCIENCE

SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, October, 1998

M.Sc.Leticia A. Bustamante García-Adviser-

Key Words: Cost, repetibility, quality tests, time, seed of pepper,
tomatoe, onion and cantaloupe (muskmelon).

To determine time, cost and repetibility of seed quality test of pepper, tomatoe, onion and muskmelon; physical and physiological test were developed. Time, cost and repetibility of each test were cuantified, each with threee repititions per test.

It was observed that the physical and physiological test results were different from the ones indicated in the labels, mainly for pure seed and standard germination tests.

For the germination test it was observed a tendency for higher germination results with the top paper than between paper system muskmelon presented the highest results for all four seed lots in all the tests developed.

In relation to time consuming the test that required the least time was weight of one thousand seeds and the test that consumed more time was vigour test (controlled deterioration).

The coefficient of variance for all test were of one unit, demonstrating confiability on the results.

The rentability was determined based in the cost obtained and additional 30 percent factor to establish the price of the prices of the seed analysis service was in the range of prices offered at other seed laboratory services in an out the country.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	xvii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	5
Ensayo de Semillas	5
Calidad de Semilla	5
Origen y Desarrollo	7
Pruebas Físicas	11
Pruebas Fisiológicas	13
Laboratorio, Analistas y Personal	22
Costo de los Ensayos	26
Fijación de Precios	28
MATERIALES Y METODOS	36
Ubicación del Experimento	36
Material Experimental	36
Preparación de la Muestra	38
Registro	38
Variables evaluadas	38
Muestra de Trabajo	40
Variables evaluadas	40
Pruebas Físicas	41
Determinación de Humedad	41

	Página
Variables evaluadas	42
Pureza Física	43
Variables evaluadas	43
Peso de Mil Semillas	44
Variables evaluadas	46
Pruebas Fisiológicas	47
Ensayo de Germinación Estándar (Entre Papel)	47
Variables evaluadas	50
Ensayo de Germinación Estándar (Sobre Papel)	52
Variables evaluadas	53
Ensayo de Vigor (DC)	55
Variables evaluadas	56
Repetibilidad	57
Costos	58
Análisis Estadístico	60
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
Preparación de la muestra.....	63
Pruebas Físicas	64
Pruebas Fisiológicas	72
Tiempos y Costos	84
CONCLUSIONES.....	102
RESUMEN.....	104
LITERATURA CITADA.....	107

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
2.1	Cuotas autorizadas para el ejercicio fiscal de 1998, de análisis de calidad de semillas SNICS-SAGAR	33
2.2	Servicios que oferta el Centro de Investigaciones en Producción de Semillas (CIPROS) del CUCBA, para Análisis de Semillas, 1995.	34
2.3	Precios de análisis de calidad de semillas ofertados por laboratorio de Estados Unidos, 1998.	35
3.1	Lotes de semillas de especies utilizadas en ensayos de calidad para semillas hortícolas.....	37
3.2	Etiqueta de identificación de muestras enviadas al Laboratorio.	39
3.3	Hoja de Registro de resultados para análisis de Pureza Física.	45
3.4	Prescripciones para el ensayo de Germinación Estándar.	48
3.5	Formato de registro de resultados de germinación estándar.	49
3.6	Formato de resultados del ensayo de vigor para Deterioro Controlado.	59
4.1	Cuadrados medios y significancias de los resultados de pruebas físicas para calidad de los lotes de semillas de cuatro especies hortícolas.	65
4.2	Comparación de medias de calidad de pruebas físicas en semillas de Chile.	67

Cuadro	Página
4.3 Comparación de medias de calidad de pruebas físicas en semillas de tomate.	68
4.4 Comparación de medias de calidad de pruebas físicas en semillas de cebolla.	69
4.5 Comparación de medias de calidad de pruebas físicas en semillas de melón.	70
4.6 Cuadrados medios y significancia de los resultados de pruebas fisiológicas para calidad de los lotes de semillas de cuatro especies hortícolas.	73
4.7 Comparación de medias de calidad de pruebas fisiológicas en semillas de chile.	74
4.8 Comparación de medias de calidad de pruebas fisiológicas en semillas de tomate.	75
4.9 Comparación de medias de calidad de pruebas fisiológicas en semillas de cebolla.	76
4.10 Comparación de medias de calidad de pruebas fisiológicas en semillas de melón.	77
4.11 Resultados de ensayos de calidad en lotes de semillas de especies hortícolas. UAAAN, 1996.	79
4.12 Resultados de calidad (actuales) obtenidos en el presente estudio y anunciados en etiqueta en los lotes de semilla de especies hortícolas. Laboratorio de semillas CCDTS-UAAAN, 1996.	82
4.13 Tiempos empleados para realizar pruebas de calidad en cuatro especies de semillas hortícolas. UAAAN 1996.	85
4.14 Número de muestras analizadas por un analista por jornada de trabajo (ocho horas) en diferentes semillas de hortalizas, UAAAN, 1996.	85

Cuadro**Página**

4.15	Costos fijos de ensayos de calidad física realizados en cuatro especies hortícolas con tres repeticiones en laboratorio de ensayos de semillas. CCDTS-UAAAN, 1996. ...	86
4.16	Costos fijos de ensayos de calidad fisiológica realizados en cuatro especies hortícolas con tres repeticiones en laboratorio de ensayos de semillas CCDTS-UAAAN, 1996. ...	87
4.17	Valor de depreciación de equipo para establecimiento de costos fijos de ensayos de calidad realizados en semilla de cuatro especies hortícolas con tres repeticiones en laboratorio de ensayo de semillas CCDTS-UAAAN, 1996.	89
4.18	Costos variables en la prueba de determinación de humedad en semilla de cuatro especies hortícolas en laboratorio de ensayos de semillas CCDTS-UAAAN, 1996. ...	90
4.19	Costos variables en la prueba de pureza física en semilla de cuatro especies hortícolas en laboratorio de ensayos de semillas CCDTS-UAAAN, 1996.	91
4.20	Costos variables en la prueba de peso de mil semillas en semilla de cuatro especies hortícolas en laboratorio de ensayos de semillas CCDTS-UAAAN, 1996.	92
4.21	Costos variables en la prueba de germinación estándar sobre papel en semilla de cuatro especies hortícolas en laboratorio de ensayos de semillas CCDTS-UAAAN, 1996. ...	93
4.22	Costos variables en la prueba de germinación estándar entre papel de cuatro especies hortícolas en laboratorio de ensayos de semillas CCDTS-UAAAN, 1996.	94
4.23	Costos variables en la prueba de vigor (deterioro controlado) en semilla de cuatro especies hortícolas en laboratorio de ensayos de semillas CCDTS-UAAAN, 1996. ...	95
4.24	Costos de los ensayos de calidad en semillas de especies hortícolas en laboratorio de ensayos de semillas CCDTS-UAAAN, 1996.	96

Cuadro**Página**

4.25	Costo, precios en dólares de análisis de semillas de especies hortícolas en laboratorio de ensayos de semillas CCDTS-UAAAN, 1996.	98
4.26	Costos totales de paquete de pruebas de calidad GE (SP) y (EP) en semilla de cuatro especies hortícolas realizadas en laboratorio de ensayos de semillas CCDTS-UAAAN, 1996.	99

INTRODUCCIÓN

Los programas de producción de semillas para ofrecer un producto del más alto nivel de calidad requieren de un control de calidad estricto, lo cual es considerado una herramienta fundamental para asegurar la calidad de la semilla que producen. Los ensayos de semillas son una de las medidas de este control de calidad junto con las inspecciones de campo, la supervisión en postcosecha, y las pruebas de control varietal lo que determina el éxito del programa mismo.

El ensayo de semillas ha tenido un gran desarrollo desde su origen en 1869 a nivel mundial, sin embargo en México no es sino hasta 1947 cuando por decreto presidencial se concede por un período de tres años de prueba, crear la Comisión del Maíz que en 1961 al promulgarse la Ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas, el Departamento de Semillas de la Dirección General de Agricultura cambia a Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y la Comisión Nacional de Maíz a Productora Nacional de Semillas (PRONASE) y es en esta fecha cuando la fundación Rockefeller equipa el primer laboratorio de semillas instalado en el sótano de lavandería de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, también en este

año la Comisión del Maíz ya contaba con un equipo elemental de toma de muestras, balanza granataria y determinador de humedad, pero al transformarse en PRONASE se aumenta el número de cultivos de solamente maíz hasta 12 especies que incluyeron, gramíneas, leguminosas, oleaginosas , hortícolas y especies forrajeras, por lo que requirieron más equipo y personal para el ensayo de calidad de semillas.

Siendo la semilla un insumo estratégico en la producción de cultivos es de vital importancia evaluar su calidad para garantizar la producción, por lo que los encargados de producir, vender o comprar la semilla estan cada vez más interesados en constatar la calidad de ésta de una manera confiable.

La demanda de este servicio de análisis por agricultores, empresas y distribuidores de semilla, ha ido en aumento, mayormente a partir de los cambios en la Ley de producción de semillas, donde de acuerdo al artículo noveno faculta el libre comercio de semillas basado en la información de calidad en etiqueta, esto trae la necesidad de que el análisis de semilla sea ofrecido como servicio al que pueda recurrir el usuario y vendedor en forma confiable dada la competencia en base a la calidad del servicio ofrecido, en laboratorios privados que evaluen la semilla en venta, esto para la verificación de la información de calidad especificada en etiquetas.

Para llevar exitosamente los ensayos de calidad, se han desarrollado reglas de análisis, para realizarlos de forma práctica, uniforme y aceptablemente, donde deben hacerse dichas pruebas con un mínimo de esfuerzo y de tiempo del analista así como proporcionando confiabilidad (USDA, 1980).

Los servicios ofrecidos por los laboratorios privados deberán tener un costo mínimo que repercutirá en que el servicio sea rentable, y como base de la determinación del costo, el tiempo necesario para realizar cada prueba debe ser tomada en cuenta, puesto que redunda en las horas/hombre necesarias , y las pruebas realizadas por jornada de trabajo en un laboratorio.

O b j e t i v o s

Determinar el tiempo y costo de ensayos mínimos para evaluar la calidad de semilla en laboratorios que ofrecen el servicio de ensayo.

Determinar la repetibilidad de los ensayos, bajo condiciones del laboratorio en estudio.

Determinar el nivel de calidad de semilla de lotes comerciales en distribución.

Hipótesis

Establecer el tiempo y costo real de los ensayos permitirá proporcionar un servicio rentable y planear adecuadamente las cargas de trabajo en el laboratorio.

Las condiciones de laboratorio en estudio permiten una repetibilidad de resultados altamente aceptables.

La calidad indicada en el envase de semilla no siempre corresponde a la evaluada en un momento dado.

REVISIÓN DE LITERATURA

Ensayo de Semillas

Calidad de Semilla

La calidad de las semillas no es un accidente, y no está dada por un sólo componente, si bien son cuatro los involucrados en ellas, es el genético, el que le da a las semillas las características necesarias no sólo en producción sino en calidad, y resistencias, para obtener de las plantas producciones sobresalientes. El componente fisiológico relacionado íntimamente con la germinación y vigor permite a las semillas cumplir su rol o función biológica, al asegurar propagación de la especie y de esta manera el establecimiento de cultivos. El componente físico, provee la información sobre humedad, pureza física y peso de la semilla, y por último el componente sanitario, nos indica el nivel de sanidad en una semilla respecto a la presencia de microorganismos patógenos e insectos. La finalidad de los análisis es proporcionar información sobre las características que poseen las semillas en estos factores de calidad y de esta manera determinar si puede o no continuar con la producción del cultivo (Garay, 1985).

La calidad en semillas no se encierra en un concepto frío de una sola característica, es comprendida como un conjunto de varios atributos, a algunos se les da mayor relevancia que a otros, pero todos son básicos e importantes, y ellos determinan el nivel o grado de excelencia alcanzado por las semillas, lo que determina la competitividad de éstos (Thomson, 1979), y es por ello que son cuantificados mediante un ensayo de semillas o no (ISTA, 1985).

En los programas de multiplicación y producción de semillas los ensayos de calidad son esenciales no sólo para agricultores, sino también para consumidores, productores, empresas semilleras, la oficina de certificación y los distribuidores de semillas (Douglas, 1980).

Besnier (1989) menciona que cuando los agricultores compran semilla ellos esperan estar seguros de lo que reciben a cambio de su dinero. Una pobre calidad de semilla les hace perder dinero, perder potencialidad del cultivo, perder confianza en su vendedor.

La Asociación Internacional para el Ensayo de Semillas (ISTA) publica reglas para pruebas de calidad con sus rangos en cultivos agrícolas, hortícolas y otros. Las metodologías de estos ensayos son específicas para cada cultivo. Ahí se especifican: Substrato y forma de uso (entre papel, sobre papel, arena, etc.); temperaturas óptimas para la prueba, temperaturas alternas o constantes;

luz, si la prueba se corre o no con luz; número de días del primer conteo y número de días para el conteo final. Otras recomendaciones, incluyen pretratamiento requerido para presencia de latencia, como, tratamiento de nitrato de potasio, ácido giberélico o requerimientos de frío, número y tamaño de la muestra y sus repeticiones. Asimismo da las especificaciones para materiales, condiciones y procedimientos de los ensayos. El objetivo es poder estandarizar estos ensayos de muestras en diferentes partes del mundo y que sean usados los mismos procedimientos y eso puede hacerse `para comparar diferentes lotes de semillas (ISTA, 1985).

El objetivo del ensayo de semillas, es determinar el valor de un lote comercial de semilla por medio de una muestra representativa que se analiza de acuerdo a estándares preestablecidos (Bould y Barnes, 1984), además Balkin y Suárez (1990) agregan que el éxito de un ensayo de semillas se ve influenciado por las facilidades adecuadas, personal entrenado, métodos uniformes y un programa de actualización y mejoramiento constante.

Origen y Desarrollo

Es en Estados Unidos en 1921 donde se da la primera ley reguladora de la venta de semilla, donde asimismo se han ido modificando las "Reglas e Instrumentos para Pruebas de semillas" publicadas por el Departamento de

Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y otras a través de la Asociación de Analistas Oficiales de Semillas (AOSA) (McDonald, 1993; USDA, 1980).

El origen del ensayo de semilla data de 1869, como resultado de la necesidad de obtener mejores producciones, cuando se les dio por primera vez a los agricultores resultados de pureza física y germinación en el laboratorio de Friedrich Nobbe en Alemania Oriental. Posteriormente en 1924 se constituye la Asociación Internacional para Ensayo de Semillas (ISTA), para desarrollar y establecer las reglas de análisis para el comercio internacional de semillas, estableciendo metodologías estandarizadas que dan resultados reproducibles dentro y entre laboratorios (Thomson, 1979).

La valoración de la calidad de semilla se inicia en México de una manera indirecta en 1907, con la fundación de la Estación Experimental Agrícola Central de San Jacinto, en México, D. F., creándose estaciones semejantes en Tabasco, San Luis Potosí y Oaxaca en 1908; todo ello para mejorar los métodos de producción; así surge en 1933 el Departamento de Campos Experimentales (Badillo, 1981).

En 1943 con la oficina de Estudios Especiales creada a través de un convenio entre la Fundación Rockefeller y el gobierno de México se inicia la investigación agrícola ordenada y continua para la formación de variedades

mejoradas, es así como se origina el Instituto de Investigaciones Agrícolas en 1946. Es en 1960 cuando por decreto presidencial se constituye el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), encargado de obtener variedades mejoradas de cultivos básicos como maíz, frijol y trigo (Badillo, 1981).

En 1947 con la creación de la Comisión del Maíz, para promover y fomentar el uso de semilla mejorada en maíz, trigo, arroz y frijol (Tijerina, 1980), se inicia sistemáticamente la producción de semillas.

En 1954 en México la certificación de semillas quedó a cargo de la sección de cultivos básicos de el Departamento de Extensión Agrícola de la Dirección General de Agricultura, todo ello con base de normas todavía no legalizadas en trigo, algodón y algunos otros cultivos.

Debido a no tener reglas o normas establecidas para la producción de semillas en 1961 se aprueba la Ley de Producción, Certificación y Comercio de Semillas, que declara la producción y comercio de semillas como actividad de utilidad pública, surgiendo así por decreto, el Sistema Nacional de Semillas que modificó a la Comisión Nacional del Maíz en la Productora Nacional de Semillas, que incluye además al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y al Registro Nacional de Variedades de Plantas (RNVP) (Badillo, 1981).

Con la creación de PRONASE se estableció un laboratorio central de análisis de semillas en la ciudad de México, y se crearon otros más por cada planta de beneficio, por lo menos uno por cada estado del país (Badillo, 1981).

SNICS, dependiente de la Dirección General de Agricultura fue el único organismo responsable de la certificación de semillas, junto con el Comité Calificador de Variedades de Plantas (CCVP) y los laboratorios, siendo el comité calificador constituido por tres secciones: RNVP, evaluación de semillas y sección de importaciones y exportaciones (Badillo, 1981).

La Asociación Mexicana de Productores de Semillas para siembra, A. C., se constituye en 1968, posteriormente Asociación Mexicana de Semilleros, A. C., Con un registro en 1981 de 38 compañías particulares que producen, benefician y comercializan semillas mejoradas, entre las que se encuentran compañías mexicanas, empresas con capital mixto y filiales de compañías internacionales (Badillo, 1981).

Más adelante en los años 70 en México se realizaron cada vez más mesas redondas, conferencias y seminarios sobre producción de semillas, beneficio, almacenamiento y control de calidad. Siendo los precursores las Escuelas de Agricultura como Chapingo, "Hermanos Escobar" y Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", asimismo esta última crea en 1978 el

Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología en Semillas (CCDTS), que desde sus inicios operó un laboratorio de ensayo de semillas para enseñanza, investigación y servicio externo (Badillo, 1981; Paredes, 1985). Desde entonces dicho laboratorio ha tenido el enfoque de servicio en el ensayo de semillas, hacia empresas semilleros, comercializadores de semillas y programas de certificación (Valdez, 1996).

Pruebas Físicas

Entre los factores que mayormente influyen o afectan la viabilidad de semillas está el contenido de humedad. Su determinación se realiza por el método de secado en estufa o métodos eléctricos, siendo el primero el más exacto, más uniforme y reproducible. El principio de esta prueba consiste en eliminar el agua libre de la semilla a una temperatura determinada, constante, donde por diferencia de peso se determina la humedad perdida (Moreno, 1984).

En los métodos eléctricos la imprecisión es más frecuente, por ser métodos rápidos, puesto que requieren calibración y conocimiento práctico de los aparatos, así como tablas de lectura y en algunos casos corrección por temperatura (VanderBury *et al.*, 1983).

La pureza de la semilla denota la composición de un lote en particular. Está basada en la determinación física de los componentes presentes en un lote de semillas que incluyen porcentajes de peso de: semilla pura, semilla de otros cultivos, semilla de maleza, materia inerte, donde la semilla pura es la porción de muestra de trabajo representada por especies del cultivo que se está examinando; ésta incluye en la actualidad el porcentaje de cada especie del cultivo en niveles del 5 por ciento o más, otras semillas es el porcentaje en peso y número de otros cultivos, otras especies en la muestra, que se presentan en porcentajes menores del 5 por ciento; semilla de maleza, indica el porcentaje de semillas presentes consideradas como malezas y la materia inerte, denota la porción de muestra que no es semilla ni considerada en los componentes descritos. Usualmente consiste en, partes vegetales, hojas, pequeñas piedras, pero también incluyen piezas quebradas, dañadas o inmaduras del cultivo o semillas que no tienen la calidad de las semillas (ISTA, 1985).

El tamaño de la muestra en un examen de pureza está dado por las reglas de ensayos de semillas. El tamaño de la muestra (peso) es determinado por el tamaño de la semilla a analizar; aproximadamente 2,500 semillas son necesarias para un análisis estadístico aceptable de una prueba de pureza. (Copeland y McDonald, 1985).

La pureza analítica nos indica cuánto del material en la bolsa es semilla intacta de la especie marcada en la etiqueta y estimada por análisis de pequeñas muestras en laboratorio. Las impurezas son semillas de otros cultivos, especies, semilla de maleza, materia inerte como: semillas quebradas, piezas de hojas, paja , partículas pequeñas de suelo. Cuando la separación es completa, la semilla pura es pesada y expresada en porcentaje de peso de toda la muestra (Thomson, 1979).

La determinación del peso de 1000 Semillas, es un indicador más de calidad física, ya que la calidad de semilla se refleja en tamaño, peso, densidad, así este atributo permite conocer la calidad del lote. Se puede obtener pesando ocho repeticiones de 100 semillas cada una donde se obtiene el peso promedio. De las ocho observaciones se calcula el coeficiente de variación y si éste no excede 4.0 para semillas , el trabajo es correcto y se obtiene al multiplicar la media de las observaciones por 10 (ISTA 1985).

Pruebas Fisiológicas

Dentro de los atributos de la calidad fisiológica la germinación es definida ampliamente como el resultado de la activación de crecimiento del embrión, dado por la ruptura de la testa de la semilla y la emergencia de la planta joven, es común una confusión en la terminología ocasionada por la

definición de germinación de semilla que en algunos sentidos no satisface a diferentes grupos, por ejemplo para el fisiólogo, la germinación es una serie de reacciones y eventos metabólicos que inicia con la imbibición de la semilla y la culminación en la emergencia del embrión de la planta; para el analista de semillas, germinación es más definido y estandarizado, donde se pueden hacer interpretaciones uniformes hechas por diferentes analistas en diferentes laboratorios (Copeland y McDonald, 1985).

Y de acuerdo a esto último la Asociación Oficial de Analistas de Semillas (AOSA) describe a la germinación como la emergencia y desarrollo del embrión de la semilla en sus estructuras esenciales, para el tipo de semilla en cuestión, y es indicativo de la habilidad para producir una planta normal bajo condiciones favorables (AOSA, 1983), en este mismo sentido la definición de germinación de la Asociación Internacional para el Ensayo de Semillas, es el desarrollo de las estructuras esenciales del embrión, a punto que permitirá pronosticar la habilidad para desarrollar una planta normal bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y luz (ISTA, 1996). Para la mayoría de los tecnólogos y semillistas viabilidad significa la capacidad de la semilla para germinar y producir plántulas "normales", por lo que es usualmente utilizado como sinónimo de capacidad germinación (Copeland y McDonald, 1985).

Asimismo, Thomson (1979) indica que la capacidad de germinación, en la práctica, es en general el indicador de la habilidad de un lote de semillas para crecer en un campo y los lotes con baja germinación son los rechazados, y donde en un ensayo de germinación, a una muestra pequeña de semillas, usualmente de 400, se da en óptimas condiciones de germinación y, después de éstas se le da un tiempo apropiado donde las plántulas normales producidas son contadas.

De manera semejante Cobaquil (1990), menciona que el porcentaje de germinación obtenido en el ensayo estándar provee un estimado del potencial a desempeñar de muestras de semilla bajo óptimas condiciones. Un ensayo es realizado con características específicas de siembra, muchas son frecuentemente sub-óptimas; éstos resultados en campo son más representativos en los estándares obtenidos en el campo.

La influencia de la humedad del substrato en la capacidad de germinación en remolacha, ha sido considerada puesto que se han observado diferentes resultados entre laboratorios, generalmente se agrega agua a la caja petri en el papel filtro, pudiendo ser de 20 ml a 40 ml, afectando la capacidad de absorción del papel, donde se manejan humedades que van de niveles desde 50 hasta 80 por ciento, en una aplicación uniforme de un nivel de 65 por

ciento, para todos los tipos de semillas (peletizadas, tratadas, secas y lavadas) (Jassem *et al.*, 1993).

En la revisión de las normas establecidas por ISTA en 1980 sobre la germinación, se prescriben las condiciones en que se deben germinar diferentes especies de semillas, como temperatura y substrato, se concluyó que las pruebas deben ser manejadas y adaptadas a cada región, según sean sus condiciones y posibilidades, siempre y cuando todas las muestras sean manejadas de la misma forma. Esto fue argumentado en virtud de que cada analista realiza la prueba de acuerdo a su experiencia, en cuanto a los substratos que mejor le han funcionado. Así por ejemplo en Europa utilizan las toallas secantes enrolladas, es decir entre papel, mientras que en Estados Unidos de América se utiliza más el método sobre papel (caja petri). En cuanto a temperatura fue aún más difícil considerar nuevas alternativas, debido a que se necesita equipo germinador más completo, y no todos tienen los mismo aparatos, con temperaturas controladas, alternas y luz. Lo más interesante de las inspecciones que se realizaron es que se pueden manejar según la experiencia, las modificaciones a las reglas, siempre y cuando se hagan uniformemente y con las repeticiones mínimas para avalar científicamente ese trabajo. Ciertamente la revisión hecha no será la última (pruebas en diferentes países, regiones con modificaciones a las reglas de ISTA), la revisión de la tabla seguirá siendo inquirida, para organizarla de acuerdo a las posibilidades

y necesidades de los organismos analizadores, para encontrar el ensayo un óptimo a nivel nacional e internacional (Schimitt-Grob, 1984).

Cuando en algunas ocasiones se sugieren métodos alternativos para pruebas de rutina de germinación estos han sido completamente evaluados por diseños experimentales en varios laboratorios, ellos son comparados por un largo número de laboratorios de ensayo. En esta fase cada laboratorio utiliza el método de su selección en los mismos lotes. Ellos lo manejan a su criterio y utilizan referencias de las investigaciones más recientes de ISTA, y generalmente usan dos métodos distintos. La más alta correlación entre los resultados para cada estación en los dos métodos permite concluir los méritos de cada prueba o método. Es recomendable que en el futuro, ISTA haga referencia a las pruebas de cada estación en cada muestra. Para los resultados, el Comité de Pruebas de Referencia (Arbitraje) puede auxiliar mejor a estos laboratorios para manejar tolerancias oficiales en dicha prueba, y el Comité de Germinación puede obtener datos válidos de comparación de métodos (Heywood, 1981).

Sin embargo la prueba de germinación estándar es utilizada para determinar el potencial máximo de viabilidad de las semillas y señala criterios de evaluación donde en un tiempo determinado se identifican estructuras esenciales para plántulas normales y es por ello que requiere de óptimas

condiciones de humedad y temperatura así como luz para su germinación normal (Sayers 1982).

Y la razón para no realizar pruebas de germinación estándar en campo es por no tener la seguridad de repetir las condiciones para obtener resultados confiables, por lo que el error se elevaría altamente (Townsend 1979).

En años recientes el concepto de vigor de la semilla como propiedad fisiológica es entendido por los tecnólogos en semillas como la distinción entre semillas que poseen potencial para producir plántulas fuertes, sanas y las que tienen potencial bajo como resultado del deterioro, daño u otras causas. (Copeland y McDonald, 1985).

Sin embargo para Thomson (1979), vigor no tiene una definición precisa pero en términos generales, es la habilidad de la semilla para germinar y desarrollarse como planta en condiciones adversas. El punto crítico de estas condiciones adversas no son siempre las mismas en unos países quizá el frío y la humedad , y en otros, quizá el calor y la sequía. En ambos casos, la semilla está bajo estas condiciones, pero éstas son diferentes.

Se considera el vigor como un indicador de calidad, más allá de la germinación y denota la completa habilidad de las semillas para funcionar bien

bajo condiciones de campo. Es un concepto relativamente nuevo comparado con la capacidad de germinación y surgió de las observaciones de diferencias en establecimiento de plántulas entre lotes de semillas. Su evaluación surge como necesidad de una prueba adicional que proporcione un parámetro más en la cuantificación de la calidad de la semilla (Matthews y Powell, 1981).

Para la Asociación Internacional de Ensayos de Semillas (ISTA) en el congreso de 1977, el vigor de las semillas se define como la suma total de aquellas propiedades en la semilla que determinan el nivel de actividad y capacidad de las semillas o lote de semillas, durante la germinación y emergencia de las plántulas (ISTA, 1987).

Por otro lado la AOSA (1983) a través del comité de vigor propone la siguiente definición: El vigor de la semilla comprende aquellas propiedades que determinan el potencial para una rápida y uniforme emergencia y desarrollo de plántulas normales bajo un amplio rango de condiciones de campo.

MCDonald (1991) indica que no basta con hacer pruebas de germinación para asegurar al agricultor la calidad y potencialidad de una determinada semilla, por lo que cada vez es mayor el interés por ensayar las

semillas por su vigor, asimismo menciona que la pérdida de vigor es precedida por la pérdida de viabilidad y germinación.

Diversas pruebas de vigor han sido desarrolladas para diferentes cultivos. Dentro de éstas el ensayo de vigor deterioro controlado ha sido desarrollado para semillas pequeñas como hortalizas principalmente. (AOSA, 1983; ISTA, 1981). El principio de esta prueba se basa en la técnica de envejecimiento acelerado, al someter las semillas a un estrés de alta temperatura y humedad, la diferencia radica en que esta prueba incorpora un mejor control del contenido de humedad de la semilla durante el periodo de envejecimiento. Aquí, el contenido de humedad inicial se incrementa al mismo nivel para todas las muestras antes del periodo de deterioración a alta temperatura (ISTA 1987).

Mathews y Powell (1981) mencionan que las bases de la técnica del ensayo son similares en deterioro que en envejecimiento acelerado, sin embargo en el deterioro controlado, se incorpora un mejor control del contenido de humedad en la semilla y temperatura durante el período de envejecimiento. En el envejecimiento acelerado la semilla durante el período inicial es expuesta a las temperaturas y diferentes tasas de humedad entre lotes de las mismas especies son observadas bajo mismos períodos de tiempo. En deterioro controlado las semillas son llevadas a nivel de 19-20 por ciento de contenido

de humedad igual para todos los lotes, para después someterlas al deterioro a alta temperatura por 24 horas.

Ruiz (1996) concluyó en un estudio de pruebas de vigor para semillas de hortalizas, que la prueba que reúne mayor número de requisitos para evaluar vigor en estas semillas en laboratorio del CCDTS UAAAN fue el deterioro controlado en tiempo de 24, 48 y 72 horas para chile y tomate, y fue la que estimó mejor la emergencia en campo para las dos especies en estudio de acuerdo a la correlación con emergencia en campo obtenida.

El deterioro controlado, de acuerdo a Powell y Matthews (1981) tiene un gran potencial para predecir emergencia en campo, y puede ser utilizada como una prueba de rutina para evaluar vigor en semillas de hortalizas ya sometidas a un deterioro elevado de humedad y temperatura por 24 horas y proporciona una mejor correlación de datos obtenidos en laboratorio con emergencia en campo. Comparado con envejecimiento acelerado la prueba de deterioro controlado tiene un mejor control de la humedad durante el tiempo de deterioro y además se obtienen mayores diferencias entre lotes, ya que la humedad se ajusta al mismo contenido para todos ellos y así pueden obtenerse resultados más congruentes con la calidad de cada uno de los lotes en particular en relación a su potencial de emergencia.

Powell y Matthews (1984) al estudiar el potencial de almacenamiento de 15 lotes distintos de cebolla por 33 meses en almacenamiento bajo condiciones sin control y secos y baja temperatura, encontraron que la prueba de deterioro controlado predijo el potencial de almacenamiento de cada lote (prueba de laboratorio). La viabilidad se mantuvo alta en ocho lotes. De esta manera la prueba permite tomar decisiones en cuanto al tiempo que puede permanecer una semilla en almacenamiento. La repetibilidad del deterioro controlado como prueba de vigor dentro y entre laboratorios fue buena.

Asimismo al manejar 10 lotes de semilla de cebolla para ensayar su vigor mediante deterioro controlado (DC) en tres ocasiones distintas y en seis laboratorios diferentes y realizar pruebas por diferentes analistas, fueron identificados perfectamente los lotes con alto y bajo vigor por los diferentes laboratorios, por lo cual la prueba demostró una vez más que es válida para calificar el vigor (Powell y Matthews, 1981).

Laboratorios, Analistas y Personal

Al establecer un laboratorio de ensayo de semillas se requiere una infraestructura bien definida de acuerdo a las grandes áreas que se van a manejar en el mismo: área de recepción (donde debe permitirse el libre acceso del movimiento de muestras ya sea por cajas grandes o pequeños volúmenes)

y registro de muestras por analizar, áreas definidas para pruebas físicas con todo el equipo necesario (determinador de humedad, temperatura, pureza física, peso de mil semillas, etc.), donde exista una excelente iluminación, lámparas necesarias, así como básculas y balanzas analíticas; de germinación y vigor (aparatos como germinadoras, cámaras de envejecimiento acelerado, contadores de semillas, tomas de agua y gas, gavetas para poner el material necesario, charolas y papel así como cajas petri y un banco de arena); área de sanidad totalmente aislada, pulcra con cámara de aislamiento, gavetas donde poner material necesario; área para almacenamiento donde se pueda controlar la temperatura abajo de cero grados centígrados, con suficiente espacio para guardar las muestras como mínimo por un año para secuenciar trabajos, y estantería así como un archivo para registrar el historial de cada una de las muestras analizadas, área administrativa ubicada de tal forma que no obstruya el movimiento y si permita inspeccionar, cada área de trabajo aunado a todo esto deben existir mesas de trabajo cómodas, iluminación conectores eléctricos accesibles, higiene y seguridad (VanderBury *et al.*, 1983).

Otro rubro importante aparte de la infraestructura es el recurso humano, en este caso analistas de semillas. Para laboratorios que trabajan en 2000 muestras al año se requiere de cuatro analistas entrenados y uno más para el área administrativa, sin embargo para un laboratorio que trabaje con 5000

muestras al año son necesarias siete personas , una secretaria y un responsable o encargado (VandeBury *et al.*, 1983).

Balkin y Suárez (1990), indican que las características de un analista de semillas son principalmente estar actualizados en todos los tipos de pruebas a realizar, especializados en los distintos tipos de semillas con antecedentes científicos, encaminados al área de botánica o agronomía.

Bould y Barnes (1984), en relación a los analistas menciona que uno de los problemas más difíciles de resolver y al que debe ponérsele mayor atención es al entrenamiento de éstos en los distintos países. Este problema se ha presentado en el Reino Unido para entrenar a 40-50 analistas de semillas en un año todos ellos de diferentes compañías semilleras. En este país el entrenamiento está ahora basado en cursos correspondientes al sistema de cursos breves o estancias cortas en el laboratorio oficial de Cambridge y Edinburgo. Se ha sugerido que este sistema debe ser adaptado a analistas de otros países donde por los altos costos sería mejor llevar a un instructor por períodos más prolongados y en sus propios laboratorios.

Griffiths (1984), indica que para tener un sistema de entrenamiento propio es necesario ofrecer cursos donde no se de información impráctica, ello acaba con el entusiasmo de cualquiera, es necesario poder practicar lo que se

está aprendiendo, relacionar la teoría con la práctica. Un apropiado sistema de entrenamiento da como resultados reducciones operacionales de costos en corto tiempo, dando por ende trabajos buenos con menor supervisión, reduciendo labores e incrementando la satisfacción del cliente. Sobre el trabajo de entrenamiento, ISTA ofrece cursos, llevando sólo los benéficos y prácticos, pero la mayor parte de la respuesta está en continuar con un programa de entrenamiento local (doméstico). El papel de las estaciones sería en lo posible hacer mucho más con sus propios entrenamientos basados en la experiencia de los analistas y las facilidades que ellos tengan en su lugar de trabajo.

Asimismo Douglas (1980) menciona que para el desarrollo rápido de un programa de semillas el mejor catalizador es el entrenamiento, basándose que las actividades de las personas que en verdad son efectivas, los programas deben identificar y mantener a estas personas, es necesario capacitarlos, realizar estrategias de ayuda, avanzar en cada programa o etapa, es necesario clasificarla en diferentes posiciones o niveles, esto sin embargo no debe permanecer estático, la competencia entre el personal hará tomar la decisión de la necesidad de mayor y mejor entrenamiento, llevando a entrenadores estratégicos, dependiendo del área que está más desprotegida, estos entrenamientos pueden empezar por ser dentro de un mismo país. Los programas fuera del país pueden ofrecerse por medio de las universidades para los diferentes niveles de alumnos y específicamente para cada región por

grupos de ciudades o estados. Es como los países o ciudades presionan para tener capacitación, incrementar estrategias de ventas, y el personal que venga para reforzar es por ende obvio. El elemento humano es el catalizador de la dosis necesaria para alcanzar los objetivos demarcados por medio del entrenamiento.

Costo de los Ensayos

Reyes (1975) define el costo de un producto o servicio como el conjunto de esfuerzos y recursos que intervienen para obtener un bien, y divide los costos en directos e indirectos, siendo los primeros los que se observan con facilidad por su aspecto físico o de valor como la mano de obra. Los indirectos son los absorbidos por la producción; pero el objetivo principal de determinar el costo es valorizar el servicio ofrecido, donde es necesario conocer la inversión y así determinar la utilidad y fijar los precios de venta de dicho servicio ofrecido.

Del Río (1983) indica que en todo sistema presupuestal, y para la determinación del punto de equilibrio es indispensable hacer un estudio de los gastos, para conocer cuáles son los recurrentes, cuáles fijos y cuáles variables, respecto a las ventas y la producción, lo cual facilita el pronóstico de gastos en cada una de sus partes, de acuerdo con las políticas y planes futuros, dando

asimismo la clasificación de los gastos en constantes y variables: los primeros son aquellos que permanecen estáticos en su monto, en un período y se subdividen en fijos y regulados, los gastos constantes fijos, son lo que se efectúan necesariamente, haya o no producción o ventas, como son rentas, depreciaciones y amortización en línea recta, impuestos prediales, fianzas, sueldos, etc., mientras que los gastos constantes regulados o semi-fijos, son aquellos que se efectúan bajo un control directivo, de acuerdo con las políticas de producción o venta, como son la publicidad, propaganda, honorarios, gratificaciones, sueldos a funcionarios y personal de las oficinas, seguros y fianzas, reparaciones y mantenimiento. Los gastos variables son los que aumentan o disminuyen, según sea el ritmo operado en la producción o en la venta, como son materiales y salarios directos, luz y fuerza, comisiones sobre venta, empaque, etc.

La depreciación puede ser variable cuando se calcula con base en las unidades producidas, igualmente, la publicidad y la propaganda pueden ser constantes o variables, según el caso; cuando el estudio de los gastos constantes y variables se hace respecto a la unidad, el significado al citado es inverso, por razones obvias.

El punto de equilibrio económico es el nivel en el cual la empresa no pierde ni gana, ya que el valor de la producción (VP) es igual a los costos

totales (CT), Del Río (1983) va más allá agregando que en el punto de equilibrio se debe tomar en consideración los gastos variables y los constantes, en relación a los ingresos obtenidos en el ejercicio.

Depreciación es la pérdida gradual del potencial de producción o servicio que sufren de activo fijo tangible de trabajo y la recuperación gradual de dicha pérdida a través de los cargos al costo de producción o a los gastos de operación, Mata y Aguilera (1992), traducen estos como un procedimiento contable que tiene por objeto distribuir el valor de los bienes durante su vida útil en forma terminante, ésto es mediante un abono a la depreciación acumulada y se refleja como cargos al costo de la producción.

Entre los costos el cálculo de mano de obra total directa se obtiene del número de horas trabajadas por cada obrero (analista o trabajador) multiplicado por la tasa salarial por hora, de cada empleado. Así se puede determinar también la productividad del mismo, dividiendo los productos terminados en las horas empleadas para elaborarlo (Backer *et al.*, 1985).

Fijación de Precios

Ramírez (1990), explica que uno de los problemas cotidianos que enfrenta una empresa es la cotización de sus productos, es decir, fijar el precio al cual se debe vender. Las empresas que tienen precios controlados nada

tienen que hacer en esta área; sin embargo, necesitan conocer las diferentes bases para fijarlos y para solicitar y justificar ante la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial un incremento en el precio de su producto. Por esto es que las empresas, tengan o no control de los precios, deben conocer y analizar estos métodos para la fijación de los mismos. De acuerdo a las condiciones que prevalezcan en el mercado, se deberá definir a qué precio se colocará el producto o servicio.

Entre los principales métodos para fijar precios se pueden mencionar: los que se basan en el costo total, en el costo variable, en el rendimiento deseado o los que se basan en cláusulas escalatoria (Ramírez, 1990).

Método del costo total.- Consiste en aumentar el costo total, que incluye tanto los costos de producción como los de operación, el porcentaje deseado por la alta gerencia, en función de las utilidades que se desean lograr. Este método es utilizado por la mayoría de los empresario mexicanos. Sin embargo, presenta cierta dificultad que debe ser tomada en consideración. En la distribución de los costos fijos, el precio a cotizar dependerá del volumen de producción, lo que llevaría a fijar diferentes precios, dependiendo de dicho volumen. El problema debe ser resuelto determinando cuál será la capacidad normal que servirá de base para la distribución de los costos fijos.

El método del costo total tiene ciertas desventajas: a) no toma en cuenta la elasticidad de la demanda, lo cual es grave, ya que no se puede negar que la cantidad demandada depende en gran parte del precio al que se cotice b) No toma en cuenta el papel que juega la competencia, lo cual es importante para la fijación del precio al que se cotiza el producto, ya que las utilidades que se generan depende de la agresividad de las empresas que forman la industria para reducir sus costos. Es necesario recordar que a excepción del monopolio, siempre hay que tener en cuenta la importancia de la competencia y c) no es correcto que a todos los productos se les exija un porcentaje igual, ya que la capacidad de generar ingresos de cada producto es diferente. Puede ocurrir que se esté dejando de ganar por aplicar un porcentaje pequeño a un producto que tuviera mucha demanda.

Método del costeo variable.- En este caso el precio debe ser suficiente para cubrir los costos variables y generar determinado margen de contribución que permita cubrir parte de los costos fijos, también es conocido como método marginal y es válido únicamente cuando la empresa tenga capacidad excedente, las ventas y utilidades se vean incrementadas por aceptar pedidos a un precio más bajo del normal, sobre la base del costo total, a clientes diferentes del mercado normal y que los pedidos o solicitudes no perturben el mercado actual, por lo que todo ello sólo puede operarse a corto plazo, puesto que de haber necesidad de cubrir gastos por maquinaria o equipo no se

tendrían suficientes fondos, lo que significaría descapitalización, además los precios fijos por costeo variable no se pueden modificar fácilmente, y acarrearía problemas en caso de existir un contra, por lo cual la empresa no podría modificar el precio establecido previamente.

El método basado en un rendimiento deseado parte de que el precio debe ser fijado en función del rendimiento que desean las empresas sobre la inversión total, es decir que se basa en el principio de que el precio debe garantizar una justa remuneración al capital invertido, los accionistas evalúan la tasa de inversión sobre rendimiento, por lo que les interesa que sus recursos estén generando utilidades atractivas.

Thuesen *et al.* (1974), indica que en un sistema de libre empresa, el precio de los bienes y servicios se determina en último término por la oferta y la demanda. La demanda muestra la relación que existe entre las cantidades de un producto que las personas están dispuestas a comprar, y el precio mismo. La oferta muestra la relación que existe entre la cantidad de un producto que se pondrá a la venta y el precio del mismo, por lo cual la intersección o interrelación entre las mismas determina el precio al que se realizará el intercambio. La cantidad intercambiada es igual tanto a la cantidad ofrecida como a la cantidad demandada. En cuanto concepto, la ley de oferta y demanda es importante en los estudios de economía ya que en las propuestas

con mucha frecuencia intervienen actos que aumentarán la oferta de un producto o influirán en su demanda. El efecto de tales espacios sobre el precio al que se puede vender el producto es un factor importante a considerar cuando se evalúa la deseabilidad del proyecto.

La razón para producir un bien o servicio es que existe una demanda por el mismo, o sea que hay alguien dispuesto a pagar un precio al productor. Esto se identifica cuando se le dice al productor que existe mercado o hay mercado potencial. En un sistema económico, los precios sirven como directriz de la actividad económica; los insumos se colocan en aquellos usos que desean los consumidores. En la empresa el administrador puede mirar al precio y a la demanda como señales o indicadores para su actividad (Guerra, 1992).

El concepto de utilidad, que implica satisfacción, sirve para sustentar en buena medida el concepto de demanda. Los consumidores desean un producto porque les proporciona una satisfacción o un placer determinado. Ese concepto se asocia con la ley de utilidad marginal, que establece las unidades adicionales de un bien o servicio se consumen hasta un punto donde la utilidad derivada de cada unidad sucesiva declina. La definición misma de la demanda indica las relaciones posibles entre los precios de un bien y las cantidades que los consumidores adquirirán por unidad de tiempo. Los otros factores que influyen se mantienen constante, con el fin de lograr una situación definida:

Siempre se piensa en una relación inversa entre precio y cantidad. Cuanto mayor sea el precio, menor será la cantidad consumida, *caeteris paribus* (Guerra, 1992).

Los precios establecidos por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas por los servicios de ensayos de semillas son de acuerdo al grupo de semillas Cuadro 2.1, lo agrupan como A cereales y oleaginosas, B, forrajeros, hortalizas y ornamentales (herbáceas) y C, frutales, forestales, ornamentales (arbustos y árboles) y todos aquellos no incluidos en las categorías A o B (SNICS, 1998).

Cuadro 2.1 Cuotas autorizadas para el ejercicio fiscal de 1998, de análisis de calidad de semillas SNICS-SAGAR.

Análisis de calidad de semillas (por muestra)	G r u p o (Pesos)		
	A	B	C
1. Germinación	53.80	60.50	67.25
2. Pureza física	26.90	53.80	60.50
3. Contenido de humedad (método del horno)	40.40	40.40	40.40
4. Toma de muestras, c/u	20.00 por lote de 20 ton y 1.00 por ton o fracción		

Como otro ejemplo de precios establecidos por servicio de análisis de semillas son los dados por el Centro de Investigaciones en Producción de Semillas (CIPROS) de la Universidad de Guadalajara Cuadro 2.2 son establecidos por muestra y generales, es decir para cualquier tipo de semillas (CIPROS, 1995).

Cuadro 2.2 Servicios que oferta el Centro de Investigaciones en Producción de Semillas (CIPROS) del CUCBA, para análisis de semillas, 1995.

SERVICIO	REQUISITOS	COSTOS (PESOS)	TIEMPO APROX RESULTADOS
Humedad (horno)	muestra de semilla	10.00	24 horas
Pureza física	muestra de semilla	80.00	24 horas
Germinación	muestra de semilla	250.00	De 8 a 15 días
Vigor	muestra de semilla	300.00	15 días

El servicio de análisis en el extranjero está ejemplificado por un laboratorio privado de Estados Unidos de América donde se trabaja con registro de análisis, su razón social es Hulseley Seed Laboratory, Inc; en Georgia; los precios de estos servicios son como se muestra en el Cuadro 2.3.

Cuadro 2.3 Precios de análisis de calidad de semillas ofertados por laboratorios de Estados Unidos, 1998.

Prueba	Precio/Dólares	Precio/Pesos
Humedad	6.00	55.80
Pureza Física	14.50	134.85
Germinación	10.00	93.00
Vigor	14.00	130.20

Nota: El tipo de cambio al realizar este estudio, agosto de 1998 fue de \$ 9.30 pesos por dólar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Experimento

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Ensayo de Semillas de Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS), de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Material Experimental

Se utilizaron lotes de semillas de cuatro especies de hortalizas en distribución comercial. Las cuatro especies fueron: chile (*Capsicum spp*), tomate (*Lycopersicon lycopersicum*), cebolla (*Allium cepa*) y melón (*Cucumis melo*), las variedades evaluadas y sus lotes se presentan en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Lotes de semillas de especies utilizadas en ensayos de calidad para semillas hortícolas.

No. MUESTRA	ESPECIE	LOTE	VARIEDAD
1	Chile	WTE-360	Rebell
2	Chile	WTS-885	Skipper
3	Chile	L-42-005-37	Anaheim
4	Chile	L-849-28-51	Anaheim
1	Tomate	EGI-302	Floradade
2	Tomate	WTJ-9122	Sunrise
3	Tomate	L-54-834/1015	Río Magic
4	Tomate	L-2001-2	VS Gladiator
1	Cebolla	438-VGM-2112	Texas Grano
2	Cebolla	S/L	El Toro
3	Cebolla	LWG/9637015/1010	Grano Blanco
4	Cebolla	224-4904	White Grano
1	Melón	PV-14505	Sweet Delight
2	Melón	(62)107151	F1-Hib SME8101
3	Melón	31265108	Imperial 45
4	Melón	31480M047	Top-Mark

Preparación de la Muestra

Registro

A cada muestra se le incluyó una etiqueta de identificación en la que se anotó la mayor información posible referente a la muestra , como fué: especie, variedad, origen (procedencia y lugar de producción), peso de la muestra, fecha de recepción en el laboratorio, persona que recibió, así como los análisis solicitados. Se le asignó un número de control interno del laboratorio, para facilitar su manejo, y se abrió un formato o tarjeta de análisis para la toma de datos y resultados de los diferentes ensayos a realizar .

En el Cuadro 3.2. se observa la boleta de identificación de muestra que se adherió a cada muestra, con la información requerida. Toda esta información se revisó y con ella se llenó la tarjeta de análisis.

VARIABLES EVALUADAS

Tiempo de verificación de la información de la muestra.

Tiempo de registro

La toma de tiempos se inició al revisar la información de la muestra, y mediante un cronómetro se tomó el tiempo de cada operación. Todas las operaciones se hicieron tres veces por cada muestra de semilla recibida.

El tiempo total fue determinado mediante la suma de tiempo de verificación de la información de la muestra y el tiempo de registro. Los tiempos fueron tomados en minutos y transformados para costos en horas, minutos.

Cuadro 3.2. Etiqueta de identificación de muestras enviadas al laboratorio.

UAAAN

CCDTS

No. de Control _____

Cultivo _____

Variedad _____

Categoría _____

Procedencia _____

Lote _____

Origen _____

Lugar de producción _____

Fecha de Producción _____

Volumen _____

Responsable _____

Observaciones _____

UAAAN

Muestra de Trabajo

La muestra recibida en el laboratorio fué del peso mínimo para cada muestra de envío en la especie correspondiente, (chile 150 gramos, tomate 15 gramos, cebolla 80 gramos y melón 150 gramos). Para obtener la muestra de trabajo, cada muestra de envío fué homogenizada por el método del octaenio, que consiste en mezclar bien la muestra y luego dividir en ocho porciones toda la muestra recibida, eliminando de manera alterna cuatro, y repitiendo la operación, homogenizando cada vez que se va a dividir nuevamente en ocho partes, hasta obtener la muestra de trabajo del peso recomendado por las Reglas de análisis que fueron para chile 15 gramos, tomate 7 gramos, cebolla 8 gramos y melón 70 gramos. Todo este procedimiento de homogenización y reducción fue manual las tres veces que se repitió.

Variables evaluadas

Tiempo de homogenización y reducción

Tiempo de pesado de muestra obtenida.

Tiempo necesario para guardar muestra de trabajo en bolsa con etiqueta de identificación.

El tiempo total fue determinado por medio de la suma de los tres tiempos mencionados en variables evaluadas, por medio del cronómetro en minutos, se transformó en horas (al dividir entre 60) y minutos.

Pruebas Físicas

Determinación de Humedad

Ya identificada la muestra y registrada, se procedió a la determinación de humedad: Para ello se utilizó el método directo de secado en la estufa, (ISTA, 1985) que es uno de los más confiables, donde primeramente se secaron en el horno las cajas para determinación de humedad (cajitas pequeñas de aluminio) junto con su tapa durante dos horas a una temperatura de 130 °C (ISTA, 1985), enseguida se pusieron a enfriar en un desecador con sílica gel durante 15 minutos para enfriar, enseguida se pesaron (peso M1) después se le agregó la semilla suficiente para cubrir el fondo, y se pesaron junto con la semilla, de nuevo en balanza analítica (tres decimales, peso M2), y se metieron a la estufa durante 17 horas con la tapa abajo a 103°C, transcurrido el tiempo indicado se sacaron las cajitas de aluminio se pusieron de nuevo en el desecador durante 15 minutos y se registró el peso de la muestra secada que correspondió al peso M3.

Todo lo anterior descrito fue secar determinada cantidad de semilla de peso conocido a la temperatura indicada, según la especie, y posteriormente por diferencia de peso se obtuvo el contenido de humedad de las semillas, en base húmeda revisando las tres repeticiones por muestra para una tolerancia del 0.2 por ciento de diferencia entre ellas y se reportó el promedio de las

repeticiones como el contenido de humedad de la muestra. La determinación se repitió tres veces.

Para determinar la humedad de la semilla se utilizó la fórmula siguiente:

$$\text{Contenido de Humedad} = \frac{M2 - M3}{M2 - M1} \times 100$$

Donde M1= peso de la caja con tapa

M2 = M1 + Semilla

M3 = M1 + Semilla Seca

Variables evaluadas

Contenido de humedad (por ciento)

Tiempo de pesado de muestras

Tiempo de operación del secado

Tiempo de registro de datos

Tiempo de cálculo de resultados

El tiempo total fue calculado por la suma de los tiempos mencionados en variables evaluadas más los tiempos de registro y de muestra de trabajo (homogenización, reducción, etiquetado, etc.), con base a horas y minutos.

Pureza Física

La muestra de trabajo obtenida por homogenización y reducción se pesó de nuevo, para registrar el peso según la especie: chile 15 gramos, tomate 7 gramos, cebolla 8 gramos, melón 70 gramos, después se sopló cada muestra por dos minutos aproximadamente, marcados en el reloj del aparato, durante el soplado se separaron las impurezas (la semilla vana, pequeña, chupada, quebrada, basura, tierra y paja) que quedaron en la parte superior de donde se sacó y se revisaron para su identificación y pesado, asimismo en la semilla limpia se separó semilla de otros cultivos, y semilla de maleza, etc., todos los componentes se pesaron y registraron en el formato de hoja de resultados ver Cuadro 3.3. Las determinaciones se repitieron tres veces por todas las muestras.

Variables evaluadas

Semilla pura: Semilla de la especie en estudio y que excedan del cinco por ciento del total; semillas rotas o dañadas por insecto en un cuarto de su tamaño, pero con más de la mitad, semillas quebradas, mayores de la mitad, siempre y cuando no esté dañado el embrión.

Semillas de otros cultivos: semillas de otras especies cultivadas.

Semillas de malezas: aquellas semillas clasificadas como tales para la región.

Materia inerte: semillas quebradas o dañadas por insectos en tres cuartas partes de su tamaño, toda materia extraña que no sea semillas (piedras, basura, suelo, paja, etc.)

Tiempo de separación de componentes

Tiempo de registro de datos y reporte

Tiempo de cálculo de resultados y elaboración de reporte.

El tiempo total fue determinado por la suma de tiempos de separación de componentes, registro de datos y reporte, cálculo de resultados y elaboración de reporte y la suma de los tiempos de registros de muestra y tiempo de obtención de muestra de trabajo, en horas-minutos.

Peso de Mil Semillas

De la fracción de semilla para análisis de pureza, se contaron ocho repeticiones de 100 semillas cada una y se pesaron, de las ocho observaciones se calculó el coeficiente de variación, el cual no excedió a cuatro (ISTA 1985), donde se obtuvo resultado confiable y se calculó el peso de mil semillas multiplicando la media de las ocho repeticiones por diez, el resultado se reportó en gramos y esta prueba se realizó tres veces en cada muestra. Para el cálculo del coeficiente de variación se siguió el siguiente

procedimiento y cuando el coeficiente de variación fue igual o menor de cuatro se aceptó la media de las ocho repeticiones.

Cuadro 3.3 Hoja de registro de resultados para análisis de pureza física.

PUREZA FÍSICA			
Peso de la Muestra(gr) _____			
	Peso	No.	%
Semilla Pura	_____	_____	_____
Semilla O.C.	_____	_____	_____
Semilla M.H.	_____	_____	_____
Materia Inerte	_____	_____	_____
TOTAL	_____	_____	_____
DETERMINACIÓN POR NUMERO			
		Otros cultivos	500g
		_____	_____
		_____	_____
		_____	_____
		_____	_____
		_____	_____
MATERIA INERTE			
Semilla Quebrada	_____	_____	_____
Fragmentos de plantas	_____	_____	_____
Tierra	_____	_____	_____
Otros	_____	_____	_____
Total	_____	_____	_____
MALAS HIERBAS			
			500 g
		_____	_____
		_____	_____
		_____	_____
		_____	_____
		_____	_____
OC Otros cultivos			
MH Malas hierbas			
Materia inerte Menos de medias semillas, paja, tierra etc...			

Coeficiente de variación peso de mil semillas

$$\text{Varianza} = \frac{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

En donde:

X=Peso en gramos en cada repetición

n=Número de repeticiones

Σ =suma de

Desviación típica es (S) = varianza

$$\text{Coeficiente de Variacion} = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

\bar{X} = media del peso de 100 semillas

Variables evaluadas

Peso de mil semillas (gramos)

Tiempo de conteo de repeticiones

Tiempo de pesado de las repeticiones

Tiempo registro de datos

Tiempo para determinar cálculo de coeficiente de variación

Tiempo para determinar cálculo de resultados y reporte.

El tiempo total fue determinado por la suma de los tiempos descritos en variables evaluadas más tiempo de registro y obtención de muestra en horas-minutos.

Pruebas fisiológicas

Ensayo de Germinación Estándar (Entre Papel)

Para determinar la capacidad de germinación se realizó la prueba estándar de acuerdo a lo prescrito en las Reglas de análisis (ISTA, 1985).

De la fracción de semilla pura se tomaron tres repeticiones de 100 semillas cada una, tomadas al azar, y se colocaron en papel secante o de germinación tipo anchor, y se denomina método entre papel (EP) para proveerle humedad y sostén a las semillas. Primeramente se humedeció el papel utilizado, para que éste se encuentre con la humedad óptima, es decir que se encuentre saturado. La siembra fue manual, lo que facilitó que la semilla se orientara, y sembrada la semilla se cubrió con la otra toalla húmeda y se enrollaron los dos papeles quedando las semillas en medio el papel en forma de taco, se colocó una liga en cada extremo para ajustar el rollo y no permitir la salida de la semilla en caso de que ésta se ruede. Posteriormente se identificó el taco con un lápiz tinta no tóxico, donde se indicó el cultivo, número de muestra, fecha de siembra y número de repetición y nombre de la persona que sembró dicho ensayo. Ya enrollado el "taco" se colocó en bolsa de polietileno con perforaciones (ésto para que no pierda demasiada humedad y a la vez se drene cualquier exceso posible y mantener suficiente oxígeno para la

respiración de la semilla). Los tacos se colocaron en cámara de germinación de alta capacidad. A los cuatro, siete o cinco días según el cultivo (ver Cuadro 3.4.), se hizo un primer conteo de plántulas normales, donde se pudo observar el vigor con el que germinaron las semillas, aquellas que se consideraron plántulas normales se removieron del taco y éste se volvió a enrollar y colocar en la bolsa para continuar hasta el segundo y último conteo en el que se clasificaron las plántulas en normales, anormales, semillas sin germinar y semillas muertas. Esto se realizó en tres ocasiones con cada lote y con sus respectivas repeticiones dentro de prueba.

Cuadro 3.4 Prescripciones para el ensayo de germinación (ISTA, 1985).

Especie	Sustrato	Temperatura °C	1er Conteo (días)	2o Conteo (días)
Chile	EP, SP	20-30	7	14
Tomate	EP, SP	20-30	5	14
Cebolla	EP, SP	20; 15	6	12
Melón	EP, SP	20-30; 25	4	8

Los resultados obtenidos se anotaron en el formato establecido en el laboratorio donde se evaluaron las muestras Cuadro 3.5.

Cuadro 3.5 Formato de registro de resultados de germinación estándar.

Germinación Trat.____	Fecha de siembra	Medio	°T
Conteos	Fecha	Resultados	
	1 2 3 4 5 6 7 8		
	Repeticiones		
1_____		Germ. Normal _____%	
2_____		Germ. Anormal _____%	
Plántulas normales _____		Semillas latentes _____%	
Plántulas anormales _____			
Semillas frescas _____			
Semillas duras _____		Semilla muerta _____%	
Semillas muertas _____			
Total _____		Total _____%	

Variables evaluadas

Plántulas normales: a los días correspondientes de evaluación se revisaron las pruebas para evaluar de acuerdo a la clasificación de plántulas basada en el Manual de Evaluación (ISTA, 1979), que considera como plántulas normales a aquellas que presentan las estructuras esenciales bien desarrolladas y capacidad para continuar el desarrollo como una planta normal bajo condiciones favorables de campo. También se consideran plántulas normales las plántulas intactas con pequeños defectos que no impiden la continuación de su desarrollo y aquellas con infecciones secundarias, pero que en ambos casos éstas no muestran impedimento para continuar el desarrollo. Estas son las únicas que se contabilizan en el primer conteo, anotándose cada repetición al final de la prueba, sumadas a las del segundo conteo representa la germinación normal.

Plántulas anormales: aquellas que no presentan capacidad para desarrollarse en una planta normal debido a que muestran una o más estructuras esenciales irreparables o defectuosas, tales como plántulas dañadas, deformes así como enfermas, éstas son consideradas en el segundo conteo (no se eliminan en el primer conteo) y de igual manera se contabilizaron por cada repetición de prueba.

Semillas muertas: fueron aquellas que no presentaron ningún indicio de germinación durante el período de la prueba y mantuvieron una apariencia firme sin síntomas de viabilidad o una apariencia flácida y de fácil descomposición (absorben agua, pero no germinan).

Semillas duras: aquellas que no absorben agua, ya sea por tener la testa demasiado impermeable o con posibles problemas de latencia, su apariencia es idéntica a la que presentan antes de ser sembradas.

Tiempo de preparación del sustrato

Tiempo de siembra

Tiempo de incubación

Tiempo de evaluación

Tiempo de cálculo de resultados y verificación de tolerancias

Tiempo de elaboración de reporte de resultados

El tiempo total se determinó sumando los tiempos de preparación de sustrato, siembra, incubación, evaluación, resultado y verificación de tolerancias, elaboración de reporte de resultados, registro de muestra y obtención de muestra de trabajo en horas-minutos.

Ensayo de Germinación Estándar (Sobre Papel)

De la fracción pura de semilla se tomaron tres repeticiones de 100 semillas cada una, tomadas al azar, y se colocaron dentro de una caja petri con papel filtro previamente humedecido, en el caso de las semillas pequeñas 100 semillas por caja, en el caso de melón una especie de semilla más grande (15 cm) las semillas fueron colocadas en caja petri grande, la metodología es similar, sólo que la siembra es en sustrato SP (sobre papel), donde se colocaron las semillas y se identificaron en la tapa de la caja con una etiqueta que indicaba el número de muestra, la fecha de siembra, número de repetición, persona que sembró, etc., se pusieron las cajas en la cámara de germinación y se hicieron las evaluaciones de la misma manera que la de los tacos de germinación (SP).

Algunas semillas prosperaron mejor entre papel que sobre papel, además de que se observó que desarrollaron mejor raíz en una misma muestra, y en caja petri al ir creciendo la plantula levantó la tapa de la caja lo que provocó que el sustrato se secase con mayor rapidez.

Las semillas demasiado pequeñas como la de algunas hortalizas y pastos, generalmente se germinan sobre papel en caja petri.

La elaboración del formato donde se transcribieron los resultados fue igual al utilizado en germinación estándar EP (ver Cuadro 3.5), indicando únicamente el medio SP o EP.

Variables evaluadas

Plántulas normales: a los días correspondientes de evaluación se revisaron las pruebas para evaluar de acuerdo a la clasificación de plántulas basada en el Manual de Evaluación (ISTA, 1979), que considera como plántulas normales a aquellas que presentan las estructuras esenciales bien desarrolladas y capacidad para continuar el desarrollo como una planta normal bajo condiciones favorables de campo. También se consideran plántulas normales las plántulas intactas con pequeños defectos que no impiden la continuación de su desarrollo y aquellas con infecciones secundarias, pero que en ambos casos éstas no muestran impedimento para continuar el desarrollo. Estas son las únicas que se contabilizan en el primer conteo, anotándose cada repetición al final de la prueba, sumadas a las del segundo conteo representa la germinación normal.

Plántulas anormales: aquellas que no presentan capacidad para desarrollarse en una planta normal debido a que muestran una o más estructuras esenciales irreparables o defectuosas, tales como plántulas dañadas, deformes así como

enfermas, éstas son consideradas en el segundo conteo (no se eliminan en el primer conteo) y de igual manera se contabilizan por cada repetición de prueba.

Semillas muertas: fueron aquellas que no presentaron ningún indicio de germinación durante el período de la prueba y retienen una apariencia firme sin síntomas de viabilidad o una apariencia flácida y de fácil descomposición (absorben agua, pero no germinan).

Semillas duras: aquellas que no absorben agua, ya sea por tener la testa demasiado impermeable o con posibles problemas de latencia, su apariencia es idéntica a la que presentan antes de ser sembradas.

Tiempo de preparación del sustrato

Tiempo de siembra

Tiempo de incubación

Tiempo de evaluación

Tiempo de cálculo de resultados y verificación de tolerancias

Tiempo de elaboración de reporte de resultados

El tiempo total se determinó al sumar tiempos de preparación de sustrato, siembra, incubación, evaluación, cálculo de resultados y verificación

de tolerancias, elaboración de reporte de resultados, registro, y obtención de muestra de trabajo, en horas-minutos.

Ensayo de Vigor (Deterioro Controlado)

La prueba mediante la que se determinó el vigor fue la de Deterioro controlado, cuyo principio es someter la semilla a un estrés de temperatura elevada, llevada a un alto contenido de humedad y durante un tiempo determinado.

El primer paso para realizar esta prueba consistió en conocer la humedad de la semilla, cuya determinación se hizo previamente como se describió en pruebas físicas, ya conocido el contenido de humedad (humedad inicial) por el método de la estufa (a 103°C por 17 horas), se llevó el contenido de humedad de la semilla de cada uno de los lotes a un 20 por ciento, mediante la adición de la cantidad de agua requerida por las semillas mediante la siguiente fórmula:

$$ml \text{ de agua requeridos} = \frac{100 - CH \text{ inicial}}{100 - CH \text{ requerida}} - 1 \times \text{peso de la muestra de semilla (g)}$$

La semilla ajustada a la humedad requerida (20 por ciento) se colocó de manera inmediata en doble bolsa de polietileno de 6 x 8 cm, las que se sellaron con calor, se etiquetaron con su identificación correspondiente y se colocaron en un refrigerador a 10°C de temperatura durante 15 horas para uniformizar y

estabilizar la humedad de las semillas (Perry, 1981), posteriormente las semillas en sus bolsas se sumergieron en agua caliente (45°C) en vasos de precipitado enganchadas con broches de plástico, y se metieron en la cámara de envejecimiento acelerado por 24 horas a la temperatura de 45°C. Ya cumplidas las 24 horas se sacaron las semillas de las bolsitas y se sembraron en la prueba de germinación estándar, entre papel, la evaluación para chile y tomate fue a los 14 días, cebolla a los 12 días y melón a los 8 días, de igual manera como se realizó en germinación estándar, y se elaboró un reporte o formato de resultados (Cuadro 3.6). Los ensayos se realizaron con sus tres respectivas repeticiones por lote en tres ocasiones para repetición de pruebas.

Variables evaluadas

Plántulas normales, plántulas anormales, semillas muertas, semillas duras, de la misma manera que en la prueba de germinación estándar.

Tiempo de conteo de semilla por muestra

Tiempo de pesado y revisión de humedad y registro en notas de campo

Tiempo de cálculo de ml de agua por agregar

Tiempo para refrigerar semilla por 24 horas, sacado y meter semilla a cámara de envejecimiento acelerado según se describió

Tiempo de preparación del sustrato

Tiempo de siembra

Tiempo de incubación

Tiempo de evaluación de germinación estándar

Tiempo de cálculo de resultados y verificación de tolerancias

Tiempo de elaboración de reporte de resultados

El tiempo total fue obtenido mediante la suma de registro de muestra, obtención de muestra de trabajo, los tiempos mencionados en variables evaluadas en horas-minutos.

Repetibilidad

Todos los ensayos realizados se hicieron tres veces y en todos los casos con sus tres repeticiones respectivas dentro de cada prueba. De esta manera se evaluó la repetibilidad mediante la obtención de los coeficientes de variación, por lo que la confiabilidad quedó establecida enteramente.

Knapp (1988) hace referencia a la reproducibilidad de los resultados , enfatizando el conocimiento y entrenamiento del analista, el cual debe conocer no sólo el método utilizado, sino que debe distinguir las variaciones inducidas por la prueba y las diferencias atribuibles exclusivamente a la calidad de la semilla.

Costos

El costo total de cada ensayo, fue el resultado de una suma de costos fijos y costos variables, dividiéndose los variables en directos e indirectos. Los costos fijos fueron obtenidos por el método de línea recta, el cual supone que la depreciación anual es la misma durante toda la vida útil de un activo, y se calculó para el equipo utilizado en cada prueba, dividiéndose el costo del activo entre el número de años a depreciar, posteriormente éste se dividió entre el número de días al año que es utilizado y se obtuvo así la depreciación por año. Para cargar la depreciación a un ensayo se dividió entre la capacidad del equipo, si es el caso y entre el número de veces que un analista puede realizar la parte de la prueba que corresponde, la carga de pruebas que un analista puede analizar fue determinado por la suma del tiempo total utilizado en cada prueba realizada.

Los costos variables directos, son los que intervienen de manera directa en la realización de cada prueba de calidad y en estos casos competen a las horas hombre del analista y del encargado de laboratorio, así se determina el sueldo de un día de ellos y posteriormente la proporción de sueldo que corresponde a la realización de cada ensayo, según el tiempo de realización de los mismos, de igual forma se hizo con el personal que es clasificado en los costos variables indirectos; como dentro de estos mismos costos, cuando hablamos de materiales semidesechables o desechables que intervienen de

manera indirecta en el ensayo se cargan en proporción según su depreciación o el costo total del material si este se desecha. En los resultados se desglosan los costos para cada aparato que se utilizó en los diferentes ensayos.

Cuadro 3.6 Formato de resultados del ensayo de vigor para deterioro controlado.

Prueba de vigor	Tipo de rueba _____								
Germinación	Fecha de siembra			Medio		°T			
	Trat. _____								
Conteos	Fecha	1	2	3	4	5	6	7	8
	Repeticiones								Resultados
1 _____									Germ. Normal _____%
2 _____									Germ. Anormal _____%
Plántulas normales _____									
Plántulas anormales _____									Semillas latentes _____%
Semillas frescas _____									
Semillas duras _____									Semilla muerta _____%
Semillas muertas _____									
Total _____									Total _____%
Detalle de la anomalía									
Ausente	Corto	Débil	Retorcido	Rasgado	Fungoso	Albino			

Los diferentes tiempos tomados en los ensayos ayudaron a determinar horas/hombre de trabajo y saber la carga o el número de pruebas que se pueden realizar por jornada laboral, así establecer un mínimos de pruebas a realizar por día y saber por día cuánto se trabaja, y cuanto se percibe.

Análisis Estadístico

Los experimentos fueron analizados bajo un diseño experimental de bloques al azar, utilizando tres repeticiones cada uno respectivamente, el modelo matemático utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:	μ	=	Media general
	T_i	=	Efecto de tratamiento (i)
	B_j	=	Efecto de bloques (j)
	E_{ij}	=	Efecto del error experimental
	i	=	1,2,...t (tratamientos)
	j	=	1,2...r (bloques)
	t	=	Tratamientos (lotes)
	r	=	repeticiones

Para proceder al análisis estadístico de los resultados fueron transformados aquellos expresados en por ciento, a través de la fórmula raíz cuadrada de arcoseno.

Para la prueba de comparación múltiple de medias del análisis estadístico donde existió significancia entre las variables se utilizó el método de Tukey, con niveles de significancia al 0.05 .

Para verificar la reproducibilidad de los ensayos, el experimento se repitió tres veces, y mediante la comparación de resultados entre experimentos se verificó el grado de reproducibilidad de condiciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los objetivos planteados de determinar el tiempo y costo de ensayos mínimos para evaluar la calidad de semilla en laboratorios que ofrecen el servicio, así como determinar la reproducibilidad de estos ensayos, bajo las condiciones del laboratorio en estudio y conocer el nivel de calidad de la semilla de lotes comerciales en distribución de las especies de hortalizas chile, tomate, cebolla y melón, se presentan primeramente los resultados de calidad de los lotes de semillas utilizados en el presente trabajo, y que corresponden a la media de tres pruebas para evaluar reproducibilidad. Así mismo ésta se evaluó con los coeficientes de variación menores de 9 por ciento (Cuadros 4.1 y 4.6) que para pruebas de laboratorio indican confiabilidad en la repetición de resultados. En seguida se discute la operatividad y desarrollo de los ensayos. Finalmente se presentan los tiempos requeridos para estos ensayos y el costo de los mismos, calculados en base a tiempo, equipo, materiales y capacidad del personal.

Preparación de la Muestra

La revisión de la información en la etiqueta de identificación de la muestra es de suma importancia, puesto que además de dar la identidad de la muestra es de utilidad para interpretar resultados, y para ordenar lógicamente las muestras para un correcto control dentro del manejo del laboratorio, sin dejar de darle importancia al registro en el formato para la toma de datos y la asignación de los análisis a realizar en cada muestra. En esta etapa se define así mismo la carga de trabajo, los ensayos requeridos y las metodologías a utilizar, así como las prioridades de resultados, se planea así mismo el flujo a seguir para la muestra y requerimiento de materiales. Aunado a todo lo anterior es el hecho de tener un orden y poder manejar con facilidad los resultados para la elaboración del reporte final que se entrega a la empresa o persona que solicitó el servicio. De esta manera el registro de las muestras, basado en la identificación de la muestra es el primer paso en el ensayo de laboratorio, y los tiempos para ésta operación estarán en función del sistema o forma de registro y control de las muestras dentro del laboratorio. En el presente estudio la forma de registro es todavía la más simple, asignándosele un número (código) de muestra registrado en una forma para registro de resultados de los diferentes ensayos. Los tiempos de esta operación están incluidos en el tiempo de análisis.

El siguiente paso es la correcta homogenización de la muestra de envío para obtención de la muestra de trabajo al tamaño requerido para las diferentes pruebas, todo ello facilita el manejo de la semilla a analizar, y nos indica así mismo que es una muestra representativa de la muestra recibida. Esta operación es la obtención de la muestra de trabajo y al igual que el muestreo inicial debe asegurar que la semilla a analizar representa fielmente la muestra de envío. De aquí que el tiempo utilizado en esta operación no debe ser subestimado, y este paso no debe ser pasado por alto en ninguna circunstancia, el número de semillas para cada ensayo deberá ser tomado en la forma más confiable y aleatoria posible. El método utilizado en este estudio para semillas de hortalizas fue el de octaenio, que aunque laborioso, sí permite una homogenización y reducción de muestra bastante confiable ya que la semillas que llegan a representar la muestra llegan ahí de una forma completamente aleatoria, y no en forma parcial como cuando se toma y pesa directamente la semilla para los diferentes análisis. De esta manera el tiempo de esta operación queda debidamente incluido en el tiempo de los ensayos (ISTA, 1985).

Pruebas Físicas

En el Cuadro 4.1 se muestran los cuadrados medios y sus significancias. Aquí se puede observar que los lotes presentaron diferencia altamente significativa para contenido de humedad en chile y tomate, siendo en cebolla y

Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancias de los resultados de pruebas físicas para calidad de los lotes de semillas de cuatro especies hortícolas.

PRUEBA	H U M E D A D				P U R E Z A F Í S I C A				P E S O D E M I L S E M I L L A S				
	ESPECIE	CHILE	TOMATE	CEBOLLA	MELÓN	CHILE	TOMATE	CEBOLLA	MELÓN	CHILE	TOMATE	CEBOLLA	MELÓN
F.V.	gl	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM
TRAT(LOTE)	3	3.129**	1.004**	1.104NS	0.238NS	18.570NS	24.375**	357.238**	5.510**	1.454**	0.392**	0.001NS	4.709**
BLOQUE(REP)	2	0.025NS	0.011NS	0.666NS	0.162NS	46.988NS	0.317NS	12.005NS	1.645NS	0.001NS	0.001NS	0.002NS	0.012NS
ERROR	6	0.022	0.002	0.372	0.424	48.689	0.156	3.882	1.388	0.001	0.0001	0.001	0.021
C.V. (%)		0.63	0.27	3.44	4.39	8.7	0.49	2.78	1.19	0.47	1.03	0.77	0.58

melón las diferencias no significativas, en este mismo ensayo las cuatro especies estudiadas presentaron diferencias no significativas en sus respectivos bloques o repeticiones. En pureza física chile presentó diferencia no significativa en los lotes, mientras que tomate, cebolla y melón si presentaron diferencias altamente significativas, los resultados fueron no significativos para las cuatro especies en repeticiones de prueba (bloques). En la última prueba física realizada que fue peso de mil semillas sólo en cebolla se presentó diferencia no significativa entre lotes, teniendo diferencias altamente significativas chile, tomate y melón. Y para repeticiones en las cuatro especies no se presentó diferencia significativa alguna.

En el Cuadro 4.2 se muestran los resultados del contenido de humedad para los lotes de semilla de chile. Los contenidos de humedad no fueron iguales para todos los lotes encontrándose desde 7.67 por ciento (lote 2), hasta los que no variaron en gran medida de 4.95, 5.40 y 4.88 por ciento de humedad de los lotes 1, 2 y 4 respectivamente, todos estos resultados dentro de los valores de seguridad para estas especies (aproximadamente 6-7 por ciento). Para el ensayo de pureza física los porcentajes no tuvieron diferencia significativa encontrándose más bajo de 93.80 por ciento (lote 4), hasta 97.27 por ciento (lote 2), lo cual indica que la pureza, sin embargo no alcanzó el 99 por ciento marcado en la etiqueta. Las impurezas encontradas fueron paja y basura como materia inerte, en ningún lote se encontraron semillas de otras especies o de malezas. Para peso de mil semillas si existió variación para

semilla de chile, ya que se tuvieron pesos desde 5.59 gramos (lote 4) hasta 7.12 gramos (lote 1), ello debido a que eran distintas variedades.

Cuadro 4.2 Comparación de medias de calidad de resultados de pruebas físicas en lotes de semillas de chile.

LOTE	HUMEDAD %	PUREZA FÍSICA %	P.M.S.* g
1	4.947 b	97.200 a	7.117 a
2	7.670 a	97.267 a	6.603 b
3	5.400 b	96.067 a	5.863 c
4	4.877 b	93.800 a	5.590 d

*P.M.S = Peso de mil semillas.

En la determinación de humedad para semilla de tomate (Cuadro 4.3), el lote con mayor humedad fue el 3, siendo los lotes 1,2 y 4 de 7.04, 7.62 y 7.17 por ciento respectivamente. En pureza física los lotes también variaron desde 98.92 (lote 1) hasta 96.56 (lote 3), resultando los cuatro con pureza menor del 99 por ciento marcado en etiquetas, la materia inerte consistió sólo en basura y paja, no se encontraron otras semilla. En la determinación del peso de mil semillas se observaron diferencias entre lotes, la variación fue desde 1.907 gramos (lote 2) hasta 2.687 gramos (lote 1), ello también debido a las diferentes características de cada variedad en tamaño de semilla.

Cuadro 4.3 Comparación de medias de calidad de pruebas físicas en semillas de tomate.

LOTE	HUMEDAD %	PUREZA FÍSICA %	P.M.S.* g
1	7.043 d	98.917 a	2.687 a
2	7.620 b	97.430 b	1.907 d
3	8.233 a	96.560 c	2.100 b
4	7.170 c	95.133 d	1.943 c

* P.M.S. = Peso de mil semillas.

Para semilla de cebolla (Cuadro 4.4) la humedad determinada en los cuatro lotes no varió de gran forma, los porcentajes obtenidos fueron del más alto de 9.50 (lote 2) y el más bajo de 8.70 (lote 1); en pureza física si se presentaron variaciones en los cuatro lotes, y todos estuvieron abajo del 99 por ciento marcado en etiqueta. Fue el lote 2 en donde se manifestó una drástica diferencia en pureza física muy inferior al mínimo requerido (69.69 por ciento), lo que nos indica que gran parte de la muestra era materia inerte o basura, siendo definitivamente no recomendable para la venta, ya que dicha semilla no cumple con los requisitos mínimos de pureza física. Estos resultados fueron más fácilmente determinados por el proceso de soplado bajo el que se hizo el

análisis de pureza, separando en la fracción ligera la semilla sin peso (vana y chupada).

Cuadro 4.4 Comparación de medias de calidad de pruebas físicas en semillas de cebolla.

LOTE	HUMEDAD %	PUREZA FÍSICA %	P.M.S.* g
1	8.697 a	98.413 a	3.127 a
2	9.500 a	69.693 c	3.153 a
3	9.220 a	90.520 b	3.167 a
4	9.057 a	90.023 b	3.143 a

* P.M.S. = peso de mil semillas.

En el cuadro 4.5 se presentan los resultados para melón; en la determinación de humedad no hubo diferencia significativa, los cuatro lotes presentaron contenidos entre 6.31 y 6.87 por ciento; en pureza física no hubo diferencia significativa ya que los resultados fueron desde 97.16 por ciento (lote 4) hasta 99.88 por ciento (lote 1), sin embargo en peso de mil semillas si se diferenciaron los lotes de semilla, donde los lotes 2 y 3 son iguales con 25.56 gramos, sin embargo en los lotes 1 y 4 sus valores de 22.92 gramos y de 24.96 gramos respectivamente, ello debido al tamaño de la semilla de diferentes variedades a que correspondían las semillas.

Cuadro 4.5 Comparación de medias de calidad de pruebas físicas en semillas de melón.

LOTE	HUMEDAD %	PUREZA FÍSICA %	P.M.S.* %
1	6.600 a	99.880 a	22.92 c
2	6.310 a	99.867 a	25.56 a
3	6.450 a	98.073 a	25.56 a
4	6.867 a	97.160 a	24.96 b

* P.M.S. = Peso de mil semillas.

En lo referente a reproducibilidad en las pruebas físicas (Cuadro 4.1), determinación de humedad, pureza física y peso de mil semillas las diferencias presentadas sólo fueron al factor tratamiento (lotes), ello por las distintas variedades de hortalizas utilizadas en las cuatro especies manejadas, sin embargo en el factor bloques (repeticiones de prueba) no se presentaron diferencias significativas, lo cual nos indica que fueron manejados los ensayos de igual forma, además que los coeficientes de variación fueron menores de 8.8 por ciento, lo cual nos indica que fueron hechos de manera correcta y reproducible.

Para la determinación del contenido de humedad de la semilla es necesario que ésta tenga un manejo adecuado si su determinación es aplazada en tiempo, por lo que es recomendable determinarla en cuanto se registre la

muestra y se obtenga la muestra de trabajo. Al efectuar la determinación del contenido de humedad en la semilla por el método convencional de secado en la estufa u horno, se elimina agua absorbida y parte del agua adsorbida, este método es uno de los más exactos y confiables y es el más común para semillas de hortalizas (ISTA, 1985).

Para realizar un análisis de pureza física, se requiere de un analista entrenado en un grupo de especies que sean similares, ya que la pureza física es un atributo básico de calidad en las semillas, no solamente por la determinación de impurezas, sino por la identificación acertada de éstas y aplicación en la obtención de semilla libre de malezas, así como de cultivos limpios y protección de áreas no infectadas de hierbas.

El tamaño y peso de las semillas es usualmente medido por el peso de mil semillas. La uniformidad en peso y tamaño de la semilla está influenciada desde el campo por condiciones y manejo durante el desarrollo de la semilla y por el beneficio de la misma. Algunas diferencias en el peso pueden obedecer al tamaño de semillas para diferentes variedades. El cual es importante calcular para un uso racional de semillas, mayormente en hortalizas en siembras directas y mayormente en caso de semilla costosa como híbridos, tetraploides y semillas transgénicas, de aquí que el tiempo invertido en esta determinación no debe ser subestimado, siendo ya en muchas empresas un análisis de rutina para la venta de semilla por número.

Pruebas Fisiológicas

El Cuadro 4.6 muestra los cuadrados medios y sus significancias para los resultados de los ensayos de germinación en las dos modalidades de sustrato entre papel y sobre papel, así como para vigor mediante Deterioro Controlado. Aquí se observa que los lotes fueron diferentes estadísticamente en las tres pruebas fisiológicas. En el ensayo de germinación estándar sobre papel no se presentaron diferencias estadísticas entre bloques o repeticiones, sin embargo en este mismo ensayo pero en sustrato entre papel hubo diferencias altamente significativa en chile y sólo significativa en cebolla. En el ensayo de vigor en la modalidad de Deterioro Controlado no se presentaron diferencias significativas en las repeticiones.

El Cuadro 4.7 muestra las medias de los resultados de calidad para germinación en chile. Aquí se observa que en el sustrato entre papel los lotes fueron diferentes en el porcentaje de germinación, siendo para tres lotes (1, 3 y 4) arriba del mínimo aceptable para certificación (85 por ciento). Sin embargo para el sustrato SP, los porcentajes son menores en tres de los lotes comparado con el sustrato EP, donde se observa que los cuatro lotes son menores del 85 por ciento mínimo requerido, lo cual nos da una idea de que el mejor sustrato para esta especie es entre papel. Así mismo en este cuadro se presenta el vigor de los lotes. Estos resultados muestran que no siempre una

Cuadro 4.6 Cuadrados medios y significancias de los resultados de pruebas fisiológicas para calidad de los lotes de semillas de cuatro especies hortícolas.

PRUEBA	G.E. (SP)				G.E. (EP)				VIGOR (DC)				
	ESPECIE	*A	*B	*C	*D	*A	*B	*C	*D	*A	*B	*C	*D
F.V.	gl	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM
TRAT(LOTE)	3	98.947**	43.753**	163.375**	2.11**	22.837**	33.392**	122.700**	135.167**	1591.426**	1.643**	195.703**	338.816**
BLOQUE(REP)	2	15.841NS	0.920NS	3.013NS	0.006NS	20.218**	0.751NS	12.490*	3.013NS	4.216NS	1.036NS	14.862NS	4.008NS
ERROR	6	4.888	3.679	2.683	0.009	2.109	2.83	2.365	2.683	10.019	0.926	7.81	8.736
C.V. (%)		3.48	2.58	2.9	0.32	2.16	2.26	2.6	2.9	6.47	1.48	8.58	4.07

- * A = CHILE
- * B = TOMATE
- * C = CEBOLLA
- * D = MELÓN

alta germinación corresponde a un alto vigor, ya que los lotes 1 y 3 fueron bajos, mientras que los lotes 2 y 4 fueron de alto vigor, de allí que se marque la importancia de realizar las pruebas de vigor como una herramienta complementaria en el análisis de la calidad de semillas.

Cuadro 4.7 Comparación de medias de calidad en pruebas fisiológicas en semillas de Chile.

LOTE	GE (EP)* %	GE (SP)* %	VIGOR (DC)* %
1	87.000 a	67.000 b	14.333 c
2	79.667 b	82.333 a	82.667 a
3	87.000 a	84.333 a	37.000 b
4	86.000 a	84.667 a	89.000 a

* EP = Entre papel.

* SP = Sobre papel.

* DC = Deterioro controlado.

El Cuadro 4.8 muestra los resultados de pruebas fisiológicas en semilla de tomate. Aquí se puede observar que la germinación en ambos sustratos fue alta para todos los lotes y muy por encima del mínimo requerido de 85 por ciento (aceptado por SNICS). También se observa que la germinación entre papel es ligeramente más alta y nuevamente los lotes son diferentes principalmente en el sustrato sobre papel. En lo referente al vigor este resultó ser alto, arriba del 80 por ciento, resultando todos los lotes de alto vigor e

iguales entre si. Los resultados ligeramente más altos en el sustrato entre papel, se deben seguramente a que al sembrar entre papel la humedad es más homogénea y mayor contacto con la superficie externa de la semilla, además de colocar la semilla en el sustrato en forma vertical.

Cuadro 4.8 Comparación de medias de calidad de pruebas fisiológicas en semillas de tomate.

LOTE	GE (EP)* %	GE (SP)* %	VIGOR (DC)* %
1	90.000 b	89.667 bc	81.667 a
2	95.333 a	96.000 a	81.000 a
3	95.000 a	94.667 ab	82.000 a
4	90.000 b	89.333 c	83.333 a

* EP = Entre papel.

* SP = Sobre papel.

* DC = Deterioro controlado.

En semilla de cebolla los resultados de germinación (Cuadro 4.9) en ambos sustratos sólo sobrepasó el límite requerido de 80 por ciento (aceptado por SNICS) el lote 2, los lotes restantes no alcanzaron el 70 por ciento esto debido probablemente a que la semilla de cebolla pierde rápidamente su viabilidad o por un mal manejo, no obstante, la misma estaba disponible a la venta pudiéndose constatar que la germinación mínima no siempre es el indicador aceptado para la comercialización de esta especie de semilla. En lo

referente al vigor todos los lotes fueron de bajo vigor. Los resultados de germinación y vigor bajos obtenidos (características intrínsecas de baja capacidad de almacenamiento de la especie) son debido a que al tener un período de longevidad corto, la cebolla debe mantenerse en almacenamiento a temperaturas bajas controladas y secas, sin embargo generalmente el agricultor, vendedor o productor lo conserva en condiciones ambientales, por lo cual es difícil mantener su viabilidad alta y constante.

Cuadro 4.9 Comparación de medias de calidad de pruebas fisiológicas en semillas de cebolla.

LOTE	GE (EP)* %	GE (SP)* %	VIGOR (DC)* %
1	70.000 b	68.667 b	24.333 b
2	86.667 a	84.667 a	40.000 a
3	69.667 b	64.667 bc	39.667 a
4	66.333 b	58.333 c	14.667 b

* EP = Entre papel.

* DC = Deterioro controlado.

* SP = Sobre papel.

Las pruebas fisiológicas realizadas en semilla de melón mostraron resultados variables en sus distintos lotes, en germinación estándar sobre papel los lotes 2 y 3 superaron el mínimo requerido del 85 por ciento (mínimo requerido pos SNICS), en germinación estándar entre papel los cuatro lotes

fueron mayores del 85 por ciento y en vigor el único lote que tuvo menor vigor fue el número tres, como se puede observar en el Cuadro 4.10. Las diferencias de los resultados de germinación entre papel y sobre papel son debido a que la semilla de melón es más grande que las semillas que se recomiendan se siembren en sustrato sobre papel, necesitan más humedad y además desarrollan con mayor libertad sus raíces y tallos.

Cuadro 4.10 Comparación de medias de calidad de pruebas fisiológicas en semillas de melón.

LOTE	GE (EP)* %	GE (SP)* %	VIGOR (DC)* %
1	99.000 a	68.600 c	97.333 a
2	97.333 b	90.370 a	97.333 a
3	86.667 c	90.370 a	72.333 c
4	96.000 b	67.997 b	88.667 b

* EP = Entre papel.

* SP = Sobre papel.

* DC = Deterioro controlado.

En relación a la reproducibilidad de los resultados fue medida a través de las repeticiones (3) de los ensayos en diferente tiempo. Aquí se puede observar de acuerdo al análisis de varianza, que la determinación no presentó significancia entre repeticiones, y se corrobora con los coeficientes de variación obtenido, los cuales fueron bajos para los distintos cultivares. El

Cuadro 4.6 muestra que el ensayo de germinación sobre papel no presentó diferencia significativa, de igual forma fue el comportamiento o ensayo de vigor en deterioro controlado (Cuadro 4.6), sin embargo en la prueba de germinación estándar sustrato entre papel en Chile y cebolla si se presentaron diferencias significativa y altamente significativa respectivamente, pero sus coeficientes de variación fueron 2.16 y 2.60, por lo que se asume que la diferencia presentada no fue debido al manejo del analista, sino más bien a cuestiones de variación al azar, esto significa que en ningún experimento se tiene control a un 100 por ciento.

Dentro de las pruebas fisiológicas el ensayo de germinación es indispensable en la certificación de lotes de semillas. Por lo que es necesario el entrenamiento en este ensayo, por la importancia de la evaluación de plántulas, en los conteos de germinación tanto entre papel como sobre papel. Así mismo es de gran importancia la confiabilidad de la metodología en relación a materiales y condiciones utilizadas en el ensayo. Además los resultados de germinación muestran que no siempre la semilla en distribución cumple el mínimo aceptable, y que semilla con porcentaje alto de germinación no necesariamente garantiza un alto vigor en la semilla, por lo que ello nos hace ver la importancia y necesidad de evaluar el vigor en los lotes de semillas en distribución.

En el Cuadro 4.11 se puede observar el concentrado de los resultados de ensayos de calidad de las semillas hortícolas en estudio evaluadas, donde

Cuadro 4.11 Resultados de ensayos de calidad en lotes de semillas de especies hortícolas
 UAAAN, 1996.

ESPECIE	LOTE	HUMEDAD %	PUREZA F. %	P.M.S. g.	G.E(SP) %	G.E(EP) %	VIGOR (DC) %
CHILE							
	1	5	97.2	7.1	67	87	14
	2	7.7	97.2	6.6	82	80	83
	3	5.4	96.1	5.9	84	87	37
	4	4.9	93.8	5.6	85	86	89
TOMATE							
	1	7	98.9	2.7	90	90	82
	2	7.6	97.4	1.9	96	65	81
	3	8.2	96.6	2.1	95	95	82
	4	7.2	95.1	1.9	89	90	83
CEBOLLA							
	1	8.7	98.4	3.1	69	70	24
	2	9.5	69.7	3.2	85	87	40
	3	9.2	90.5	3.2	65	70	40
	4	9.1	90	3.1	58	66	15
MELÓN							
	1	6.6	99.9	22.9	69	99	97
	2	6.3	99.9	25.6	90	97	97
	3	6.5	98.1	25.6	90	87	72
	4	6.9	97.2	25	68	96	89

podemos comparar las diferencias dentro y entre las pruebas físicas y fisiológicas. Se podría decir que aún bajo condiciones óptimas controladas de humedad y temperatura la semilla se deteriora natural e inexorablemente y varía entre especie y especie y dentro de semilla de lotes de la misma especie, si aunamos a ello que se envasó con un alto contenido de humedad se acelera el decremento de su calidad, es por ello que por ejemplo la cebolla se deteriora más rápidamente que el melón, agregando que en el momento de envasar los requerimientos de germinación mínimos por normas de SNICS son 85 por ciento en melón y 80 por ciento en cebolla, son poco recomendables por ser el porcentaje mínimo requerido, para tener mayor seguridad es mejor superar los requerimientos mínimos de germinación, para así poder manejar un margen de seguridad al momento de poner en venta la semilla. Sin embargo una prueba no es suficiente para determinar la calidad de un determinado lote y tipo de semilla, ya que lo recomendable sería probar con dos o más pruebas de vigor para darle mayor seguridad en el análisis de la calidad de semillas. Además de pruebas físicas y fisiológicas se deben realizar pruebas genéticas o varietales y sanitarias para determinar las causas de su posible deterioro, aún en condiciones controladas y óptimas de almacenamiento, lo cual sería motivo de otro estudio detallado, es decir una nueva investigación donde se analicen los cuatro aspectos más importantes que determinan la calidad de la semilla como son: aspectos físicos, fisiológicos, genéticos y sanitarios.

Así mismo en las etiquetas de todos los lotes (Cuadro 4.12) para las cuatro especies se informa que la pureza fue del 99 por ciento y el porcentaje de germinación mínima del 85 por ciento (excepto en cebolla que es del 80 por ciento), sin embargo al evaluar recientemente los resultados por medio de ensayos se observó que (Cuadro 4.12) la única especie que cumplió con el requisito de 99 por ciento de pureza física fue el melón en los lotes 1 y 2; en lo referente a germinación estándar en Chile, el único lote que es de 85 por ciento es el número 4 en germinación sobre papel en germinación entre papel lo aprueban los lotes 1, 3 y 4; en tomate en sustrato sobre papel y entre papel, los cuatro lotes aprueban el mínimo requerido; en cebolla en sustrato sobre papel únicamente el lote 2 es superior al 80 por ciento y en sustrato entre papel en el mismo lote; en melón en sustrato sobre papel son superiores al 85 por ciento los lotes 2 y 3, no así en sustrato entre papel en el que todos los lotes son mayores de este porcentaje mínimo requerido. Los resultados obtenidos de las pruebas de germinación en diferentes sustratos también nos indican que los más altos resultados se obtuvieron en el sustrato entre papel, ello significa que esta prueba permite expresar mejor su potencial de germinación para obtener mejores resultados.

Las diferencias en germinación cuando son menores a las anunciadas en las etiquetas podrían ser debido al deterioro normal que sufrió la semilla en el envase desde el momento de su envasado hasta su evaluación en relación al valor de germinación (mínima) especificada en la etiqueta, que debió haber

Cuadro 4.12 Resultados de calidad (actuales) obtenidos en el presente estudio y anunciados en etiqueta en lotes de semilla de especies hortícolas. Laboratorio de semillas CCDTS-UAAAN, 1996.

ESPECIE	LOTE	PUREZA FÍSICA		GERMINACIÓN		
		ACTUAL	ETIQUETA ENVASE	(SP) ACTUAL	(EP) ACTUAL	ETIQUETA ENVASE
CHILE	1	97.2	99	67	87	85
	2	97.27	99	82	80	85
	3	96.07	99	84	87	85
	4	93.8	99	85	86	85
TOMATE	1	98.92	99	90	90	85
	2	97.43	99	96	95	85
	3	96.56	99	95	95	85
	4	95.13	99	89	90	85
CEBOLLA	1	98.41	99	69	70	80
	2	69.69	99	85	87	80
	3	90.52	99	65	70	80
	4	90.02	99	58	66	80
MELÓN	1	99.88	99	69	99	85
	2	99.87	99	90	97	85
	3	98.07	99	90	87	85
	4	97.16	99	68	96	85

tenido al momento de su certificación. En los casos en que es mayor el porcentaje de germinación obedece a la alta calidad de la semilla al momento del envasado, se mantiene aún en un buen nivel, por otro lado las diferencias en pureza física que son del orden 1-6 por ciento, pueden ser debido a que el análisis de pureza que se hizo en el presente estudio bajo el método de soplado, y la separación de la fracción ligera es más eficiente que el método utilizado para la certificación del análisis de pureza física de la semillas.

Todos los resultados anteriores hacen manifiesto que la información de las etiquetas efectivamente no siempre corresponde en un 100 por ciento a los resultados obtenidos de los análisis realizados en un momento dado. Todo esto significa que se deben hacer análisis más frecuentes en latas y sacos de semillas en almacenamiento o consignación (mercado) dependiendo de la longevidad intrínseca de la especie y la calidad de su manejo además es necesario elevar más el nivel de calidad de las semillas mediante una mejor y más frecuente capacitación del personal en el manejo y evaluación de las semillas para reducir los problemas de calidad de semilla que se han manifestado en este estudio; es conveniente poner en etiquetas los resultados de los últimos análisis y sus fechas correspondientes para corroborar la calidad manifestada en su etiqueta de certificación y por último también es conveniente anunciar la humedad que se tenía en el momento de envasar esto permite relacionar la capacidad de almacenamiento de la semilla de una especie dada.

Tiempos y Costos

Al tomar el tiempo necesario para realizar cada prueba con sus respectivas repeticiones (Cuadro 4.13) fue posible determinar el número de muestras analizadas por analista por jornada de trabajo, (Cuadro 4.14) donde se observa que las pruebas que pueden realizarse en mayor número son las físicas, ya que se requiere menos tiempo por muestra, específicamente pureza física en chile y melón, seguida de las pruebas fisiológicas, donde la muestra que requiere mayor tiempo para su realización es la de vigor (deterioro controlado) en chile y tomate. Determinar el número de pruebas que se pueden realizar por jornada laboral (8 horas) permite estimar costos de infraestructura, mobiliario, pago a analistas, etc., por muestra.

Para obtener el costo total de los ensayos, fue necesario determinar los costos fijos y los costos variables en cada uno de ellos. Los costos fijos para cada ensayo en cada una de las cuatro especies se presenta en los Cuadros 4.15 y 4.16, donde se incluye el equipo utilizado, su inversión total, depreciación en años y por día así como por muestra analizada de las cuatro especies. Además de la construcción y el mobiliario; se puede observar en el Cuadro 4.15 que de las pruebas físicas la de mayor costo es la determinación de humedad y la de más bajo costo pureza física, en las pruebas fisiológicas el mayor costo lo presentó para costos fijos únicamente vigor para chile, y la

Cuadro 4.13 Tiempos empleados para realizar pruebas de calidad en cuatro especies de semillas hortícolas. UAAAN-96.

ESPECIE	CHILE	TOMATE	CEBOLLA	MELÓN
RECEPCIÓN	3'03	4'09'40	3'00	4'00
IDENTIFICACIÓN	4'33	7'58'40	9'00	4'42'40
HOMOGENIZACIÓN	5'53	6'38'05	6'43'25	5'48'45
MUESTRA DE TRABAJO	6'06'20	4'48'40	9'05'05	7'51'05
HUMEDAD	59'16'10	73'01'30	70'29'30	68'27'50
PUREZA FÍSICA	25'34'15	33'44'55	37'10'50	28'13'35
P.M.S.*	22'18'00	32'33'40	54'24'25	28'02'35
G.E. (SP)*	111'54'52	111'19'50	89'14'00	97'49'09
G.E. (EP)*	85'05	101'46'09	67'57'13	81'41'17
VIGOR (DC)*	137'48'34	114'47'55	103'55'24	102'53'52

*P.M.S. = Peso de mil semillas

G.E. (SP) = Germinación estándar sustrato sobre papel.

G.E. (EP) = Germinación estándar sustrato entre papel.

VIGOR (DC) = Vigor prueba deterioro controlado.

Cuadro 4.14 Número de muestras analizadas por un analista por jornada de trabajo (ocho horas) en diferentes semillas de hortalizas. UAAAN 1996.

Prueba	Muestras Analizadas			
	Chile	Tomate	Cebolla	Melón
Humedad	8	7	7	7
Pureza Física	18	14	13	17
Peso de mil semillas	21	15	9	17
Germinación estándar SP*	4	4	5	5
Germinación estándar EP*	6	5	7	6
Vigor	3	4	5	5

*SP = Sustrato sobre papel

*EP = Sustrato entre papel.

Cuadro 4.15 Costos fijos de ensayos de calidad física realizados en cuatro especies hortícolas con tres repeticiones en laboratorio de ensayos de semillas. CCDTS-UAAAN, 1996.

ENSAYO	CHILE	TOMATE	CEBOLLA	MELÓN
HUMEDAD				
Horno	0.066	0.066	0.066	0.066
Desecador	0.07	0.07	0.07	0.07
Balanza analítica	0.183	0.183	0.183	0.183
Construcción	5.13	5.87	5.87	5.87
Mobiliario	1.3	1.49	1.49	1.49
TOTAL	6.75	7.68	7.68	7.68
PUREZA FÍSICA				
Balanza de reloj	0.033	0.033	0.033	0.033
Lupa con luz	0.11	0.11	0.11	0.11
Construcción	2.28	2.94	3.16	2.42
Mobiliario	0.58	0.74	0.8	0.61
TOTAL	3	3.82	4.1	3.17
PESO DE MIL SEMILLAS				
Balanza de reloj	0.033	0.033	0.033	0.033
Charolas	0.033	0.033	0.033	0.033
Construcción	1.96	2.74	4.57	2.42
Mobiliario	0.5	0.69	1.16	0.61
TOTAL	2.53	3.5	5.8	3.1

Cuadro 4.16 Costos fijos de ensayos de calidad fisiológica realizados en cuatro especies hortícolas con tres repeticiones en laboratorio de ensayos del CCDTS-UAAAN, 1996

ENSAYO	CHILE	TOMATE	CEBOLLA	MELON
G.E. SP				
Cámara germinadora	0.44	0.44	0.44	0.44
Construcción	10.28	10.28	8.22	8.22
Mobiliario	2.6	2.6	2.08	2.08
TOTAL	13.32	13.32	10.74	10.74
G.E. EP				
Cámara germinadora	0.44	0.44	0.44	0.44
Construcción	6.85	8.22	5.87	6.85
Mobiliario	1.74	2.08	1.49	1.74
TOTAL	9.03	10.74	7.8	9.03
VIGOR DC				
Cámara de envejecimiento	1.04	1.04	1.04	1.04
Cámara germinadora	0.44	0.44	0.44	0.44
Cosntrucción	13.7	10.28	8.22	8.22
MOBILIARIO	3.47	2.6	2.08	2.08
TOTAL	18.65	14.36	11.78	11.78

menos costosa germinación estándar entre papel para cebolla, sin embargo debe aclararse que en los costos totales se toma en cuenta además de los costos fijos los costos variables, por lo que no es sino sólo un punto de referencia.

En el Cuadro 4.17 se observan los valores de depreciación del equipo, construcción y mobiliario utilizados en las pruebas, ello ayudó a definir los costos fijos de los ensayos realizados.

Los costos variables se analizaron en ensayos por separado en las cuatro especies. En el Cuadro 4.18 se observan los costos variables para la prueba de humedad, en el Cuadro 4.19 para pureza física, y el Cuadro 4.20 para determinación de peso de mil semillas, donde se puede observar que el costo variable más alto para pruebas físicas fue para humedad en las semillas de tomate, cebolla y melón, y la de más bajo costo fue la prueba de pureza física en chile; para las pruebas fisiológicas se observan en los Cuadros 4.21, 4.22 y 4.23, en los que observamos que el costo variable total más alto fue para vigor en chile y el costo más bajo fue para la prueba germinación estándar (EP) en melón.

Finalmente en el Cuadro 4.24 se pueden observar los costos totales de las pruebas de calidad individuales, para poder comparar por especie cuál fue

Cuadro 4.17 Valor de depreciación de equipo para establecimiento de costos fijos de calidad realizados en semilla de cuatro especies hortícolas con tres repeticiones en laboratorio de ensayos de semillas CCDTS-UAAAN, 1996.

	Inversión costos fijos	Depreciación total	años	Costo día/pesos	Número muestras día	Costos por muestra por tres repeticion en pesos			
						Chile	Tomate	Cebolla	Melón
homo	4000	10	1.1	160	0.066	0.066	0.066	0.066	
desecador	2000	3	1.83	30	0.07	0.07	0.07	0.07	
bal. analítica	4400	3	4.02	66	0.183	0.183	0.183	0.183	
balanza reloj	1600	10	0.44	40	0.033	0.033	0.033	0.033	
lupa luz	1600	3	1.46	40	0.11	0.11	0.11	0.11	
charolas	400	1	1.1	100	0.033	0.033	0.033	0.033	
cámara ger.	52500	10	14.38	100	6	6	6	6	
c. envej.	50000	10	13.7	40	1.028	1.028	1.028	1.028	
sellador bols	1200	1	3.29	300	0.03	0.03	0.03	0.03	
Construcción									
humedad	140000	10	41.1		0.978	1.142	1.082	1.142	
pureza f.	140000	10	41.1		0.79	0.685	0.79	0.62	
peso mil s.	140000	10	41.1		0.54	0.71	0.79	0.685	
g.e. sp	140000	10	41.1		1.71	1.87	1.28	1.37	
g.e. ep	140000	10	41.1		2.055	1.868	1.37	1.71	
vigor	140000	10	41.1		1.468	1.468	1.468	1.58	
Mobiliario									
humedad	38000	10	10.41		0.248	0.289	0.273	0.289	
pureza	38000	10	10.41		0.2	0.174	0.2	0.158	
peso mil s	38000	10	10.41		0.137	0.179	0.2	0.174	
ge sp	38000	10	10.41		0.434	0.473	0.325	0.347	
ge ep	38000	10	10.41		0.52	0.473	0.347	0.434	
vigor	38000	10	10.41		0.372	0.372	0.372	0.4	

Cuadro 4.17 Valor de depreciación de equipo para establecimiento de costos fijos de calidad realizados en semilla de cuatro especies hortícolas con tres repeticiones en laboratorio de ensayos de semillas CCDTS-UAAAN, 1996.

	Inversión costos fijos	Depreciación total	años	Costo día/pesos	Número muestras día	Costos por muestra por tres repeticion en pesos			
						Chile	Tomate	Cebolla	Melón
	homo	4000	10	1.1	160	0.066	0.066	0.066	0.066
	dsecador	2000	3	1.83	30	0.07	0.07	0.07	0.07
	bal.analítica	4400	3	4.02	66	0.183	0.183	0.183	0.183
	balanza reloj	1600	10	0.44	40	0.033	0.033	0.033	0.033
	lupa luz	1600	3	1.46	40	0.11	0.11	0.11	0.11
	charolas	400	1	1.1	100	0.033	0.033	0.033	0.033
	cámara ger.	52500	10	14.38	100	6	6	6	6
	c. envej.	50000	10	13.7	40	1.028	1.028	1.028	1.028
	sellador bols	1200	1	3.29	300	0.03	0.03	0.03	0.03
Construcción	humedad	140000	10	41.1		0.978	1.142	1.082	1.142
	pureza f.	140000	10	41.1		0.79	0.685	0.79	0.62
	peso mil s.	140000	10	41.1		0.54	0.71	0.79	0.685
	g.e. sp	140000	10	41.1		1.71	1.87	1.28	1.37
	g.e. ep	140000	10	41.1		2.055	1.868	1.37	1.71
	vigor	140000	10	41.1		1.468	1.468	1.468	1.58
Mobiliario	humedad	38000	10	10.41		0.248	0.289	0.273	0.289
	pureza	38000	10	10.41		0.2	0.174	0.2	0.158
	peso mil s	38000	10	10.41		0.137	0.179	0.2	0.174
	ge sp	38000	10	10.41		0.434	0.473	0.325	0.347
	ge ep	38000	10	10.41		0.52	0.473	0.347	0.434
	vigor	38000	10	10.41		0.372	0.372	0.372	0.4

Cuadro 4.18 Costos variables en la prueba de determinación de humedad en semilla de cuatro especies hortícolas en el laboratorio de ensayos de semillas. CCDTS-UAAAN, 1996.

costos variables	Costos por muestra por tres repeticiones en pesos			
	Chile	Tomate	Cebolla	Melón
Directos				
Cajas aluminio	0.03	0.03	0.03	0.03
pinzas	0.017	0.017	0.017	0.017
termómetro	0.081	0.081	0.081	0.081
analista	18.75	21.43	24.43	21.43
encargado	27.08	30.95	30.95	30.95
subtotal	45.96	52.51	52.21	52.21
Indirectos				
electricidad	0.548	0.548	0.548	0.548
forma reporte	0.5	0.5	0.5	0.5
Cómputo	3.653	3.653	3.653	3.653
calculadora	0.025	0.025	0.025	0.025
publicidad	0.3261	0.3805	0.4029	0.3505
secretaría	12.5	14.29	14.29	14.29
mozo	8.33	9.52	9.52	9.52
mantenimiento	3.33	3.33	3.33	3.33
Serv.fax/teléfono	0.06	0.06	0.06	0.06
logística	0.94	0.94	0.94	0.94
subtotal	30.21	33.19	33.19	33.19
Total costos	76.17	85.7	85.7	85.7

Cuadro 4.19 Costos variables en la prueba de pureza física en semilla de cuatro especies hortícolas en laboratorio de ensayos de semillas CCDTS-UAAAN, 1996.

costos variables	Costos por muestra por tres repeticiones en pesos			
	Chile	Tomate	Cebolla	Melón
Directos				
charolitas	0.033	0.033	0.033	0.033
pinzas	0.017	0.017	0.017	0.017
analista	8.33	10.71	11.54	8.82
encargado	12.04	15.48	16.67	12.75
subtotal	20.42	26.24	28.26	21.62
Indirectos				
electricidad	0.238	0.238	0.238	0.238
forma reporte	0.5	0.5	0.5	0.5
Cómputo	3.653	3.653	3.653	3.653
calculadora	0.025	0.025	0.025	0.025
publicidad	0.3261	0.3805	0.4029	0.3505
secretaria	5.56	7.14	7.69	5.88
mozo	3.7	4.76	5.13	3.92
mantenimiento	3.33	3.33	3.33	3.33
serv.fax/teléfono	0.06	0.06	0.06	0.06
logística	0.94	0.94	0.94	0.94
subtotal	18.33	20.98	21.89	18.87
Total costos variables	38.75	47.22	50.15	40.49

Cuadro 4.20 Costos variables en la prueba peso de mil semillas en semilla de cuatro especies hortícolas en laboratorio de ensayo de semillas CCDTS-UAAAN, 1996.

costos variables	Costos por muestra por tres repeticiones en pesos			
	Chile	Tomate	Cebolla	Melón
Directos				
charolitas	0.033	0.033	0.033	0.033
pinzas	0.017	0.017	0.017	0.017
analista	7.14	10	16.67	8.82
encargado	10.32	14.45	24.07	12.75
subtotal	17.51	24.5	40.79	21.62
Indirectos				
electricidad	0.21	0.21	0.21	0.21
forma reporte	0.5	0.5	0.5	0.5
cómputo	3.653	3.653	3.653	3.653
calculadora	0.025	0.025	0.025	0.025
publicidad	0.3261	0.3805	0.4029	0.3505
secretaria	25	25	20	20
mozo	3.17	4.44	7.41	3.92
mantenimiento	3.33	3.33	3.33	3.33
serv.fax/teléfono	0.06	0.06	0.06	0.06
logística	0.94	0.94	0.94	0.94
subtotal	37.21	38.48	24.63	32.96
Total costos variables	54.72	62.98	65.42	54.58

Cuadro 4.21 Costos variables en la prueba de germinación estándar sobre papel en semillas de cuatro especies hortícolas en laboratorio de ensayos de calidad CCDTS-UAAAN, 1996.

costos variables	Costos por muestra por tres repeticiones en pesos			
	Chile	Tomate	Cebolla	Melón
Directos				
charolitas	0.033	0.033	0.033	0.033
pinzas	0.017	0.017	0.017	0.017
papel filtro	2.55	2.55	2.55	2.55
etiquetas	0.12	0.12	0.12	0.12
pizeta	0.525	0.525	0.525	0.525
analista	37.5	37.5	30	30
encargado	54.17	54.17	43.33	43.33
subtotal	97.92	94.92	76.58	76.58
Indirectos				
agua	0.0032	0.0032	0.0032	0.0104
electricidad	2.45	2.45	2.45	2.45
forma reporte	0.5	0.5	0.5	0.5
cómputo	3.653	3.653	3.653	3.653
calculadora	0.025	0.025	0.025	0.025
publicidad	0.3261	0.3805	0.4029	0.3505
secretaria	25	25	20	20
mozo	16.67	16.67	13.33	13.33
mantenimiento	3.33	3.33	3.33	3.33
serv.fax/teléfono	0.06	0.06	0.06	0.06
logística	0.94	0.94	0.94	0.94
subtotal	52.67	56.67	44.33	44.33
Total costos variables	147.59	147.59	120.91	120.91

Cuadro 4.22 Costos variables en la prueba de germinación estándar entre papel de cuatro especies hortícolas en laboratorio de ensayos de semillas CCDTS-UAAAN, 1996.

costos variables	Costos por muestra por tres repeticiones en pesos			
	Chile	Tomate	Cebolla	Melón
Directos				
charolitas	0.033	0.033	0.033	0.033
pinzas	0.017	0.017	0.017	0.017
toallas germ	6	6	6	6
lápiz tinta	0.09	0.09	0.09	0.09
bolsa plástico	0.167	0.167	0.167	0.167
canasta	0.008	0.008	0.008	0.008
ligas	0.48	0.48	0.48	0.48
pizeta	0.525	0.525	0.525	0.525
analista	25	30	21.43	25
encargado	36.11	43.33	30.95	36.11
subtotal	68.43	80.65	59.7	68.43
Indirectos				
agua	0.11	0.11	0.11	0.11
electricidad	2.45	2.45	2.45	2.45
forma reporte	0.5	0.5	0.5	0.5
cómputo	3.653	3.653	3.653	3.653
calculadora	0.025	0.025	0.025	0.025
publicidad	0.3261	0.3805	0.4029	0.3505
secretaria	16.67	20	14.29	16.67
mozo	11.11	13.33	9.52	11.11
mantenimiento	3.33	3.33	3.33	3.33
serv.fax/teléfono	0.06	0.06	0.06	0.06
logística	0.94	0.94	0.94	0.94
subtotal	38.88	44.44	34.92	38.88
Total costos variables	107.31	125.09	94.62	107.31

Cuadro 4.23 Costos variables en la prueba de vigor (deterioro controlado) en semillas de cuatro especies hortícolas en laboratorio de ensayos de semillas CCDTS-UAAAN, 1996.

costos variables	Costos por muestra por tres repeticiones en pesos			
	Chile	Tomate	Cebolla	Melón
Directos				
charolitas	0.033	0.033	0.033	0.033
pinzas	0.017	0.017	0.017	0.017
toallas germ	6	6	6	6
lápiz tinta	0.09	0.09	0.09	0.09
bolsa plástico	0.167	0.167	0.167	0.167
canasta	0.008	0.008	0.008	0.008
ligas	0.48	0.48	0.48	0.48
pizeta	0.525	0.525	0.525	0.525
vasos precipitado	0.96	0.96	0.96	0.96
red plástico para sostén	0.75	0.75	0.75	0.75
pipeta	0.09	0.09	0.09	0.09
probeta	0.12	0.12	0.12	0.12
aspersor	0.1	0.1	0.1	0.1
plástico	0.051	0.051	0.051	0.051
analista	50	37.5	30	30
encargado	72.22	54.17	43.33	43.33
subtotal	131.61	101.06	82.72	82.72
Indirectos				
agua	0.11	0.11	0.11	0.11
electricidad	4.7	4.7	4.7	4.7
forma reporte	0.5	0.5	0.5	0.5
cómputo	3.653	3.653	3.653	3.653
calculadora	0.025	0.025	0.025	0.025
publicidad	0.3261	0.3805	0.4029	0.3505
secretaria	33.33	20	14.29	16.67
mozo	22.22	16.67	13.33	13.33
mantenimiento	3.33	3.33	3.33	3.33
serv.fax/teléfono	0.06	0.06	0.06	0.06
logística	0.94	0.94	0.94	0.94
subtotal	68.9	50.04	4.97	40.97
Total costos variables	200.51	151.1	123.7	123.7

Cuadro 4.24 Costos de los ensayo de calidad en semillas de especies hortícolas en laboratorio de ensayos de semillas CCDTS UAAAN, 1996.

Especie	Prueba	Costos Fijos	Costos Variables	Costo total
Chile	Humedad	6.75	76.17	82.92
Tomate	Humedad	7.68	85.7	93.38
Cebolla	Humedad	7.68	85.7	93.38
Melón	Humedad	7.68	85.7	93.38
Chile	P. Física	3	38.75	41.75
Tomate	P. Física	3.82	47.22	51.04
Cebolla	P. Física	4.1	50.15	54.25
Melón	P: Física	3.17	10.49	43.66
Chile	Peso mil s.	2.53	54.72	57.25
Tomate	Peso mil s.	3.5	62.98	66.48
Cebolla	Peso mil s.	5.8	65.42	71.22
Melón	Peso mil s.	3.1	54.58	57.68
Chile	G.E. SP	13.32	147.59	160.91
Tomate	G.E. SP	13.32	147.59	160.91
Cebolla	G.E. SP	10.74	120.91	131.65
Melón	G.E. SP	10.74	120.91	131.65
Chile	G.E. EP	9.03	107.31	116.34
Tomate	G.E. EP	10.74	125.09	135.83
Cebolla	G.E. EP	7.8	94.62	102.42
Melón	G.E. EP	9.03	107.31	116.34
Chile	Vigor DC	18.65	200.51	219.16
Tomate	Vigor DC	14.36	151.1	165.46
Cebolla	Vigor DC	11.78	123.7	135.48
Melón	Vigor DC	11.78	123.7	135.48

indistintamente para tomate, cebolla y melón; para pureza física la más cara fue cebolla y la de menor costo chile; en peso de mil semillas la de mayor costo fue cebolla y la menos chile. En la germinación estándar sustrato sobre papel resultó de mayor costo para chile y tomate y las de menor para cebolla y melón indistintamente, sin embargo en germinación estándar entre papel la más costosa fue tomate y la de menor cebolla; por último vigor con la prueba de deterioro controlado resulta más caro en chile y de menor costo en cebolla y melón de igual manera.

Los costos totales no son los mismos puesto que cada especie tiene distinta dificultad o facilidad para realizarse. Sea por su tamaño o forma, en cebolla es menor el tiempo utilizado que en semilla de chile en el análisis de pureza física, por ejemplo; cuando el tiempo utilizado para realizar un ensayo es mayor se realizan menos pruebas al día y por ende cada prueba es más costosa, esto se observa claramente en Cuadro 4.13.

En el Cuadro 4.25 se observan los costos y los precios establecidos al agregarle el 30 por ciento a los primeros, además de indicar el precio en dólares, cuando el tipo de cambio estaba en \$ 9.3 pesos por dólar.

En el Cuadro 4.26 se representan los costos totales organizados de distinta manera, con el fin de determinar el costo total de las pruebas realizadas en cada especie y observar el costo total de todas ellas. Esto

Cuadro 4.25 Costo, precios en dólares de análisis de semillas de especies hortícolas en laboratorio de ensayos de semillas. CCDTS-UAAAN, 1996.

Especie	Prueba	Costos Fijos	Costos Variables	Costo total	Precios	
					Pesos	Dólares
Chile	Humedad	6.75	76.17	82.92	107.8	11.59
Tomate	Humedad	7.68	85.7	93.38	121.39	13.05
Cebolla	Humedad	7.68	85.7	93.38	121.39	13.05
Melón	Humedad	7.68	85.7	93.38	121.39	13.05
Chile	P. Física	3	38.75	41.75	54.28	5.84
Tomate	P. Física	3.82	47.22	51.04	66.35	7.13
Cebolla	P. Física	4.1	50.15	54.25	70.52	7.58
Melón	P. Física	3.17	10.49	43.66	56.76	6.1
Chile	Peso mil s.	2.53	54.72	57.25	74.42	8
Tomate	Peso mil s.	3.5	62.98	66.48	86.4	9.29
Cebolla	Peso mil s.	5.8	65.42	71.22	92.59	9.96
Melón	Peso mil s.	3.1	54.58	57.68	74.98	8.06
Chile	G.E. SP	13.32	147.59	160.91	209.18	22.49
Tomate	G.E. SP	13.32	147.59	160.91	209.18	22.49
Cebolla	G.E. SP	10.74	120.91	131.65	171.14	18.4
Melón	G.E. SP	10.74	120.91	131.65	171.14	18.4
Chile	G.E. EP	9.03	107.31	116.34	151.24	16.26
Tomate	G.E. EP	10.74	125.09	135.83	176.58	18.99
Cebolla	G.E. EP	7.8	94.62	102.42	133.15	14.32
Melón	G.E. EP	9.03	107.31	116.34	151.24	16.26
Chile	Vigor DC	18.65	200.51	219.16	284.91	30.64
Tomate	Vigor DC	14.36	151.1	165.46	215.1	23.13
Cebolla	Vigor DC	11.78	123.7	135.48	176.12	18.94
Melón	Vigor DC	11.78	123.7	135.48	176.12	18.94

Cuadro 4.26 Costos totales de paquete de pruebas de calidad G. E (SP) y G. E (EP) en semilla de cuatro especies hortícolas realizadas en laboratorio de ensayos de semillas CCDTS-UAAAN, 1996.

Especie	Prueba	Costos Fijos	Costos Variables	Costo total Prueba	Costo total Paquete GE(SP)	Costo total Paquete GE(EP)
Chile	Humedad	6.75	76.16	82.92	561.99	517.42
	P. Física	3	38.75	41.75		
	Peso mil s.	2.53	54.72	57.25		
	G.E. SP	13.32	147.59	160.91		
	G.E: EP	9.03	107.31	116.34		
	Vigor DC	18.65	200.51	219.16		
Tomate	Humedad	7.68	85.9	93.38	537.27	512.19
	P. Física	3.82	47.22	51.04		
	Peso mil s.	3.5	62.98	66.48		
	G.E. SP	13.32	147.59	160.91		
	G.E: EP	10.74	125.09	135.83		
	Vigor DC	14.36	151.1	165.46		
Cebolla	Humedad	7.68	85.7	93.38	486.48	457.25
	P. Física	4.1	50.15	54.25		
	Peso mil s.	5.8	65.42	71.22		
	G.E. SP	10.74	120.91	131.65		
	G.E: EP	7.8	94.62	102.42		
	Vigor DC	11.78	123.7	135.48		
Melón	Humedad	7.68	85.7	93.38	461.85	446.54
	P. Física	3.17	40.49	43.66		
	Peso mil s.	3.1	54.58	57.68		
	G.E. SP	10.74	120.91	131.65		
	G.E: EP	9.03	107.31	116.34		
	Vigor DC	11.78	123.7	135.48		

permitirá determinar el potencial cualitativo de cierta especie, en pruebas ofrecidas en "paquete" que incluye pruebas físicas y fisiológicas, y en esta última se anexa con prueba de germinación estándar ya sea entre papel o sobrepapel.

Para determinar la rentabilidad o redituabilidad, es necesario tener los costos totales y agregar un porcentaje, que será el margen de ganancias o utilidades, podría ser del 30 por ciento, ello se determina investigando el interés vigente en los bancos por una inversión fija, es decir, si cierto capital nos genera un 20 por ciento de ganancias, debemos manejar un 25 ó 30 por ciento para estar dentro de un margen aceptable de utilidades para la fecha del estudio hecho.

El determinar el margen de ganancia queda en manos de cada compañía o empresa que ofrecerá el servicio, tomando en cuenta que el servicio que ofrezca deberá ser confiable, oportuno y de calidad competitiva, basado en el precio del mercado y la calidad de semilla de la empresa.

En cuanto a costos para realizar un estudio económico del servicio de análisis de calidad para semillas y determinar su rentabilidad, es necesario realizar un estudio de mercado, observar la competencia, las necesidades del servicio, encontrar el punto de equilibrio y manejarlo como un punto mínimo de análisis por año, así como comprometerse concretamente a ofrecer un servicio

de excelencia (a corto plazo), e ir más allá y solucionar problemas presentados y dar medidas preventivas a futuros problemas ya presentados como un valor agregado del servicio.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos e hipótesis planteados y los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluyó lo siguiente:

El tiempo requerido para realizar los diferentes ensayos de calidad de semilla permite determinar su costo, y planear adecuadamente la carga de trabajo por día en el laboratorio de semillas. Además permite calcular las horas hombre (número de analistas) requeridas para una demanda de ensayos dada.

La confiabilidad y repetibilidad de los resultados de los ensayos es consecuencia de la capacitación del analista, metodología del ensayo, equipo y materiales utilizados.

La calidad indicada en los envases de semilla en distribución no siempre corresponde a la indicada en la etiqueta, dependiendo del tipo de ensayo, tiempo transcurrido, tipo de semilla, calidad inicial, tipo y tiempo de almacenamiento, y en algunos casos es menor al reportado en los envases.

En el ensayo de germinación el sustrato papel en la modalidad entre papel (EP) presentó mayor porcentaje de plántulas normales que en la modalidad sobre papel (SP).

Los resultados de pureza física en algunos casos no cumplen con los porcentajes mínimos establecidos para semilla certificada, al contener semilla ligera clasificada o considerada como impureza.

El tiempo requerido para realizar ensayos de calidad en semillas varía por especie analizada, equipo, facilidades y capacitación del personal.

Los precios que pudieron establecerse en este trabajo para realizar ensayos de calidad en semillas están dentro de los rangos de precios de empresas que ofrecen el servicio de análisis dentro y fuera del país.

RESUMEN

Siendo la semilla un insumo estratégico en la producción de cultivos es de vital importancia evaluar su calidad para garantizar la producción, por lo que los responsables de producir, vender o comprar semilla están cada vez más interesados en constatar la calidad de ésta de manera confiable.

El servicio de análisis de semillas ofrecido por los laboratorios privados deberá tener un costo mínimo que repercutirá en que el servicio sea más rentable, y como base de la determinación del costo, el tiempo necesario para realizar las pruebas debe ser tomado en cuenta, puesto que determina en las horas hombre necesarias, y las pruebas realizadas por jornada de trabajo.

Debido a lo anterior se realizó el presente estudio con los objetivos de determinar tiempo y costo de ensayos mínimos para evaluar la calidad de semilla, determinar la repetibilidad de resultados dentro del laboratorio en estudio y evaluar el nivel de calidad de semilla de lotes comerciales. Para ello se evaluaron cuatro especies de hortalizas, chile, tomate, cebolla y melón, cada una con cuatro diferentes lotes y con tres repeticiones, todo ello de semilla de lotes disponibles a la venta.

Las pruebas de rutina realizadas fueron las físicas, determinación de humedad, peso de mil semillas y pureza física; las fisiológicas, germinación estándar con dos sustratos entre papel y sobre papel y vigor mediante la prueba de deterioro controlado.

Los resultados de calidad obtenidos para la prueba de pureza física (descrita en etiquetas de 99 por ciento) fueron del más bajo en cebolla con 69.7 por ciento y el más elevado para melón con 99.9 por ciento; en germinación donde se indicó un 80 por ciento en etiqueta la semilla de cebolla presentó sólo un 50 por ciento en sustrato SP y 66 en sustrato EP, el mayor porcentaje para germinación estándar obtenido fue en melón y en sustrato SP tomate; las pruebas de humedad y peso de mil semillas no presentaron diferencias, además no se indican en la etiqueta del envase.

En relación a la repetibilidad de resultados, en pruebas físicas no hubo diferencias significativas entre repeticiones y los coeficientes de variación fueron de 0.27 a 8.7 por ciento. Para las pruebas fisiológicas sólo hubo diferencia altamente significativa en la prueba de germinación estándar entre papel en chile, significativa en cebolla, pero con coeficientes de variación menores a 2.7 por ciento; en las demás especies los coeficientes de variación fueron de 0.32 a 8.58 por ciento.

Referente a tiempos y costos se determinó el tiempo requerido para la prueba en cada especie y poder conocer el número de muestras analizadas por jornada de trabajo por analista, aquí se observó que la prueba que requiere menos tiempo es peso de mil semillas, seguida por pureza física y determinación de humedad; las que invirtieron mayor tiempo fueron vigor, germinación estándar (SP) y (EP) en ese orden, sin embargo además del tiempo fue necesario establecer los costos fijos y variables que finalmente determinaron el costo total, donde el costo menor fue en la prueba de pureza física, seguida por peso de mil semillas y humedad y la de mayor costo vigor seguida por germinación estándar sustrato sobre papel y entre papel.

Para determinar el precio de los servicios y estimar la rentabilidad de éstos se calculó un 30 por ciento más y estos precios se compararon con los de otras empresas que ofrecen el servicio, encontrándose éstos dentro de los rangos que éstas manejan dentro y fuera del país.

LITERATURA CITADA

- Association of Official Seed Analysts (AOSA), 1983, Seed Vigor Testing Handbook, Contribution, N° 32 to the Handbook on Seed Testing. USA.
- Backer, M.; Jacobsen, L. y Ramírez, P., 1985. Contabilidad de Costos. Un Enfoque Administrativo en México. Colegio de Postgraduados, Centro de Economía. Centro de Ecodesarrollo. México. 367 p.
- Badillo, N. E. 1981. El Sistema de Semillas Certificadas en México. Colegio de Postgraduados, Centro de Economía. Centro de Ecodesarrollo. México. 367 p.
- Balkin, D. and B. Suárez 1990. El fin del principio Edit. Limusa México. p 130-145.
- Besnier R. F. 1989. Semillas Biología y Tecnología. Edit. Mundi-Prensa. España. p. 15-45.
- Bould, A. and J. E. Barnes. 1984. A Potential Method of Training Seed Analysts in Developing Countries Seed Science and Technology.. The Netherlands. (Vol. 12) p. 455-460.
- Centro de Investigaciones en Producción de Semillas (CIPROS). 1995. Universidad de Guadalajara. México.
- Cobaquil G. A. 1990., "Comparación de pruebas directas e indirectas para calificar vigor" Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Programa de Graduados. Buenavista, Coahuila, México. 80p.
- Copeland, L.O. and M. B. McDonald. 1985. Principles of Seed Science and Technology. Second Edition. Burgess Publishing Company. Minnesota USA. p 55, 88, 89, 121, 222, 225, 227-272.
- Del Río G. C. 1983 Técnica Presupuestos, contaduría y administración UNAM. México.

- Douglas J. E. 1980. Successful Seed Programs; A Planning and Management Guide. Westview Press. U. S. A.
- Garay, E. A. 1985. Calidad de las Semillas y su Importancia en la Productividad. Curso Tecnología de Semillas. CIAT, Cali, Colombia.
- Gómez C. M. A., S. R. Rinderman and S. A. Merino. 1991 Reporte de investigación (07) Centro de investigaciones económicas, sociales y tecnológicas de la agroindustria mundial (CIESTAM) Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Griffiths, R. G. 1984, A Do It Yourself Training System Seed Science and Technology. The Netherlands. (Vol. 12) p. 447-453
- Guerra G. 1992. Manual de Administración de Empresas Agropecuarias. Segunda Edición. Edit. IICA. San José, Costa Rica. p. 10, 29, 111, 177, 244-257.
- Heywood. J. G. 1981, Assesing Methods for Routine Germination Tests, Seed Science and Technology. U. S. A.(Vol 9) p. 587-592.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1977. Manual de Evaluación de Plántulas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 100 p.
- _____. 1979. Manual de Evaluación de Plántulas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 82 p.
- International Seed Testing Association (ISTA) 1980. Rules for Seed Testing. Seed Sci, and Technol. The Netherlands. (Vol.10) p. 2200-350.
- _____. 1981 Handbook of vigour Test Methods. Zurich Switzerland. p 56.
- _____. 1985 Rules for Seed Testing. Seed Sci, and Technol. The Netherlands. (Vol.13) p.
- _____. 1987 Handbook of vigour Test Methods. Zurich Switzerland. p 38.

-
- _____ . 1996 Rules for Seed Testing. Seed Sci, and Technol. The Netherlands. (Vol.16) p. 299-335.
- Jassem, M., E. Sliwińska, E. and A. Zornow. 1993, The Influence of Substrate Moisture on Germination Capacity of Sugar-Beet Seed, Seed Science and Technology. The Netherlands. (Vol. 21). p. 203-211.
- Knapp, D. A. 1988. Germinación de la Semilla. Curso Internacional de Capacitación Sobre Tecnología de Semillas de Maíz. Centro de Investigación para el Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT). Batán, Estado de México. p. 1-34.
- McDonald, M. B. Jr. 1991 Evaluación de vigor de semillas. Memorias del III curso de actualización de semillas UAAAN-CCDTS Buenavista Saltillo Coah México
-
- _____ 1993. Seed Vigour testing Symposium. The History of Seed Vigor Testing. J. Seed Tech. (Vol.17.2). p. 93-100. Colorado, USA.
- Mata, D. A. y G. V. Aguilera. 1992. Matemáticas Financieras Segunda Edición. Edit. McGraw Hill. México. p. 25-50.
- Matthews S, and A. A. Powell. 1981. Controlled Deterioration Test. En: Manual de Métodos de Ensayos de Vigor. Instituto de Semillas y Plantas de Vivero. España. p.39-60.
- Moreno M. E. 1984 Análisis físico y biológico de semillas Agrícolas. Instituto de Biología, UNAM. México, D. F. 383 p.
- Paredes, M. G. 1985. Producción de Semillas en México. Memoria de la Reunión Nacional Sobre Producción de Semillas en México. Chapingo, México. p. 101-110.
- Perry, D. A. 1981. Handbook of Vigour Test Methods the International Seed Testing Association p. 5 Switzerland.
- Powell, A. A. and S. Mathews 1981 Electrical Conductivity Test; Controlled Deterioration Test ISTA Handbook of Vigour Test Methods Second Edition. Zurich Switzerland. p. 72

- Powell, A. A. and S. Mathews. 1984, Prediction of the storage potential of onion seed under commercial storage conditions *Seed Science and Technology*. The Netherlands. (Vol. 12). p. 641-647.
- Ramírez, D. A. 1990. *Contabilidad Administrativa*. Tercera Edición. Edit. McGraw Hill. México, D. F. p-10-30.
- Reyes, P. E. C. 1975 *Contabilidad de Costos*. Séptima Edición. Edit. Limusa. Mexico. p. 9-50
- Ruiz, E. F. 1996. Potencial de Pruebas de Calidad para Calificar Vigor de Semillas de chile (*Capsicum annum L.*) y Jitomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*). Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Programa de Graduados Buenavista, Coahuila, México. 90 p.
- Sayers, R. 1982 Pruebas de Germinacion y Vigor. Memorias del Curso de Actualizacion sobre Tecnología de Semillas. UAAAN-AMSAC. p. 65. Buenavista, Coahuila, México.
- Schmitt-Grob R. 1984 World survey of germination methods used by ISTA stations *Seed Science and Technology* 12, 135-164. USA.
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). 1998. Normas para la certificación de semillas. Dirección General de Agricultura. SARH. México, D. F.
- Tijerina, M. A. 1980. Primer Seminario de Semillas Mejoradas en México. Centro de Ecodesarrollo. México. p. 39-60.
- Thomson, J. R. 1979. *An Introduction to Seed Technology*. Edit. Leonard Hill. Edimburgh, Scotland. p. 2, 198, 209
- Thuesen, H. G.; W. J. Fabrycky y G. J. Thuesen. 1974. *Economía del Proyecto en Ingeniería*. Cuarta Edición. Edit. Prentice/Hall Internacional. p.74-300. México, D. F.
- Townsend C. E. 1979 *Breeding Milkvetch for Improved Seedling Emergence* *Crop Sci.* USA. p. 19 613-619.
- United States Departament of Agriculture (USDA) 1980. *Semillas, Manual para el Análisis de su Calidad*. Edit. Herrero, S. A. México.
- Valdez, F. R. H. 1996. Eficiencia y Costo de Ensayos de Calidad en Semillas de maíz (*Zea mays*) y trigo (*Triticum aestivum*). Tesis

Maestría. Programa de Graduados. UAAAN. Buenavista, Coahuila, México. 126 p.

VanderBury, W. J; Bekendam, A. VanGeffen and M. Heuver. 1983. Project Seed Laboratory 2000 - 5000 Seed Sci. and Technol. Vol 11. The Netherlands. p. 11:160-300