

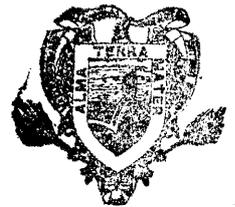
EFICIENCIA Y COSTO DE ENSAYOS DE CALIDAD
EN SEMILLAS DE MAIZ (*Zea Mays*) Y
TRIGO (*Triticum aestivum*)

ROSA HELIA VALDEZ FLORES

T E S I S

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

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS
Buenavista, Saltillo, Coah.
JUNIO DE 1996

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar
al grado de

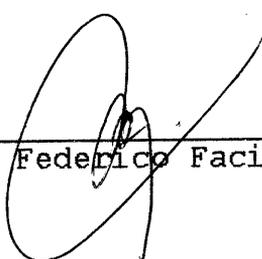
MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS

COMITE PARTICULAR

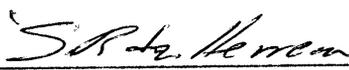
Asesor Principal:


M.S. Leticia A. Bustamante García

Asesor:


M.C. Federico Facio Parra

Asesor:


Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"


Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez
Subdirector de Postgrado



BIBLIOTECA

Buenavista, Saltillo, Coahuila. junio de 1996.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por apoyar económicamente el desarrollo de mis estudios de maestría.

A todo el personal del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas (CCDTS), por su gran esfuerzo y dedicación en la formación de recursos humanos en esta importante área.

A Sandra y Alejandra por su apoyo en el desarrollo de la presente investigación.

A mis amigos de Fitomejoramiento Cristina, Ernesto, Martín, Armando, Santos y Bernardo a mis compañeros y amigos de generación Francisco, Teodoro, Héctor, Patricia y Juan José por su amistad.

A mis asesores M.C Federico Facio y Dr. Sergio Rodríguez por su disponibilidad y entrega en el desarrollo del presente trabajo.

A los amigos de semillas en especial a Adriana Avendaño, Martín Quintana, José Angel, Jovita, Salvador, Jorge Resendiz.

A la M.S. Leticia A. Bustamante por su amistad, su confianza, su trabajo y por compartir las emociones en de este trabajo.

A mis padres Roberto y Matilde, a la abuelita Esperanza, a los tíos Roberto, Ana, Gerardo y Patricia, Pablo y Lariza, Alicia y Raúl y a mis sobrinos Lizet, Wendy y Raúl. No hay palabras para agradecer su ayuda.

A mi Alma Terra Mater por abrigarme nuevamente en sus aulas.

A Dios por su amor infinito.

DEDICATORIA

Con amor para:

Juanito y Chuy Rojas Valdez

Por ser Agrónomos, Veterinarios, Químicos,
Biólogos, Médicos, Arquitectos, Psicólogos, Licenciados,
Artistas, por entender el mensaje de las semillas y por
ser mis niños de oro.

A mi esposo:

Juan Ignacio Rojas Celestino por su amor y
su apoyo para lograr esta meta.

A mis padres:

Roberto Valdez Dávila
Matilde Flores de Valdez

COMPENDIO

Eficiencia y Costo de Ensayos de Semilla en Maíz (*Zea mays*)
y Trigo (*Triticum aestivum*).

POR

ROSA HELIA VALDEZ FLORES

MAESTRIA EN
TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNIO DE 1996

M.S. Leticia A. Bustamante García. -Asesor-

Palabras clave: semillas, maíz, trigo, ensayos y costos.

Con el fin de determinar el costo de ensayos de calidad para semillas de maíz y trigo, se sumaron los tiempos empleados en cada fase de los mismos para transformarlos en horas hombre, los resultados de calidad se analizaron en un diseño estadístico de bloques al azar para verificar su reproducibilidad y confiabilidad. Así mismo se compararon cámaras germinadoras de alta y baja

capacidad, para verificar la confiabilidad de éstas, y determinar el costo.

Los resultados estadísticos indican que las pruebas fueron reproducibles y confiables, en los ensayos evaluados, en lo referente a la prueba de germinación se utilizaron cámaras germinadoras diferentes, donde ambas fueron confiables. Los resultados de tiempo y costo se muestran en el cuadro siguiente.

Tiempo y costo de ensayos de calidad en maíz y trigo.

Ensayo	Maíz		Trigo	
	Tiempo (hr)	Costo (\$)	Tiempo (hr)	Costo (\$)
Pureza Física	15'	7.00	20'	8.00
D.O.S. *	16'	6.00	17'	6.00
Peso Volumético	3'	4.00	2'	4.00
Peso Mil Semillas	15'	13.00	20'	14.00
Humedad Estufa	4 hr 45'	17.00	4 hr 45'	17.00
Humedad Steinlite	3'	3.00	2'	3.00
Humedad Motomco	5'	5.00	5'	5.00
Germinación	1 hr 10'	29.00	50'	20.00
C.A.C				
Germinación	1 hr 10'	33.00	50'	23.00
C.B.C				
V.Tetrazolio	1hr	20.00	1 hr	20.00
E.Acelerado	25'	18.00	25'	15.00
Prueba Fría Suelo	1 hr 40'	32.00		
Prueba Fría Tacos	45'	23.00		
Longitud Plúmula			22'	16.00

* Determinación de otras semillas; germinación cámara de alta capacidad, cámara de baja capacidad; viavilidad con tetrazolio; envejecimiento acelerado.

ABSTRACT

Efficiency and Cost of Maize (Zea mays) and Wheat (Triticum aestivum) Seed Trials.

BY

ROSA HELIA VALDEZ FLORES

MASTER OF SCIENCE
SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, JUNE, 1996.

M.S. Leticia A. Bustamante García. - Advisor-

Key words: Seed, maize, wheat, trials and Cost.

In order to determinate the cost and quality of maize and wheat seed trials, the time speat for each trial step was transformed to day's wages, quality results were analyzed in a rendomized complete block design to verifi its reproductibility and confiability. In the same way both, high and low capacity germination chamber were

compared in order to verify its confiability and determinate the cost.

Statistic results show that the tests were reproducely and cofidely in the evaluated trials, about chambers germination, both high and low capacity were confidely for the standar germination test. The results of day's wages and cost are showed in the next table.

Time and cost of maize and wheat quality trials.

Trials	Maize		Wheat	
	Time (hr)	Cost (\$)	Time (hr)	Cost (\$)
Physical Purity	15'	7.00	20'	8.00
O.S.D. *	16'	6.00	17'	6.00
Volumetric Weight	3'	4.00	2'	4.00
Weight Thousand Seeds	15'	13.00	20'	14.00
Stove Moisture	4 hr 45'	17.00	45'	17.00
Steinlite Moisture	3'	3.00	2'	3.00
Motomco Moisture	5'	5.00	5'	5.00
Germination	1 hr 10'	29.00	50'	20.00
High Capacity Chamber Germination	1 hr 10'	33.00	50'	23.00
Low Capacity Chamber Germination				
Tetrazolio Viability	1hr	20.00	1 hr	20.00
Faster Grow Old	25'	18.00	25'	15.00
Soil Cold Test	1 hr 40'	32.00		
Tacos Cold Test	45'	23.00		
Seedling Large			22'	16.00

* Other seeds determination.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	xii
INTRODUCCION	1
Objetivos	4
Hipotesis	4
REVISION DE LITERATURA	6
Origen y Desarrollo del Ensayo de Semillas	6
El Laboratorio de Ensayo de Semillas ..	16
Areas del Laboratorio	16
Instalaciones Especiales	18
Planeación y Manejo	19
Analistas	20
Equipo de Laboratorio	21
Ensayos de Calidad de Semillas	24
Costos	29
MATERIALES Y METODOS	33
Ubicación del Sitio Experimental	33
Especies en Estudio	33
Experimento Uno. Preparación de la Muestra	35
Experimento Dos. Pruebas Físicas	36
Pureza Física	36
Determinación de Otras semillas.	38
Peso Volumétrico	38
Peso de Mil Semillas	39
Determinación de Humedad	39
Experimento Tres. Pruebas de Viabilidad	41
Ensayo de Germinación	41
Cámaras Germinadoras	42
Ensayo de Viabilidad con Tetrazolio	46
Experimento Cuatro. Pruebas de Vigor ..	50
Envejecimiento Acelerado	50
Prueba Fría de Vigor en Maíz ...	51

Evaluación de Crecimiento de Plántulas en Trigo	54
Costos	56
Análisis Estadístico	58
RESULTADOS Y DISCUSION	60
Calidad de Lotes y Reproducibilidad....	60
Experimento Uno. Preparación de la Muestra	61
Experimento Dos. Pruebas Físicas	61
Experimento Tres. Pruebas de Viabilidad	70
Experimento Cuatro. Pruebas de Vigor...	76
Tiempo y Costo de los Ensayos.....	82
Experimento Uno. Preparación de Muestra	83
Experimento Dos Pruebas Físicas.	84
Experimento Tres. Pruebas de Viabilidad	96
Experimento Cuatro. Pruebas de Vigor	108
CONCLUSIONES	117
RESUMEN	119
LITERATURA CITADA	121

INDICE DE CUADROS

Cuadros	Pagina
3.1 Lote de muestras de semilla de maíz utilizadas en la determinación de tiempo y costo de ensayos de rutina.....	34
3.2 Lote de muestras de semilla de trigo utilizadas en la determinación de tiempo y costo de ensayos de rutina.....	34
3.3 Prescripciones para la prueba de germinación (ISTA,1985).....	42
3.4 Categorías de teñido con 2, 3, 5, cloruro de trifenil tetrazolio en semillas de maíz para determinación de la viabilidad.....	48
3.5 Categorías de teñido con 2, 3, 5, cloruro de trifenil tetrazolio en semillas de trigo para determinación de la viabilidad.....	49
4.1 Media de repeticiones de pruebas físicas de calidad en semillas de maíz.....	63
4.2 Resultados de reproducibilidad (significancia estadística de repeticiones) de ensayos de calidad física practicados a lotes de semilla de maíz.....	67
4.3 Resultados de ensayos de calidad fisiológica practicados a lotes de semilla de maíz (media de tres repeticiones de prueba) y en cámaras germinadoras de diferente capacidad.....	72
4.4 Resultados de reproducibilidad (significancia estadística de repeticiones) de ensayos de calidad pertenecientes a pruebas de viabilidad	

fisiológica, practicadas a lotes de semilla de maíz en dos cámaras germinadoras de diferente capacidad.....	74
4.5 Resultados de reproducibilidad en comparación de cámaras germinadoras en el ensayo de germinación estándar en lotes de semilla de maíz y trigo.....	76
4.6 Resultados de ensayos de vigor (media de tres repeticiones de prueba) practicadas a lotes de semilla de maíz.....	78
4.7 Media de repeticiones de pruebas físicas de calidad en semillas de trigo.....	63
4.8 Resultados de reproducibilidad (significancia estadística de repeticiones) de ensayos de calidad física practicados a lotes de semilla de trigo.....	67
4.9 Resultados de ensayos de calidad fisiológica, practicados a lotes de semilla de trigo (media de tres repeticiones de prueba) y en cámaras germinadoras de diferente capacidad.....	73
4.10 Resultados de reproducibilidad (significancia estadística de repeticiones) de ensayos de calidad pertenecientes a pruebas de viabilidad fisiológica, practicadas a lotes de semilla de trigo en dos cámaras germinadoras de diferente capacidad.....	75
4.11 Resultados de ensayos de vigor (media de tres repeticiones de prueba) practicadas a lotes de semilla de trigo.....	79
4.12 Resultados de reproducibilidad (significancia estadística de la repeticiones) de ensayos de calidad pertenecientes a pruebas de vigor practicadas a lotes de semilla de maíz.....	81
4.13 Resultados de reproducibilidad (significancia estadística de la repeticiones) de ensayos de calidad pertenecientes a pruebas de vigor practicadas a lotes de semilla de trigo.....	82

4.14	Determinación de costo del ensayo pureza física en maíz.....	86
4.15	Determinación de costo del ensayo pureza física en trigo.....	87
4.16	Determinación de costo del ensayo determinación de otros cultivos en maíz.....	89
4.17	Determinación de costo del ensayo determinación de otras semillas en trigo.....	90
4.18	Determinación de costo del ensayo peso volumétrico en maíz	91
4.19	Determinación de costo del ensayo peso volumétrico en trigo.....	92
4.20	Determinación de costo del ensayo peso de mil semillas en maíz.....	94
4.21	Determinación de costo del ensayo peso de mil semillas en trigo.....	95
4.22	Determinación de costo del ensayo contenido de humedad en la estufa en maíz.....	97
4.23	Determinación de costo del ensayo contenido de humedad en Steinlite en maíz.....	98
4.24	Determinación de costo del ensayo contenido de humedad en Motomco en maíz	99
4.25	Determinación de costo del ensayo contenido de humedad en la estufa en trigo.....	100
4.26	Determinación de costo del ensayo contenido de humedad en Steinlite en trigo.....	101
4.27	Determinación de costo del ensayo contenido de humedad en Motomco en trigo.....	102
4.28	Determinación de costo del ensayo germinación estándar en cámara de alta capacidad en maíz....	104
4.29	Determinación de costo del ensayo germinación estándar en cámara de baja capacidad en maíz....	105

4.30	Determinación de costo del ensayo germinación estándar en cámara de alta capacidad en trigo...	106
4.31	Determinación de costo del ensayo germinación estándar en cámara de baja capacidad en trigo ..	107
4.32	Determinación de costo del ensayo viabilidad con tetrazolio en maíz.....	109
4.33	Determinación de costo del ensayo viabilidad con tetrazolio en trigo.....	110
4.34	Determinación de costo del ensayo envejecimiento acelerado en maíz.....	112
4.35	Determinación de costo del ensayo de prueba fría en suelo en maíz.....	113
4.36	determinación de costo del ensayo de prueba fría en tacos en maíz.....	114
4.37	Determinación de costo del ensayo de envejecimiento acelerado en trigo.....	115
4.38	Determinación de costo del ensayo de longitud de plúmula en trigo.....	116
4.39	Tiempo y costo de ensayos de calidad en maíz y trigo.....	85

INTRODUCCION

En la agricultura de todos los tiempos, gran parte del éxito productivo de un cultivo comercial fundamentalmente depende del uso de semilla de alta calidad. De aquí la importancia de evaluar constantemente la calidad de la semilla mediante ensayos de laboratorio, para asegurar que los lotes disponibles a la venta reúnan los niveles de calidad establecidos en los programas de control y aseguramiento de calidad.

En el pasado la venta de semilla de muy baja calidad y el abuso en la adulteración de la misma, estimuló en varios países al estudio de las semillas y por consiguiente al establecimiento de laboratorios donde pudieran ser analizadas. La primera estación de ensayo de semillas fue establecida en Tharand Sajonia, Alemania en 1869, bajo la dirección de Friedrich Nobbe (Thomson, 1979 y USDA, 1984).

En México la evaluación de la calidad de semillas

data del tiempo de la Comisión Nacional del Maíz (1947), y posteriormente al aprobarse la Ley de Semillas en (1961) se crea el Sistema Nacional de Producción y Certificación de Semillas, y se opera un laboratorio oficial de certificación así como uno en la Productora Nacional de Semillas (antes Comisión Nacional del Maíz), llegándose a operar más de ocho laboratorios para los años 60's (Badillo, 1981).

En la década de los 80's las empresas de semillas de la iniciativa privada dan atención especial a esta herramienta en sus programas de producción, implementando o fortaleciendo sus laboratorios y por lo tanto el programa de control de calidad (Balderas, 1985). Así mismo algunas Universidades de educación agrícola superior fortalecen la enseñanza en tecnología de semillas, estableciéndose centros de excelencia para la investigación, docencia y capacitación de la disciplina de tecnología de semillas, implementándose para ello laboratorios de ensayo de semillas para el apoyo a esta actividad.

Desde su creación dentro del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el laboratorio

de ensayo de semillas ha venido dando servicio de análisis a las diferentes secciones del Departamento, así como a otros Departamentos dentro de la Universidad, al sector oficial (Servicio de Certificación), empresas privadas y agricultores de la región.

Teniendo en cuenta que la semilla mejorada es un importante insumo en la producción de cultivos es indispensable asegurar los niveles de calidad mínimos que garanticen una alta producción. Para ello la calidad de las semillas debe ser evaluada por métodos estandarizados y de acuerdo a Reglas de Análisis de Semillas como metodología oficiales seguidas en el comercio de éstas.

Actualmente la demanda de este servicio ha ido en aumento, dado las recientes modificaciones a la Ley de Semillas donde se regula el libre comercio de semillas únicamente mediante el etiquetado con la información de su calidad. Esto lleva a la necesidad de ofrecer dicho servicio en forma más sistemática y rutinaria, debiendo ofrecerse además el servicio con responsabilidad y confiabilidad. Esto trae además la necesidad de determinar el costo de estos ensayos, así como su confiabilidad respecto a las facilidades existentes en este laboratorio y

a la capacitación que actualmente tienen los analistas del mismo. Así mismo la Ley de Semillas de 1991 dentro del Capítulo II en su Artículo 11 fracción I, crea la necesidad y abre la oportunidad para ofrecer un servicio de análisis legal hacia productores y vendedores de semillas, así como al agricultor, por parte de laboratorios acreditados, sea de empresas, Universidades o privados. Esto lleva a plantear el presente trabajo para el cual se han establecido los siguientes objetivos e hipótesis:

Objetivos

Conocer el tiempo, costo y confiabilidad de los ensayos de semillas en las pruebas de rutina.

En la prueba de germinación, evaluar dos cámaras de germinación para tiempo, costo y confiabilidad.

Avalar la confiabilidad de las metodologías en base a la reproducibilidad de resultados dentro del laboratorio.

Hipótesis

Para cada prueba en el ensayo de semillas existe un tiempo mínimo y máximo de realización y un costo mínimo real.

La alternativa de uso de una cámara germinadora de baja capacidad es tan confiable como una cámara germinadora de alta capacidad.

La reproducibilidad de los ensayos dentro del laboratorio es base de la confiabilidad y depende del equipo, manejo del ensayo y entrenamiento del analista.

REVISION DE LITERATURA

Origen y Desarrollo del Ensayo de Semillas

La semilla representa uno de los mas valiosos patrimonios de la humanidad; por ella, la naturaleza se renueva cíclicamente con nuevas modalidades, y las poblaciones biológicas se amplían en su diversidad. Las leyes de la herencia enunciadas por Mendel fueron aplicadas intuitivamente por los agricultores desde los tiempos prehistóricos para el mejoramiento de sus cultivos y de sus animales; de este modo el arte antecedió a la ciencia (Alvarez, 1980).

Con el surgimiento de la agricultura, el hombre fija su atención en las semillas útiles y a través de uno de los más notables ejemplos de voluntad, tenacidad, observación, inteligencia e intuición transformó a las especies primitivas en las plantas cultivadas que conocemos en la actualidad (Alvarez, 1980).

Sin embargo, a pesar de las evidencias de la atención tan especial que se ha puesto siempre a las semillas, no hay ninguna en relación a la calidad en los tiempos antiguos. El estudio de la semilla y la evaluación de sus propiedades para propósito de siembra basados en puntos de vista botánico y científico no se inician sino hasta el siglo XIX (USDA, 1980 y USDA, 1965).

Esta falta de conocimientos de la calidad de las semillas originó fraudes al adulterar las semillas para obtener ganancias rápidas. La primera ley de semillas que se conoce fue expedida en la república de Berna, Suiza el 2 de abril de 1815 (USDA, 1980). La calidad dudosa de las semillas en el comercio y el continuo fraude por mala calidad, motivó a otros países a tomar acciones en la regulación de la venta de semillas, como sucedió en Inglaterra en 1869 (USDA, 1980). En este mismo año, se estableció la primera estación para análisis de semillas en Tharand Sajonia, Alemania; bajo la dirección de Friedrich Nobbe, y casi a la par en 1871, E. Moller Holst, estableció en Copenhaguen, Dinamarca una estación privada para análisis de semillas (USDA, 1980 y Thomson, 1979).

El primer Congreso Botánico se llevó a cabo en Viena, Austria en 1905 y dentro de éste se planea formar una organización para uniformizar normas y reglamentos para el ensayo de semillas en Europa. Así el Primer Congreso de Análisis de Semillas, se realizó en 1906 en Hamburgo, Alemania continuándose estos en 1910, 1921 y fue en el Congreso de 1924 cuando se constituye la Asociación Internacional para el Ensayo de Semillas (ISTA), surgiendo así las primeras reglas para el comercio internacional de semillas, donde se plantea que las muestras de un mismo lote de semillas deben dar resultados reproducibles entre los analistas de un mismo laboratorio, así como entre laboratorios, utilizando siempre la misma metodología (Thomson, 1979).

Por otro lado en Estados Unidos se crea la primera ley tendiente a regular la venta de semilla en 1821. Y es en 1876 cuando E.H. Jenkins establece el primer laboratorio de semillas bajo la dirección del Profesor Nobbe, establecido en la estación experimental de Connecticut. Ya en 1897 surgen las primeras Reglas para las pruebas de semillas, publicadas en la circular número 34 de la Oficina de Estaciones Experimentales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, bajo el título de

"Reglas e Instrumentos para Pruebas de Semillas", desde entonces ha habido numerosas revisiones y mejoras en las reglas, habiendo publicado algunas de ellas el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y otras la Asociación de Analistas Oficiales de Semillas (AOSA). (McDonald, 1993, USDA, 1965 y USDA, 1980).

En 1904 se revisan las reglas, y se hacen importantes modificaciones en la metodología para la obtención de muestras, teniendo como base que los resultados de los análisis de una muestra deben ser representativos para todo un lote de semillas; también se hacen más precisos los análisis de pureza y en germinación estándar, se mencionan ya las condiciones de prueba de varias especies de semillas agrícolas y hortícolas (USDA, 1980). La Asociación de Analistas Oficiales de Semillas (AOSA), se constituyó en 1908 y a la par se organizan metodología más uniformes para pruebas de semillas (USDA, 1980). El laboratorio federal dio impulso a este movimiento, estableciendo en cooperación con los estados, varios laboratorios y para 1930 cuarenta y cuatro estados operaban ya laboratorios de análisis (USDA, 1980).

En México de manera indirecta se inicia la valoración de la calidad de semilla, en 1907, con la fundación de la Estación Experimental Agrícola Central de San Jacinto, en México, D.F. al siguiente año se crean estaciones similares en Tabasco, San Luis Potosí y Oaxaca, con el objetivo de mejorar los métodos de producción; así surge en 1933 el Departamento de Campos Experimentales (Badillo, 1981 y García, 1985). Y no es hasta los años 40's que se comenzó la investigación agrícola ordenada y continua, para la formación de variedades mejoradas con la Oficina de Estudios Especiales creada a través de un convenio entre la Fundación Rockefeller y el gobierno de México en 1943 y la cual pasa a ser el Instituto de Investigaciones Agrícolas en 1946. Posteriormente en diciembre de 1960 por decreto presidencial se constituye en Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), siendo dentro de este organismo donde se forma el primer híbrido de maíz en 1947 y en años posteriores variedades de trigo y frijol (Badillo, 1981 y Celis, 1985).

Posteriormente se consideró necesario promover y fomentar el uso de semilla mejorada de todo tipo de cultivo, así como mantener la más alta pureza genética y calidad de semilla por lo que se consideró importante

dedicar organismos especiales a la multiplicación y distribución de semillas mejoradas (Badillo, 1981). Esto propició la producción de semilla mejorada en México, instituyéndose por primera vez de manera integral y programada con la creación de la Comisión del Maíz, en 1947, con el objetivo de multiplicar, promover y fomentar el uso de semilla mejorada de maíz que posteriormente se diversificó a otros cultivos como trigo, arroz y frijol (Tijerina, 1980).

Mas tarde como Comisión Nacional del Maíz en el periodo de 1950-1958 se construyeron plantas de beneficio y almacenes regionales, así como un laboratorio de análisis en la ciudad de México y que actualmente corresponde al laboratorio central de certificación. Así mismo en 1958 se creó el Comité para la Producción y Distribución de Semillas Mejoradas (García, 1985 y Badillo, 1981). Y en 1959 la Fundación Rockefeller y el gobierno de México establecen un laboratorio de semillas en el laboratorio de Biología de la Universidad Autónoma de Chapingo (Badillo, 1981). Ya para 1960 se cuenta con catorce plantas de beneficio en operación y trece campos de multiplicación de semillas para siembra (García, 1985 y Badillo, 1981).

Respecto a la certificación de semillas en México, el Departamento de Extensión Agrícola de la Dirección General de Agricultura, a través de su sección de cultivos básicos y con base a normas incipientes de certificación (no legales), inicia la "certificación de semillas" de las variedades mejoradas de trigo, algodón y algunos otros cultivos, en 1954 (García, 1985).

Dada la iniciativa de una Ley de Semillas ésta se aprueba en 1961 como Ley de Producción, Certificación y Comercio de Semillas, la que declara, la producción y comercio de semillas como una actividad de utilidad pública, definiéndose el Sistema Nacional de Semillas que dio origen por decreto al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), a la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), al Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y al Registro Nacional de Variedades de Plantas (RNVP) (Carballo, 1985 y Badillo, 1981).

Con la creación de la Productora Nacional de Semillas (PRONASE) se establece un laboratorio central de análisis de semillas en la ciudad de México, y posteriormente se instalan laboratorios en cada una de las

plantas de beneficio, llegándose a contar con un laboratorio de análisis de semillas por estado (Badillo, 1981).

Por otro lado, el único organismo encargado de la certificación de semillas, es el SNICS dependiente de la Dirección General de Agricultura, con nivel de subdirección y constituido por los departamentos técnicos, el Comité Calificador de Variedades de Plantas (CCVP) y los laboratorios, teniendo el Comité Calificador tres secciones: Registro Nacional de Variedades de Plantas (RNVP), evaluación de semillas y sección de importaciones y exportaciones. El SNICS ha operado delegaciones en las principales regiones agrícolas del país, contando cada una con laboratorio de análisis (Badillo, 1981).

Las variedades mexicanas de trigo fueron el factor predominante en la llamada "Revolución Verde" y contribuyeron a lograr producciones abundantes de alimentos en regiones tradicionalmente deficitarias como la India, Pakistán y otros países del oriente (Alvarez, 1980; Paredes, 1985 y Balderas 1985). Así los agricultores del Noroeste de México efectuaron, en 1963, los primeros envíos importantes de semillas de trigo a India, Pakistán,

Colombia, Ecuador y Estados Unidos (Mondragón y Ebner, 1980).

En 1968, se constituye la Asociación Mexicana de Productores de Semillas para siembra, A.C., posteriormente Asociación Mexicana de Semilleros, A.C. en 1971, constituida por varias categorías de socios. Con un registro para 1981, de treinta y ocho compañías particulares que producen, benefician y comercializan semillas mejoradas, entre las que se encuentran empresas mexicanas, empresas con capital mixto y filiales de compañías internacionales (Badillo, 1981).

En la década de los 70's algunas instituciones de educación agrícola superior enfatizan la necesidad de educación y capacitación en el área de la producción de semillas mejoradas (Balderas, 1985), de esta manera se fortalecen programas de investigación agrícola y se crean nuevos campos de especialización, haciendo hincapié en la nula existencia de la importante especialidad de "Tecnología de Semillas" en las escuelas de educación superior (Alvarez, 1980).

Aunado a esto, León (1980), asegura que por cada 100 técnicos que han recibido entrenamiento sobre mejoramiento genético de plantas, difícilmente podemos contar con tres personas que hayan recibido entrenamiento sobre tecnología de semillas, y en la mayoría de los casos se trata de cursos cortos o programas intensivos de capacitación.

Por ello a través de un convenio de cooperación técnica entre la PRONASE, la SARH y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (U.A.A.A.N.) se crea en 1978 el Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (C.C.D.T.S) con sede en la propia Universidad (León, 1980).

El 15 de julio de 1991 el Diario Oficial publica la Ley Sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas, como modificación a la Ley del 22 de diciembre de 1960, la Ley de 1991 nos dice dentro del Capítulo II, De la Investigación, Certificación, Verificación y Comercio de Semillas; en su Artículo 11 En la Inspección de Semillas, corresponde a la Secretaría: y la fracción I menciona: Certificar el origen y la calidad de las semillas que se ofrezcan en el comercio bajo la denominación "Certificadas"

y autoriza a personas del sector social y privado, para que puedan realizar dicha certificación, de acuerdo a las normas técnicas que expide o publique la Secretaría (Diario Oficial de la Federación, 1991).

El Laboratorio de Ensayo de Semillas

Areas del Laboratorio

VanderBury et al., (1983), establece algunas consideraciones al elaborar un proyecto de construcción de un laboratorio de ensayo de semillas. Entre estas considera: un máximo de espacio de trabajo en una construcción de espacio limitado; un eficiente y funcional proyecto; el movimiento lógico de las muestras a través del laboratorio; supervisión central; adecuada ventilación e iluminación; suministro suficiente de agua, concentración de coladeras para minimizar las tuberías, conexiones eléctricas suficientes y una construcción amplia y cómoda, que pueda permitir la extensión a futuro de alguna área con un costo moderado.

El proyecto debe incluir varias secciones dentro del laboratorio, así como la sección administrativa. Estas

secciones incluyen el área de recepción de la muestra que deberá tener una ubicación muy cercana al área de entrada; siendo su principal función el registro de muestras recibidas (VanderBury et al., 1983).

La oficina administrativa, puede quedar enseguida del área anterior, pero ubicada estratégicamente para facilitar la supervisión central hacia todas las áreas del laboratorio, a través de un vitral en sus cuatro muros. Su ubicación no debe perturbar el movimiento secuencial de las muestras a las distintas áreas del laboratorio (VanderBury et al., 1983).

En el área de pruebas físicas se determinan la pureza, peso y contenido de humedad de las semillas, así mismo se puede realizar la prueba de tetrazolio. Esta área debe ser con exposición norte y ventanales de cuadros grandes aproximadamente 60 X 60 centímetros para permitir la mayor cantidad de luz natural y no formar sombras con su cuerpo o con las manos al analizar las muestras, y de ser posible que los ventanales den a un jardín verde, lo que mejora la calidad de luz (VanderBury et al., 1983).

En el área de germinación se sitúan las germinadoras o cuartos germinadores, los contenedores de suelo y la sección de limpieza, así como las mesas de trabajo para el establecimiento de estas pruebas. Dependiendo de las dimensiones del cuarto germinador del número de muestras y las especies analizadas por el laboratorio (VanderBury et al., 1983).

El área de almacén de muestras debe contar con estantería suficiente que permita almacenar por un año las muestras de semillas analizadas y ser fresco (VanderBury et al., 1983).

Instalaciones Especiales

La FAO, 1983 coincide con VanderBury, et al. 1983, al mencionar las instalaciones especiales en el área de pureza. Así mismo el equipo eléctrico como balanzas, germinadoras y determinadoras de humedad requieren de un voltaje estable. Los contactos eléctricos deben estar localizados accesiblemente para su uso y ser suficientes en cada área.

En el área de pruebas físicas debe haber una mesa fija de superficie lisa, bien nivelada y preferentemente de granito o concreto para eficientar el uso de las balanzas principalmente las de tipo analítica. Dentro de esta misma área, instalar un extractor para eliminar el polvo y el insecticida de la semilla tratada durante su homogeneización (VanderBury et al. 1983 y Moreno 1984).

Planeación y Manejo

Así mismo VanderBury, et al., 1983 señala respecto a la planeación y manejo del laboratorio, que el área de recepción registra las muestras indicando las pruebas requeridas, llenando las formas de análisis para cada prueba, tomando nota de irregularidades en la muestra o su identificación pasándolas posteriormente al área administrativa.

La administración central revisa los datos de las muestras así como las pruebas a realizar y las distribuye a cada área, para las pruebas correspondientes. Terminadas las pruebas las muestras regresan a la administración central donde los resultados son checados en tablas de tolerancias. Así mismo se asegura el registro, la

transcripción y la oportuna entrega de los resultados garantizando un buen servicio (VanderBury et al., 1983).

De cada una de las muestras se guarda una pequeña cantidad como referencia y se almacena por un período de tiempo determinado, para una posible verificación, esta se empaqueta, pesa, sella y marca según es registrada (VanderBury et al., 1983).

Analistas

Moreno (1984); USDA (1984); Balkin y Suárez (1990) y VanderBury et al., (1983), coinciden en mencionar las características que debe reunir un analista de semillas. Todos enfatizan que los laboratorios deben contar con personal con entrenamiento de punta, ya que las pruebas de semillas requieren de analistas especializados en los distintos tipos de semillas y diversidad de pruebas. Es esencial que el personal tenga antecedentes científicos, es decir una preparación de nivel superior preferentemente en botánica o agronomía.

El número de analistas de un laboratorio depende del período en que se llevan las muestras, el tipo de

semillas, el número de análisis requeridos y la experiencia del personal. Para un laboratorio que realiza 2000 muestras en un año se requieren de cuatro analistas entrenados y uno de ellos puede encargarse de la administración. En cambio en un laboratorio con una carga de 5000 muestras al año, son necesarias siete personas entrenadas en pureza, humedad y germinación, una secretaria y un encargado. Dentro de cada área se puede designar un responsable que además de realizar análisis distribuye las muestras y colecta resultados (VanderBury et al., 1983).

Para determinar la carga de trabajo de un analista VanderBurg et al., (1983) determinó, para pureza y germinación, el número de muestras que puede hacer un analista entrenado, en un tiempo determinado, dependiendo de la especie de semilla. Así para algunos cereales, arroz y maíz en nueve horas hombre de harían veintiocho ensayos de pureza física, este ensayo en granos forrajeros y pastos difíciles, requiere de diecinueve horas hombre para realizar catorce ensayos. Mientras que para el ensayo de germinación, de una manera general se realizan veintiocho muestras por día de principio a fin.

Equipo de Laboratorio

Varios autores coinciden al enumerar el equipo mínimo indispensable para el buen funcionamiento de un laboratorio de análisis y para las pruebas oficiales de rutina. Entre ellos están los separadores o divisores manuales como el separador de suelo, que consta de una tolva con canales por donde fluye libremente la semilla y dos receptáculos recolectores, el separador Boerner que consta de una tolva con una compuerta en su base, un cono invertido y dentro de él una serie de canales desviadores que distribuyen la semilla uniformemente llevándola a dos tubos de salida para caer en los recipientes recolectores (USDA, 1965; FAO, 1983 y VanderBury et al., 1983).

Las bandejas para muestras son de diferentes tamaños, pero todas deben ser cónicas en un extremo a fin de que sirvan como embudo para vaciar las semillas y no deben tener ángulos agudos, superficie áspera o hendiduras en las que se puedan retener semillas pequeñas (USDA, 1965).

Son indispensables además una balanza de mesa de capacidad mínima de 1000 gramos y una precisión de 0.5 de gramo. También es necesaria una balanza analítica automática o de torsión con capacidad de 120 gramos y

precisión de 0.01 gramos (VanderBury *et al.*, 1983 y FAO, 1983).

Cuando se realizan análisis de pureza en días nublados es indispensable una lámpara de escritorio con tubos fluorescentes de luz de día, que poseen un brazo móvil con bisagras de unión y que mantiene la posición deseada por medio de resortes tensos (USDA, 1965 y FAO, 1983).

Para una correcta evaluación del ensayo de tetrazolio en semilla pequeña, se requiere de un estereoscopio con objetivos que den ampliaciones de 10x, 20x y 50x (Copeland y McDonal, 1985).

Los tableros contadores o sembradores para el ensayo de germinación constan de cincuenta o cien agujeros de la forma y tamaño general para cierto tipo de semilla; estos tienen un fondo fijo aproximadamente del tamaño del sustrato, su superficie es movable permitiendo que la semilla colocada en ellos caiga al orificio del fondo fijo (VanderBury *et al.*, 1983).

Respecto a la germinadora el modelo no tiene la mayor importancia, si esta reúne las condiciones de temperatura y humedad requeridas (USDA, 1980). Estas deben mantener su temperatura, en los grado establecidos, por medio de un termostato. Algunas de ellas tienen un sistema de ventilación por medio de abanicos además de contar con luz artificial que es requerida por algunas semillas (VanderBury *et al.*, 1983 y USDA, 1980).

Ensayos de Calidad de Semillas

Bould y Barnes (1984), establecen como objetivo principal del análisis de semillas, el discernir el valor de un lote de semilla comercial mediante una muestra representativa que se ensaya de acuerdo a factores o atributos de calidad y estándares establecidos.

Balkin y Suárez (1990), coinciden con USDA (1980), en afirmar que el éxito de un ensayo de semillas depende de facilidades adecuadas, personal entrenado, métodos uniformes y un programa de investigación que tienda al mejoramiento de los métodos y procedimientos existentes.

Uno de los objetivos de la ISTA (1985), es desarrollar, adoptar y publicar procedimientos y técnicas estandarizadas en muestreo y análisis de semillas y promover la aplicación uniforme de estos procedimientos. Y Como resultado de la estandarización de estos procedimientos en el ensayo de semillas y del establecimiento de criterios para evaluar los resultados de los diferentes ensayos, se ha logrado la uniformidad en los resultados dentro y entre laboratorios (Berkey, 1993). Como ejemplo se tiene el ensayo de germinación en el que la estandarización de los procedimientos, y el implementar criterios de evaluación de plántulas ha permitido el desarrollo de este ensayo y su reproducibilidad dentro y entre laboratorios (Sayers, 1982).

El contenido de humedad de las semillas es uno de los factores que mayormente influyen en la retención o pérdida de viabilidad de las semillas (FAO, 1983 y Moreno, 1984). Su determinación puede realizarse por el método de secado o métodos rápidos mediante aparatos eléctricos. El método del horno es el más uniforme y reproducible. El principio es remover el agua de la semilla por medio de condiciones controladas de temperatura dentro de un horno. Determinándose el contenido de humedad por la diferencia

de peso de la muestra (Moreno, 1984; FAO, 1983; ISTA, 1985 y USDA, 1984).

No obstante Moreno, (1984); USDA, (1984) y VanderBurg et al. (1983), coinciden en afirmar que el uso extenso de medidores eléctricos de humedad, permiten la determinación rápida del contenido de humedad de las semillas. Sin embargo el uso de estos aparatos eléctricos requiere una correcta calibración de acuerdo con el método estándar de humedad. Al respecto VanderBurg et al. (1983), estudiando lo anterior comenta que generalmente la lectura de los métodos rápidos es menos precisa que los resultados que se determinan por el método del horno y estos pueden dar resultados de 1-2 por ciento más altos.

El objetivo del análisis de pureza es determinar la composición de la muestra y por lo tanto la del lote; así como la identificación de las especies de semillas que se encuentran presentes y el porcentaje en peso de cada componente; es decir, semilla pura, semillas de otros cultivos, semillas de hierbas nocivas y comunes y materia inerte (Everson, 1985; Moreno, 1984; Landenmark, 1979; ISTA, 1985 y FAO 1983). Y de acuerdo a las reglas de análisis de semillas (ISTA, 1985), la determinación de

otras semillas por número, tiene como objetivo estimar el número de semillas de otras especies diferentes a las nombradas por el vendedor, ya sea de otros cultivos o de especies consideradas como hierbas comunes o nocivas.

La determinación del peso de las semillas es un indicador más de la calidad. Y puede ser estimado en la determinación del peso volumétrico y el peso de mil semillas (USDA, 1984).

Dentro de los atributos de la calidad fisiológica la capacidad de germinación es la emergencia y desarrollo de las estructuras esenciales del embrión, a un punto que indican la habilidad para desarrollar una planta normal bajo condiciones favorables (ISTA, 1985). Para su determinación la prueba estándar de germinación se ha aceptado y se utiliza universalmente para determinar la calidad fisiológica de un lote de semillas; por lo que este ensayo se diseñó para medir el máximo potencial de viabilidad de las semillas (Sayers, 1982). Y este ensayo de calidad de la semilla es el criterio más convincente y usado para obtener información con respecto al valor de lotes de semilla (Thomson, 1979; Bustamante, 1982 y Ferguson, 1993).

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

Respecto a la determinación rápida de viabilidad Copeland y McDonal (1985), citan que el Cloruro 2,3,5 Trifenil Tetrazol es la sal más efectiva y confiable para medir este atributo desarrollado en los años 40's por George Lakon para medir viabilidad. Esta prueba es ampliamente utilizada en especies de semillas que presentan latencia y cuando se quiere conocer en forma rápida la condición de un lote de semilla, así como para determinar daños en el embrión por secado, heladas, microorganismos, daño mecánico y otros (Odiemah, 1987).

Perry (1973), define el vigor como una propiedad fisiológica determinada por el genotipo y modificada por el medio ambiente, el cual determina la habilidad de la semilla para una rápida emergencia en el campo y su capacidad para tolerar un amplio rango de condiciones

ambientales. Así mismo la influencia del vigor de la semilla puede repercutir a través de la vida de la planta y también puede afectar el rendimiento (Odiemah, 1987). El vigor es también definido como el potencial de las semillas para germinar en forma rápida y uniforme bajo condiciones adversas y óptimas (Copeland y McDonal, 1985). El Comité de Pruebas de Vigor de la ISTA (1979), uniformiza criterios, definiendo al vigor como la suma total de todas aquellas propiedades de la semilla, que determinan el valor potencial del lote de semillas durante la germinación y emergencia de la plántula (Perry, 1978 y AOSA, 1983). Hampton, (1993) menciona los siguientes requisitos para las pruebas de vigor; proveer más información de la calidad de la semilla que la prueba de germinación; ser continua; una práctica objetiva, rápida, simple y económica; y además reproducible e interpretable.

Costos

El costo de un producto o servicio es definido como el conjunto de esfuerzos y recursos que intervienen para obtener un bien (Reyes, 1975). El objetivo de determinar el costo unitario es valorizar el inventario de productos terminados y en proceso; para conocer el costo de los

artículos vendidos y determinar la utilidad del período y para tener base en la fijación de los precios de venta (Reyes, 1975).

Los factores del costo se dividen en dos grandes grupos: costos directos y costos indirectos. Los costos directos son aquellos que se pueden identificar plenamente ya sea en su aspecto físico o de valor como el caso de la mano de obra, y los costos indirectos son aquellos que no se pueden localizar en forma precisa en una unidad producida, o bien son absorbidos en la producción (Reyes, 1975 y Río, 1983).

Desde el punto de vista de la contabilidad de costos el interés primordial de un activo fijo, no lo constituye el bien material, considerándolo como un objeto básico, sino la capacidad potencial que lleva implícita, para producir artículos o suministrar un servicio, en realidad lo que se hace es adquirir capacidad de producción o servicio. A excepción de los edificios y terrenos en la mayoría de los costos la maquinaria y equipo suelen ser el punto más importante dentro del activo, precisamente por su alto valor, su intervención directa en la producción y por

su carácter representativo de su capacidad potencial (Rocha y González, 1974 y Río, 1993).

En lo referente a los activos indirectos, Rocha y González (1974), mencionan que estos son necesarios para la elaboración de un satisfactor que en el momento de incurrir en ellos no se identifican plenamente con la unidad de producción, o bien con algún departamento productivo, si no existe la departamentización los cargos indirectos se aplican a las unidades de producción. Los cargos indirectos, una vez prorrateados y adicionados al costo primo de una unidad de producción, constituyen el costo total de dicha unidad.

La cantidad total de mano de obra directa se obtiene del número de horas trabajadas por cada obrero multiplicado por la tasa salarial por hora, da como resultado la cantidad bruta del costo de mano de obra directa o indirecta para cada empleado que interviene en la producción de un artículo o servicio; que posteriormente se suman a los costos directos e indirectos ya también prorrateados, y su total nos da el costo del artículo o servicio (Backer, et al., 1985 y Anderson y Raiborn, 1995).

La definición del término depreciación literalmente significa demérito o baja de valor, pero desde el punto de vista de contabilidad depreciación es la pérdida gradual de la capacidad potencial de producción o de servicio que sufren los bienes de activo fijo tangible de trabajo y la recuperación, también gradual, del costo de dicha pérdida a través de los cargos al costo de producción o a los gastos de operación (Rocha y González, 1974). Ampliando lo anterior Portus, (1993) nos dice que la vida útil o duración probable de un activo, se determina con base a la experiencia y, tanto los expertos en esta materia como los fabricantes de equipos y maquinarias, señalan la vida útil de los activos y sobre estos datos se basa el cálculo de la depreciación. Backer et al. (1985) y Mata y Aguilera (1992), nos explican que la depreciación como procedimiento contable tiene por objeto distribuir el valor de los bienes durante su vida probable en forma radical. Este fenómeno de la depreciación incluye, la pérdida gradual de la capacidad potencial de producción o de servicio de los bienes y la recuperación gradual del costo de dicha pérdida de capacidad. La primera fase se refleja contablemente mediante abono a la depreciación acumulada y la segunda fase contablemente se refleja como cargos al costo de producción.

MATERIALES Y METODOS.

Ubicación del Sitio Experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de ensayo de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) ubicada en Buenavista, Saltillo, Coah., México.

Especies en Estudio

Maíz (*Zea mays*) y trigo (*Triticum aestivum*) fueron las especies que se utilizaron para la realización del estudio. Se ensayaron diez lotes de semilla comercial para cada especie; las muestras eran distintas entre si, por el híbrido o variedad, por el lote y por el ciclo o su año de producción. (Cuadros 3.1 y 3.2)

Cuadro 3.1.- Lotes de muestras de semilla de maíz utilizadas en la determinación de tiempo y costo de ensayos de rutina.

Número de Muestra	Variedad	Sitio de Producción	Número de Lote	Ciclo de Producción
1	C-343	Cd. Guzmán, Jal.	L-241416	O-I/'94
2	C-343	Jalisco	L-241431	O-I/'94
3	C-343	Lagos de M, Jal.	L-241446	P-V/'94
4	C-343	Jalisco	L-241452	P-V/'94
5	C-343	Cd. Guzmán, Jal.	L-241511	P-V/'94
6	H-135	Cortazar, Gto.	L-15	P-V/'92
7	H-311	Cortazar, Gto.	L-189	O-I/'92
8	H-220	Cortazar, Gto.	L-520	O-I/'93
9	Cafime	J.R.	L-33	P-V/'93
10	Ixtlahuaca	Toluca, Edo.Méx.	L-2863	P-V/'90

Cuadro 3.2.- Lotes de muestras de semilla de trigo utilizadas en la determinación de tiempo y costo de ensayos de rutina.

Número de Muestra	Variedad	Sitio de Producción	Número de Lote	Ciclo de Producción
1	Aconchi	El Bajío	Ey-115	O-I/'94
2	Saturno	Cortazar, Gto.	Ey-116	O-I/'94
3	Salamanca	Celaya, Gto.	Ey-116	O-I/'94
4	Oasis	Nuevo León	Es-1117	O-I/'86
5	Papago	Nuevo León	Es-0024	O-I/'86
6	Rayón	Nuevo León	Es-0289	O-I/'89
7	Altar	Nuevo León	C-84	O-I/'94
8	Salamanca	Arteaga, Coah.	AS-08	O-I/'93
9	Temporalera	Cortazar, Gto.	M-2	O-I/'94
10	Zacatecas	Cortazar, Gto.	VT-74	O-I/'94

Experimento Uno. Preparación de la Muestra

Registro.

Todas las muestras fueron identificadas mediante una etiqueta tipo, que contenía la mayor información referente a la muestra. Así, además de los datos reales correspondientes a cada muestra, se les asignó aquella información que es útil durante su manejo y para propósitos de tomar el tiempo de registro y elaboración de reportes. Enseguida se procedió a su registro, para ello se le abrió a cada muestra un formato o tarjeta de análisis para toma de datos. En esta se anotó la información necesaria y proveniente de las etiquetas de identificación; al mismo tiempo se dio un número de control, toda esta operación se repitió tres veces y de igual forma se tomó el tiempo de las variables correspondientes.

Variables evaluadas.

Tiempo de verificación de información de la muestra.

Tiempo de registro.

Experimento Dos. Pruebas Físicas

Pureza Física

Para determinar la composición de un lote, la muestra de laboratorio se homogeneizó para distribuir uniformemente sus componentes, para ello se pasó tres veces por el homogeneizador tipo Boerner, donde la muestra de la última pasada se redujo pasando nuevamente por el homogeneizador y eliminando una charola consecutivamente hasta reducir al tamaño prescrito para el análisis de pureza, que fue de 120 gramos para trigo y 900 gramos para maíz. En esta muestra de trabajo se cuantificó porcentualmente la materia inerte, semillas de otros cultivos, semillas de malezas y semilla pura, para ello se pesaron cada uno de estos componentes a una precisión de 0.1 y 0.0 gramos para trigo y maíz respectivamente. El porcentaje en peso se calculó de acuerdo al peso del componente entre el peso de la muestra multiplicado por cien y se reportó con un decimal para ambas especies.

Se registraron los nombres científicos de las semillas de otros cultivos y las de malezas, así como la clase de materia inerte. Cada uno de los componentes fue

pesado para determinar posteriormente el porcentaje, siendo la suma de estos cien (ISTA, 1985).

VARIABLES EVALUADAS

Semilla pura. Semillas de otros cultivares o clases que no excedan del cinco por ciento del total; en el caso del trigo semillas con cariopside; semilla pequeña chupada e inmadura; semillas rotas o dañadas por insectos en un cuarto de su tamaño, semillas quebradas pero mayores de la mitad.

Semillas de otros cultivos. Semillas de otras especies cultivadas.

Semillas de malezas.- Aquellas semillas clasificadas como tales para esta región.

Materia inerte. Semillas quebradas o dañadas por insectos en tres cuartas partes de su tamaño; glumas o florecillas vacías, en el caso del trigo; toda materia extraña que no sea semilla.

Tiempo de obtención de la muestra de trabajo.

Tiempo de separación de componentes, pesado y registro de datos.

Tiempo de cálculo de resultados.

Determinación de Otras Semillas

Siguiendo la metodología de la ISTA, (1985) para esta determinación se examinó la muestra de envío total, determinándose por número las semillas de otros cultivos y las semillas de malezas e identificándose sus especies, los resultados se reportaron en número de semillas por Kilogramo.

VARIABLES EVALUADAS.

Semillas de otros cultivos (número/Kilogramo).

Semillas de maleza (número/Kilogramo).

Tiempo de operación del análisis.

Tiempo de registro de datos.

Peso Volumétrico

Para determinar el peso volumétrico de las semillas de ambas especies se utilizó la balanza de peso directo de tipo Ohaus, reportándose el resultado en Kilogramos por Hectolitro.

VARIABLES EVALUADAS.

Peso volumétrico en Kilogramo/Hectolitro.

Tiempo de operación y registro de datos.

Peso de Mil Semillas

De la muestra de semilla pura se contaron ocho repeticiones de cien semillas, las cuales fueron pesadas y de estas ocho observaciones se calculó el coeficiente de variación, el cual cuando no excedió a cuatro (ISTA 1985), se dio por confiable y se calculó el peso de mil semillas multiplicando la media de las ocho repeticiones por diez, el resultado se reportó en gramos.

Variables evaluadas

Peso de mil semillas (gramos).

Tiempo de conteo de repeticiones.

Tiempo de pesado de las repeticiones y registro de datos.

Cálculo de resultados.

Determinación de Humedad

El contenido de humedad de las semillas fue determinado por tres métodos distintos.

Una de las técnicas usadas fue el método directo de secado en la estufa, (ISTA, 1985), y consistió en secar una cantidad de semilla de peso conocido a la temperatura indicada en tablas (ISTA, 1985) según la especie, en el caso de maíz y trigo fue de 130°C por dos horas en una estufa de temperatura controlada. Posteriormente por diferencia de peso se obtuvo el contenido de humedad de las semillas, checándose las dos repeticiones de prueba para una tolerancia de 0.2 por ciento y se reportó el promedio de estas.

$$CH(\%) = (PSH - PSS/PSH)100$$

Donde:

CH(%)	Contenido de humedad en por ciento.
PSH	Peso de la semilla húmeda.
PSS	Peso de la semilla seca.

Otra determinación fue hecha en un medidor eléctrico de lectura directa marca Steinlite modelo SS-250 Este determina el contenido de humedad de la semillas, empleando para ello 250 gramos de muestra y su tiempo de operación es cuestión de segundos.

Así mismo el contenido de humedad fue determinado por el aparato eléctrico Motomco modelo 919 de lectura de tablas el cual utiliza para su determinación 250 gramos de muestra, y requiere de la corrección de la temperatura.

Variables evaluadas.

Contenido de Humedad de las semillas (por ciento).

Tiempo de pesado de las muestras.

Tiempo de operación.

Tiempo de registro de datos.

Tiempo de cálculo de resultados.

Experimento Tres. Pruebas de Viabilidad

Ensayo de Germinación

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

A fin de proveer humedad y sostén a las semillas se utilizó como sustrato papel secante tipo anchor, con el método entre papel. En la siembra se utilizaron sembradores

perforados de tipo manual, según el tamaño de las semillas, en este caso de maíz y trigo. Se hicieron cuatro repeticiones de cien semillas para una repetición de prueba en trigo y en maíz ocho repeticiones de cincuenta semillas también para una repetición de prueba.

Los tacos de cada muestra se colocaron dentro de una bolsa de polietileno, para conservar la humedad, las cuales se perforaron en sus extremos de la base para evitar excesos de agua y favorecer la aireación. Las semillas sembradas de esta manera se colocaron en las cámaras de germinación que se evaluaron, a las condiciones de temperatura y luz correspondientes a cada una. En el cuadro 3.3 se indican las temperaturas y tiempo de duración de la prueba.

Cuadro 3.3.- Prescripciones para las pruebas de germinación (ISTA, 1985).

Especie	Sustrato	Temperatura	1° Conteo	2° Conteo
		°C	Días	Días
Maíz	E.P.*	25	4	7
Trigo	E.P.	20	4	8

* Entre Papel.

Cámaras Germinadoras

Se utilizaron dos cámaras germinadoras de diferente capacidad como alternativas para evaluación de costos y confiabilidad.

La cámara germinadora de alta capacidad marca Hoffman de tamaño 2.0 X 0.7 X 1.0 metro, la cual estuvo a temperatura controlada para las especies en estudio, cuenta con luz artificial programada para ocho horas de luz y dieciséis horas de oscuridad proporcionada en forma automática al igual que la temperatura que se mantuvo constante según la prescripción y la ventilación continua que permite mantener la temperatura uniforme en todo el interior de la cámara.

La cámara germinadora de baja capacidad fabricada por Seedburo Equipment Company de dimensiones .62 X .65 X .43 metro con temperatura regulada mediante un termostato. Esta cámara consta de vidrio en toda la parte superior de la cámara, que permite la entrada de luz tanto natural y la artificial del laboratorio. Este tipo de cámara proporcionó un ambiente de alta humedad relativa durante todo el período de la prueba al no contar con ventilación y mantuvo la temperatura también de manera uniforme.

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 evitan 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 por cada "muñeca" o repetición y al final de la prueba, sumadas a las del segundo conteo representa la germinación normal.

Plántulas anormales.- Las plántulas anormales son 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 o desequilibradas así como las enfermas. Estas plántulas sólo son consideradas en el segundo conteo,

e igualmente contabilizadas por cada "muñeca" o 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.

Los resultados de la prueba se obtienen con el promedio de las cuatro repeticiones de cien semillas, se expresa como porcentaje de germinación y corresponde a las plántulas normales. Para un resultado confiable de germinación se checó el promedio en tablas de tolerancias, considerándose aceptable si la diferencia entre la repetición más alta y la menor no excede a la tolerancia permitida (ISTA, 1985 y Miles, 1963).

Reproducibilidad en cámaras.

Costo de la prueba en cada cámara.

Tiempo de preparación del sustrato.

Tiempo de siembra.

Tiempo de incubación.

Tiempo de evaluación.

Tiempo de cálculo de resultados y verificación.

Tiempo de reporte de resultados.

Ensayo de Viabilidad con Tetrazolio

De cada muestra en ambas especies se acondicionaron dos repeticiones de cien semillas, en agua a temperatura ambiente por doce horas. Posteriormente se lavaron con agua que corrió libremente y se disectaron de acuerdo al Manual de Ensayos de Tetrazolio (ISTA, 1985a), el cual indica para el caso de maíz, un corte longitudinal por la parte media de la semilla, que dejó en exposición la mitad del embrión, utilizándose sólo una de las mitades de la semilla para el teñido en la solución.

En el caso del trigo después del acondicionamiento y lavado, las semillas se disectaron longitudinalmente por la parte media de la semilla en tres cuartas partes de su tamaño, sin que se separe de su parte apical, este corte permitió la exposición de la mitad del embrión para su tinción y evaluación.

Posteriormente las semillas fueron colocadas en vasos de precipitado de 50 mililitros, conteniendo 10 mililitros de una solución de 2,3,5 cloruro de trifenil tetrazol al 0.5 y 1.0 por ciento para maíz y trigo respectivamente, estos recipientes se cubrieron totalmente

con papel aluminio y se colocaron en estufa a una temperatura de 35°C durante tres horas.

Las semillas después del proceso anterior fueron lavadas nuevamente, con agua que corrió libremente, dejándose en un poco de agua para que no se deshidraten antes de su evaluación; y en el caso del trigo se utilizó un estereoscopio para una mejor evaluación.

El porcentaje de viabilidad se obtuvo de la media de las categorías viables de teñido de las semillas con 2,3,5 cloruro de trifenil tetrazol que se indican en el Manual de Tetrazolio ISTA (1985a), cuadros 3.4 y 3.5.

VARIABLES EVALUADAS

Semillas viables (por ciento)

Semillas no viables (por ciento)

Tiempo de acondicionamiento

Tiempo de preparación del tetrazolio

Tiempo de disección

Tiempo de tinción

Tiempo de evaluación

Tiempo de cálculo de resultados

Cuadro 3.4.- Categorías de teñido con 2,3,5 cloruro de trifenil tetrazol en semillas de maíz para determinación de la viabilidad.

1).- Viable	Todo el embrión teñido de rojo brillante.
2).- Viable	Solamente las extremidades del escutelo sin teñir.
3).- Viable	Extremidades del escutelo sin teñir, así como otras áreas de la radícula que no son críticas para la viabilidad de la semilla.
4).- No viable	Área sin teñir donde se originan las raíces seminales.
5).- No viable	Plúmula y/o radícula sin teñir.
6).- No viable	Áreas sin teñir en el centro del escutelo y en la región de las raíces seminales.
7).- No viable	Parte baja del escutelo incluyendo la radícula y la región de las raíces seminales.
8).- No viable	Escutelo y radícula sin teñir.
9).- No viable	Todo el embrión teñido con un color rosa pálido.
10).- No viable	Todo el embrión sin teñir.

Cuadro 3.5.- Categorías de teñido con 2,3,5 cloruro de trifeníl tetrazol en semillas de trigo para determinación de la viabilidad.

1).- Viable	Todo el embrión teñido de rojo brillante.
2).- Viable	Extremos del escutelo sin teñir.
3).- Viable	Extremos del escutelo y punta de la radícula y coleorriza sin teñir.
4).- No viable	Más de la tercera cuarta parte de la radícula sin teñir.
5).- No viable	Plúmula sin teñir.
6).- No viable	Porción central del escutelo y nudo escutelar sin teñir.
7).- No viable	Eje embrionario sin teñir.
8).- No viable	Extremos del escutelo y punta de la plúmula sin teñir.
9).- No viable	La parte media superior del embrión sin teñir.
10).- No viable	Escutelo sin teñir.
11).- No viable	Escutelo, radícula y coleorriza sin teñir.
12).- No viable	Todo el embrión teñido de color rosa pálido.
13).- No viable	Embrión entero sin teñir.

Experimento Cuatro. Pruebas de Vigor.

Envejecimiento Acelerado

Esta prueba fue efectuada en ambas especies, para su realización se utilizaron dos repeticiones de cien semillas colocadas en una cámara interna que consta de una caja de plástico de 12 X 25 centímetros, conteniendo 100 mililitros de agua y una malla de alambre en la parte superior de la caja donde se colocaron las semillas y posteriormente se sellaron con su propia tapa para lograr una alta humedad relativa (aproximadamente 100 por ciento).

Estas cajas se colocaron en la cámara externa de envejecimiento a temperaturas de 42°C por espacio de 96 horas para maíz; y 45°C por 48 horas para trigo. Los tiempos y temperaturas fueron de acuerdo a AOSA, (1983).

La cámara externa para el envejecimiento acelerado de marca VWR Scientific y consta de dos cámaras independientes que cierran herméticamente, con puerta interna de vidrio, para conservar la alta humedad relativa en la cámara interna y la temperatura requerida programada para el período de tiempo correspondiente.

Al finalizar el período de envejecimiento se sacaron las semillas y se efectuó un ensayo de germinación estándar igual que se hizo en el experimento tres (ISTA, 1985), determinándose el vigor en base a un sólo conteo de plántulas normales después de envejecimiento acelerado.

VARIABLES EVALUADAS.

Germinación estándar después de Envejecimiento (por ciento).

Tiempo de preparación de la muestra

Tiempo de preparación de los recipientes

Tiempo de envejecimiento

Tiempo de siembra

Tiempo de incubación

Tiempo de evaluación

Tiempo de cálculo de resultados

Tiempo de elaboración de reporte

Prueba Fría de Vigor en Maíz

Tratamientos:

Sustrato arena-suelo en cajas.

Sustrato toallas.

En el tratamiento arena-suelo se utilizan dos repeticiones de veinte semillas cada una, las cuales se colocaron en cajas de plástico con tapa.

Al suelo utilizado se le determinó previamente su capacidad de retención, para conocer la cantidad de agua que se debió agregar al suelo para saturar el medio a un 70 por ciento de su capacidad de retención, así mismo se determinó su contenido de humedad y con estos dos datos de capacidad de retención y contenido de humedad (por ciento) se calculó la cantidad de agua necesaria para traer el medio a la capacidad de retención requerida.

Para la siembra de las semillas el suelo fue cribado y pesado colocando dos centímetros de suelo en la parte baja y después de colocar las semillas se cubrieron con otra capa igual y se agregó la cantidad de agua requerida, cada una de las cajas representó una repetición.

Después de agregar el agua las charolas fueron cerradas con sus tapas para evitar la evaporación durante el ensayo. Posteriormente se colocaron en refrigerador a 9 °C al séptimo día fueron cambiadas a 25°C y al cuarto día se evaluaron plántulas emergidas con un mínimo de 2.5

centímetros de crecimiento, que se consideraron como vigorosas, ya que superan las condiciones de estrés impuestas y se clasificaron como plántulas normales vigorosas y normales no vigorosas, siendo el resultado de vigor plántulas normales vigorosas.

Para el tratamiento sustrato toallas, se utilizaron cuatro repeticiones por prueba de cincuenta semillas por repetición o "muñeca", sembradas con sembrador manual en papel para germinación anchor, usándose dos toallas en la parte inferior y una en la superior formando los "muñecos" con el método entre papel y colocando cada prueba en una bolsa de polietileno y posteriormente se sometieron a las mismas condiciones de temperatura que las charolas con suelo. La evaluación consistió en clasificar las plántulas en normales vigorosas y normales no vigorosas y registrando los resultados de vigor en por ciento de plántulas normales vigorosas.

VARIABLES EVALUADAS

Plántulas normales vigorosas (por ciento)

Plántulas normales no vigorosas (por ciento)

Tiempo de preparación de sustrato

Tiempo de siembra

Tiempo de estres

Tiempo de incubación

Tiempo de evaluación

Tiempo de cálculo de resultados

Tiempo de reporte de resultados

Evaluación de Crecimiento de Plántulas en Trigo

En esta prueba se usó papel secante de germinación tipo anchor de 30 X 25 centímetros el cual se marcó a la mitad de la hoja, en el eje de los 30 centímetros con una línea, igualmente se marcaron hacia arriba cinco líneas más, paralelas a la línea central con un intervalo de dos centímetros de línea a línea.

En la línea inferior a la mitad de la hoja se colocó cinta adhesiva enrollada y sobre ella se colocaron 25 semillas orientadas. Una hoja más se puso bajo esta hoja y ambas se sumergieron en agua para su saturación, y posteriormente una hoja ya saturada se colocó sobre estas dos, para luego formar un "muñeco" de cuatro centímetros de diámetro al enrollar las hojas en sentido perpendicular

a las líneas trazadas horizontalmente. En esta prueba dos "muñecos" representaron una repetición de prueba.

Los muñecos se colocaron en una bolsa de polietileno y puestos en cámara germinadora de baja capacidad por un período de siete días a 20°C. En la evaluación de esta prueba, las plántulas anormales se eliminaron, y a cada punto medio entre dos líneas paralelas se le dio el valor correspondiente a la distancia de la línea central; utilizándose la siguiente fórmula para determinar la longitud media de las plántulas (plúmulas y coleoptilo):

$$L = (nx_1 + nx_3 + nx_5 \dots nx_{11})/N$$

Donde:

- L Longitud media de las plúmulas.
- n Número de plúmulas entre cada par de paralelas.
- x La distancia media desde la línea central.
- N Número de semillas normales que fueron usadas para el cálculo.

Para determinar el vigor de la muestra, se hace comparativamente tomando como referencia un posible lote de alto vigor a través de la siguiente muestra:

$$L = Y/C (10)$$

Donde:

Y Valor de la muestra.

C Valor de la muestra testigo.

10 Valor asignado a un lote de alto vigor.

Variables evaluadas.

Longitud media de plúmula (centímetros)

Tiempo de marcar las hojas.

Tiempo de preparación del sustrato.

Tiempo de siembra.

Tiempo de incubación.

Tiempo de evaluación.

Tiempo de cálculo de resultados.

Tiempo de reporte de resultados.

Costos

El costo total de un ensayo, fue el resultado de una suma de costos fijos y costos variables, dividiéndose estos últimos en costos variables directos y costos variables 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, para estos casos la depreciación se calculó al equipo utilizado en cada prueba, dividiéndose el costo del activo entre el número de años a depreciar, posteriormente este se dividió entre el número de días al año que es utilizado obteniendo así la depreciación por año. Para cargar esta a un ensayo se divide 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 a ese equipo (Mata y Aguilera, 1992).

Los costos variables directos, son los que intervienen de manera directa en la realización del ensayo y en estos casos competen a las horas hombre del analista y del encargado del laboratorio, así se determina el sueldo de un día en 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 hace 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 incluyó en los diferentes ensayos.

Análisis Estadístico

Este experimento fue analizado bajo el diseño de bloques al azar, utilizando tres repeticiones. El modelo matemático es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

- U 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
- r repeticiones.

Para proceder al análisis estadístico de los resultados fue necesario transformar aquellos expresados en

por ciento, a través de la fórmula raíz cuadrada de arco seno.

Para determinar las diferencias entre cámaras germinadoras, se realizaron pruebas de comparación de medias (Snedecor y Cochran, 1978). Donde X_1 representó la cámara de alta capacidad y X_2 la cámara de baja capacidad, para ambas especies independientemente. Realizándose posteriormente una prueba de "t" (student con n-1 grados de libertad). Las fórmulas matemáticas utilizadas fueron:

$$d_i = D_i - D$$

$$SD_2 = d_2/n-1$$

$$SD_2 = SD_2/n$$

$$t = D/SD$$

Donde:

d_i	Desviación de los tratamientos.
D_i	Diferencia entre las X_1 y las X_2 de cada tratamiento.
D	Diferencia media de la muestra.
SD_2	Desviación media cuadrada.
SD_2	Desviación cuadrada.
t	"t" de student calculada.
SD	Desviación media.

RESULTADOS Y DISCUSION

Calidad de Lotes y Reproducibilidad.

De acuerdo a los objetivos del presente trabajo de determinar el tiempo y costo de los principales ensayos de calidad de semillas para maíz y trigo, así como su confiabilidad dentro de las facilidades de un laboratorio en nuestro país y específicamente del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS), se presentan a continuación primeramente los resultados de calidad de los lotes de semillas utilizados en el presente estudio, y que corresponden a la media de tres repeticiones de prueba para confiabilidad.

Una manera de avalar la confiabilidad de las metodologías de los ensayos fue la reproducibilidad de los resultados, dentro del laboratorio, y en base a las tres repeticiones de cada uno de los ensayos. Además los coeficientes de variación menores de 15 por ciento en

pruebas de laboratorio nos indican confiabilidad en el desarrollo de las pruebas.

Experimento Uno. Preparación de la Muestra.

Dentro de esta primera etapa lo más importante radica en aspectos como la revisión de la información en la etiqueta de la muestra, ya que esta además de ser indispensable para la identidad de la muestra, son de utilidad para interpretar resultados, además del ordenamiento lógico de las muestras para un correcto control dentro del manejo del laboratorio, y sin dejar de ser menos importante el 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 por la muestra y requerimientos de materiales.

Experimento Dos. Pruebas Físicas.

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 cuadro 4.1 muestra los resultados de calidad de las pruebas físicas, donde se observa que para maíz todos los lotes están dentro de normas, ya que el mínimo es de 98.0 por ciento de semilla pura, para semilla certificada, y en este estudio los lotes presentan de 99 a 100 por ciento de semilla pura.

Para trigo así mismo en el cuadro 4.7 se observan los resultados de pureza física encontrando en los lotes contenido alto de semilla pura, 99 a 100 por ciento. además en este análisis se encontraron diferencias entre lotes por presencia de contaminantes. Así algunos lotes no presentan semillas de cultivos inseparables o de hierbas nocivas, en contraste con las muestras 9 y 10 que presentan semillas de cultivos inseparables como la avena y un alto contenido de semillas de hierbas comunes por lo que aun presentando resultados del 99 por ciento no cumplen con la norma de certificación.

Cuadro 4.1.- Media de repeticiones de pruebas físicos de calidad en semillas de maíz.

* N.M	P.F (%)	D.O.S N/Kg	P.V. Kg/Hl	P.M.S gr	D.H.E (%)	D.H.S (%)	D.H.M (%)
1	100	0	71	29.07	10.67	12.06	10.87
2	100	0	74	40.73	10.61	12.06	10.74
3	100	0	74	37.95	10.03	11.53	10.60
4	100	0	73	33.46	10.47	12.20	10.66
5	100	0	71	24.60	9.70	11.63	10.73
6	99	0	72	28.68	9.32	10.08	10.12
7	100	0	73	31.35	10.01	11.10	10.19
8	100	0	71	26.06	9.39	11.07	10.52
9	99	0	72	28.22	10.79	11.10	10.50
10	99	0	71	31.95	10.44	10.46	9.79

* Número de muestra; pureza física; determinación de otras semillas; peso volumétrico; peso de mil semillas; determinación de humedad en estufa, determinación de humedad en Steinlite; determinación de humedad en Motomco.

Cuadro 4.7.- Media de repeticiones de pruebas físicos de calidad en semillas de trigo.

* N.M	P.F (%)	D.O.S N/Kg	P.V. Kg/Hl	P.M.S gr	D.H.E (%)	D.H.S (%)	D.H.M (%)
1	99	0	79	4.48	8.26	12.13	12.15
2	99	0	75	5.22	7.48	10.30	10.16
3	100	1	78	4.38	8.28	10.40	10.84
4	99	0	75	3.30	10.89	13.00	13.00
5	100	0	72	3.00	10.11	13.00	12.96
6	100	1	76	3.15	9.43	12.80	12.48
7	99	1	77	4.36	7.12	9.96	10.00
8	99	1	74	4.94	9.03	11.13	11.36
9	99	27	75	4.44	8.12	10.63	10.96
10	99	45	76	4.00	7.58	9.93	10.14

* Número de muestra, pureza física, determinación de otras semillas, peso volumétrico, peso de mil semillas, determinación de humedad en estufa, determinación de humedad en Steinlite, determinación de humedad en Motomco.

En el ensayo de determinación de otras semillas en maíz, la calidad de las muestras es aceptable por no estar presente ninguna semilla de otra especie cultivable ni de malas hierbas (Cuadro 4.1). No así para las muestras de trigo que presentaron semillas de hierbas comunes y de cultivos inseparables como es la avena en el cultivo de trigo, así las muestras 9 y 10 no se encuentran dentro de normas por presentar más de 3 semillas de avena por Kilo.

El tamaño y peso de las semillas es usualmente medido por el peso de mil semillas o alternativamente como el peso volumétrico. La uniformidad en peso y tamaño de la semilla esta influenciada desde el campo por condiciones y manejo durante el desarrollo de la semilla y por el beneficio de la misma. Así observando el cuadro 4.1 respecto al peso volumétrico observamos que este vario de 71 a 74 Kilogramo por Hectolitro para maíz. Los resultados de peso de mil semillas para maíz, mostrados en el cuadro 4.1 nos indican que los lotes son diferentes entre si por el peso de su semilla. Así se tienen pesos de 24.6 a 40.7 gramos que son resultado de diferencias por tamaño de clasificación y variedad.

El cuadro 4.7 presenta los resultados de calidad física para las muestras de trigo aquí se observa que el peso volumétrico osciló de 72 a 79 Kilogramos por Hectolitro y el peso de mil semillas varió de 30.00 a 52.20 gramos, siendo estas diferencias tan marcadas debido a tamaño de la semilla por ciclo de producción, así como a variedad.

Para la determinación de peso volumétrico se necesita de un mínimo de entrenamiento, en contraste con el análisis de peso de mil semillas que requiere un poco mas de capacitación por la forma de considerar la semilla a incluir en la determinación, así como por el manejo de los datos para la obtención de resultados confiables.

En los resultados de calidad los ensayos de peso volumétrico y peso de mil semillas (cuadros 4.1 y 4.7) nos informan que tenemos muestras de lotes distintos y diferentes tamaños de semillas, en ambas especies; además en el peso de mil semillas se encontró aceptable ya que el coeficiente de variación no excedió de 4.0 iniciando así la confiabilidad de la prueba lo que posteriormente fue ratificada en la reproducibilidad de resultados.

El peso volumétrico es determinado en la muestra de envío directamente cuando corresponde a semilla beneficiada. No así en muestras de materia prima que debe ser determinado en semilla cribada. El peso de mil semillas, se obtiene de la fracción de semilla pura, siendo indispensable que toda semilla pura incluida en esta sección tengan oportunidad de formar parte en la determinación, siendo ésta en las ocho repeticiones a fin de determinar el coeficiente de variación.

En los ensayos anteriores los resultados de las pruebas estadísticas muestran no significancia en las probabilidades del 95 y 99 por ciento como se indica en los cuadros 4.2 para maíz y 4.8 para trigo. Lo que nos da la certeza de tener resultados confiables de acuerdo al método desarrollado y la reproducibilidad de resultados dentro del laboratorio.

Para determinar el contenido de humedad de la semilla es necesario que ésta tenga un trato especial si su determinación es aplazada en tiempo. Al efectuar la determinación por el método convencional de secado en la estufa eliminamos agua absorbida, adsorvida y parte del agua de composición. Mientras que los métodos rápidos con

medidores eléctricos dan lecturas en base al agua libre de las semillas y en si son menos precisos por los posibles desajustes. VanderBurg et al., (1983) mencionan diferencias del uno al dos por ciento aproximadamente cuando se comparan los métodos rápidos con el método de la estufa.

Cuadro 4.2.- Resultados de reproducibilidad (significancia estadística de repeticiones) de ensayos de calidad física practicados a lotes de semilla de maíz.

Ensayo	Significancia .05 y .01 %	Coefficiente Variación (%)	F Calculada
Pureza Física	N.S	.82	.07
Peso Volumétrico	N.S	.78	.41
Peso Mil Semillas	N.S	.75	2.31
Humedad Estufa	**	4.34	13.31
Humedad Steinlite	**	.94	6.19
Humedad Motomco	**	1.52	11.14

Cuadro 4.8.- Resultados de reproducibilidad (significancia estadística de repeticiones) de ensayos de calidad física practicados a los lotes de semilla de trigo.

Ensayo	Significancia .05 y .01 %	Coefficiente Variación (%)	F Calculada
Pureza Física	N.S	1.33	.03
Peso Volumétrico	N.S	.50	1.21
Peso Mil Semillas	N.S	.75	1.81
Humedad Estufa	N.S	2.37	2.63
Humedad Steinlite	*	1.10	1.10
Humedad Motomco	N.S	.71	.26

En cuanto a la determinación del contenido de humedad en el cuadro 4.1 para maíz se observa que la media de resultados de este atributo es diferente en los tres métodos, esto puede deberse a factores como la calibración de los aparatos, días con diferente humedad relativa y el no proteger a la semilla en recipientes herméticos. En general el porcentaje de humedad se encontró aceptable para semilla beneficiada teniéndose valores menores de 12 por ciento. Los porcentajes más altos se obtuvieron con el determinador de lectura directa, siendo los valores del medidor con lectura de tablas los menores y a su vez los más cercanos a la determinación en estufa.

Así mismo para trigo la determinación de contenido de humedad en los métodos de la estufa, Steinlite y Motomco no coinciden de un método a otro, y aunque el objetivo de esta determinación no fue precisamente el evaluar los aparatos; se detectó la diferencia que es posible obtener en los diferentes métodos, siendo las mismas causas para la semilla de trigo. No obstante la no coincidencia en resultados de contenido de humedad todas las muestras de trigo evaluadas en los tres métodos presentan contenido de humedad aceptable dentro de límites de seguridad (cuadro 4.7).

En relación a la reproducibilidad de los resultados, que fue medida mediante la repetición (3) de los ensayos, en diferente tiempo se puede observar de acuerdo al análisis de varianza, que la mayoría de las determinaciones presentó no significancia. Los cuadros 4.2 y 4.8 para maíz y trigo respectivamente muestran que los ensayos de pureza física, peso volumétrico y peso de mil semillas fue reproducible al repetirse los resultados dentro del laboratorio. Esto permite asegurar confiabilidad en las determinaciones tanto de contenido de semilla pura, Kilos por Hectolitro y peso de mil semillas, así como en la determinación de otras especies, que aunque esta determinación fue hecha analizando la misma muestra en su totalidad, el resultado será obviamente el mismo. No obstante al determinar contenido de semillas de otras especies tanto de cultivos como de malezas en la muestra para semilla pura, los resultados fueron reproducibles lo cual determinó confiabilidad en la obtención de la muestra de trabajo en las tres determinaciones.

No así en la determinación del contenido de humedad principalmente en el caso de maíz, y como se observa en estos cuadros 4.2 y 4.8 las determinaciones no fueron reproducibles en los tres métodos de determinación de

contenido de humedad en maíz y en el método Steinlite en trigo, el análisis estadístico detectó diferencias significativas para repeticiones. Sin embargo como se citó anteriormente su coeficiente de variación nos afirma que el proceso para determinar el contenido de humedad en los distintos métodos fue el correcto, y con ello se confirma que es indispensable el uso de recipientes especiales que protejan a la semilla de la humedad relativa del ambiente, disminuir el tiempo entre una y otra determinación de humedad de una misma muestra, calibración de los aparatos de acuerdo al método de la estufa y entrenamiento en el proceso de los métodos y manejo de los aparatos eléctricos para disminuir al máximo el error y permitir confiabilidad de resultados.

Experimento Tres. Pruebas de Viabilidad.

Dentro del experimento tres se evaluó el ensayo de germinación indispensable en la certificación de lotes de semillas. Por lo tanto el entrenamiento en este ensayo es de gran importancia especialmente en la evaluación de plántulas, en los conteos de germinación así mismo es de gran importancia la confiabilidad de la metodología en relación a materiales y condiciones utilizadas en el

ensayo. Analizando los resultados de calidad en cuanto a germinación en el cuadro 4.3 en maíz las muestras 6 y 10 no cumplen con las normas de certificación al presentar 82 y 66 por ciento de germinación, no aptas para venta, y en contraste con las demás muestras cuyos porcentajes de germinación fueron de 89 a 98 por ciento cumpliendo así con el estándar para germinación. Estos resultados fueron obtenidos en ambas cámaras.

El ensayo de viabilidad con tetrazolio es una de las pruebas que requieren de personal altamente especializado, mencionándose además como requisitos fundamentales la viveza, buena vista, curiosidad natural, sentido común y gran habilidad manual del analista. Los resultados en este ensayo confirman la calidad (cuadro 4.3) de las muestras 6 y 10 de maíz las que no cumplen con el 85 por ciento de viabilidad requerido para la certificación. Así mismo los resultados en los demás lotes concuerdan con los obtenidos en el ensayo de germinación con un alto grado de similitud, la cual fue al apoyarse en los resultados de germinación para la interpretación de semillas viables y no viables, especialmente al inicio del analista en la práctica de este ensayo.

Cuadro 4.3.- Resultados de ensayos de calidad fisiológica, practicados a lotes de semilla de maíz (media de tres repeticiones de prueba) y en cámaras germinadoras de diferente capacidad.

Número de Muestra	Germinación C.A.C (%)	Germinación C.B.C (%)	Viabilidad Tetrazolio (%)
1	98	98	97
2	97	98	98
3	96	96	95
4	97	98	97
5	98	99	99
6	82	82	81
7	89	88	87
8	92	92	93
9	96	96	96
10	66	66	67

En relación a los lotes de trigo en el cuadro 4.9 se observa que las muestras en general presentan porcentajes de germinación altos a excepción de la muestra 8 con 88 por ciento de germinación, cumpliendo aun con las normas de certificación y la muestra 5 con un 62 por ciento de germinación por lo que no es apta para la venta. Resultados similares fueron obtenidos en el ensayo de viabilidad con tetrazolio cuadro 4.9 reportándose en este ensayo 54 por ciento de viabilidad en la muestra número 5, con lo que se confirma que este lote no es apto para venta.

Cuadro 4.9.- Resultados de ensayos de calidad fisiológica, practicados a lotes de semilla de trigo (media de tres repeticiones de prueba) y en cámaras germinadoras de diferente capacidad.

Número de Muestra	Germinación C.A.C (%)	Germinación C.B.C (%)	Viabilidad Tetrazolio (%)
1	91	91	92
2	97	95	96
3	96	97	97
4	98	98	97
5	62	62	54
6	96	96	97
7	91	90	91
8	88	88	88
9	95	94	95
10	95	97	96

Los resultados de las pruebas estadísticas del experimento tres para maíz, se muestran en el cuadro 4.4, y estos indican confiabilidad en los resultados de calidad, ya que las pruebas de germinación en ambas cámaras y la de viabilidad tienen resultados no significativos al 99 y 95 por ciento, además los coeficientes de variación son mínimos. De manera similar el cuadro 4.10 muestra los resultados estadísticos del experimento tres en trigo, siendo en ellos también no significativo las repeticiones de los ensayos, comprobándose nuevamente la

reproducibilidad de resultados dentro de el laboratorio y el correcto desarrollo de las metodologías utilizadas.

Cuadro 4.4.- Resultados de reproducibilidad (significancia estadística de repeticiones) de ensayos de calidad pertenecientes a pruebas de viabilidad fisiológica, practicadas a lotes de semilla de maíz en dos cámaras germinadoras de diferente capacidad.

Ensayo	Significancia al .05 y .01 %	Coefficiente de Variación (%)	F Calculada
Germinación C.A.C*	N.S	1.88	2.31
Germinación C.B.C.	N.S	2.25	2.91
Viabilidad Tetrazolio	N.S	1.83	.03

* Cámaras de alta y baja capacidad.

Los resultados de viabilidad tanto en la prueba estándar como en el ensayo con tetrazolio fueron confiables al obtenerse no significancia entre las repeticiones de prueba, como se muestra en los cuadros 4.10. Esto indica una alta reproducibilidad de resultados para ambas pruebas, y en las dos cámaras evaluadas en el caso de la germinación estándar. Esto permite determinar como aceptable y confiable la metodología que se siguió, la que incluye, los materiales utilizados, el procedimiento, las condiciones durante la prueba y especialmente en ambas cámaras, así como el criterio de evaluación seguido por el analista.

Cuadro 4.10.- Resultados de reproducibilidad (significancia estadística de repeticiones) de ensayos de calidad pertenecientes a pruebas de viabilidad fisiológica, practicadas a lotes de semilla de trigo en dos cámaras germinadoras de diferente capacidad.

Ensayo	Significancia al .05 y .01 %	Coefficiente Variación (%)	F Calculada
Germinación C.A.C*	N.S	1.91	.77
Germinación C.B.C.	N.S	1.18	1.57
Viabilidad Tetrazolío	N.S	2.98	.50

* Cámaras de alta y baja capacidad.

En este último aspecto se incluyen dos analistas para medir confiabilidad de criterios. Puede así decirse que bajo las condiciones del laboratorio y al checar además en tablas de tolerancias (Miles, 1963) los resultados de las tres pruebas son reproducibles y además equivalentes en ambas cámaras.

El tamaño de la cámara germinadora a utilizar, depende principalmente de la carga en ensayos de germinación que tendrá un laboratorio en un tiempo determinado. Los resultados de calidad que de los ensayos de germinación se muestran en los cuadros 4.3 para maíz y 4.9 para trigo ratifican que las condiciones que prevalecieron en las dos cámaras estudiadas no alteran el

por ciento de plántulas normales y no alterando así el por ciento de germinación en estas especies.

Dentro del experimento tres, en el ensayo de germinación, en su variable confiabilidad de cámaras la prueba de comparación de medias nos demuestra que no existen diferencias significativas entre cámaras en ambas especies, cuadro 4.5, por lo que ambas cámaras resultaron igualmente confiables.

Cuadro 4.5.- Resultados de reproducibilidad, en comparación de cámaras germinadoras en el ensayo de germinación estándar en lotes de semilla de maíz y trigo.

Cámaras Germinadoras	Maíz		Trigo	
	Media de Germinación	Significancia .05 Y .01 %	Media de Germinación	Significancia .05 Y .01%
C.A.C*	74.36	N.S	74.13	N.S
C.B.C	75.06	N.S	73.86	N.S

* Cámara de alta capacidad
Cámara de baja capacidad

Experimento Cuatro. Pruebas de vigor.

Por otra parte Abdul-Baki y Anderson (1972) y Duffus y Slaughter (1985), mencionan que el vigor de la semilla no depende sólo del tiempo, sino también de su genética, de

los cuidados durante la producción y beneficio, así como durante el almacenamiento.

En el experimento cuatro de pruebas de vigor para maíz, tenemos la prueba de envejecimiento acelerado que es una prueba de estrés, principalmente empleada para predecir la capacidad de almacenamiento (cuadro 4.6). Los resultados de calidad de la variable evaluada, (por ciento de germinación después de envejecimiento), nos muestran que el vigor se pierde a través del tiempo, así los resultados más bajos en porcentaje 65, 75 y 10 por ciento corresponden a las muestras 6, 7 y 10 y al localizar estas en el cuadro 3.1 observamos que las muestras 6 y 7 fueron producidas en el año de 1992 y la muestra 10 en 1990, en contraste a estas tenemos las muestras del uno al 5 que fueron producidas en 1994 y presentan porcentajes altos de vigor superiores a 95 por ciento.

La prueba fría en el sustrato suelo en maíz, es una prueba de estrés directa, que nos simula las posibles condiciones que encontraron las semillas en el campo, y al observar el cuadro 4.6 nos damos cuenta que el sustrato suelo es más estresante que el sustrato toallas y en los resultados de calidad volvemos a observar que las muestras

6, 7 y 10 son las que muestran menor vigor, con valores de 65, 55 y 21 por ciento de plántulas emergidas en la prueba fría, mostrándose también en el ensayo de vigor en toallas, resultados bajos (75, 75 y 48 por ciento respectivamente) pero superiores a la prueba en suelo. Esto se debe a que el resultado incluyó todas las plántulas normales de este ensayo de germinación en frío, como plántulas vigorosas, no clasificando las plántulas normales en vigorosas y no vigorosas como debió corresponder a las plántulas emergidas en suelo.

Cuadro 4.6.- Resultados de ensayos de vigor (media de tres repeticiones de prueba) practicadas a lotes de semillas de maíz.

Número de Muestra	Envejecimiento Acelerado (%)	Prueba Fría en Suelo (%)	Prueba Fría en Tacos (%)
1	98	88	92
2	99	84	93
3	95	85	93
4	98	83	83
5	98	87	93
6	65	65	75
7	75	55	75
8	84	75	91
9	83	85	90
10	10	21	48

En la especie trigo el vigor fue evaluado en la prueba de envejecimiento acelerado y longitud de plúmula. En envejecimiento acelerado en el cuadro 4.11 se observa que el vigor es bajo en las muestras 1, 5, 7 y 8 con

valores de 71, 39, 77 y 68 por ciento de germinación respectivamente, mostrando el resto de los lotes un vigor aceptable en el rango de 83 a 96 por ciento.

Cuadro 4.11.- Resultados de ensayos de vigor (media de tres repeticiones de prueba) practicadas a lotes de semillas de trigo.

Número de Muestra	Envejecimiento Acelerado (%)	Longitud de Plúmula (%)
1	71	88
2	96	84
3	85	85
4	93	83
5	39	55
6	93	65
7	77	87
8	68	65
9	90	85
10	83	21

En la prueba fisiológica de vigor longitud de plúmula, las muestras que presentaron menor vigor fueron 5, 6, 8 y 10 (siendo en esta última el vigor bajo por la presencia de hongos), con valores de 55, 65, 65 y 21 por ciento y que corresponden a un nivel alcanzado en relación a un testigo de alto vigor calificado con 100 (cuadro 4.11).

De acuerdo al análisis estadístico para reproducibilidad el envejecimiento acelerado en maíz en su

variable (por ciento de germinación después de envejecimiento), el cuadro 4.12 indica no significancia al .05 y .01 por ciento lo que muestra la reproducibilidad de resultados. Esto indica confiabilidad en la metodología seguida tanto en procedimiento, como equipo y condiciones dadas durante la prueba. La repetición de pruebas para envejecimiento fue seguida, dejando sólo el lapso de tiempo correspondiente a la conclusión de un ensayo. No obstante para la prueba fría esto no fue así, en esta prueba en su modalidad suelo y toallas el resultado estadístico muestra una alta significancia, concluyendo con ello que los resultados de calidad en cada repetición de prueba no fueron reproducibles, esto se debe principalmente al tiempo transcurrido entre una y otra repetición, así como a diferente equipo utilizado en las repeticiones por razones de paro laboral. No obstante los coeficientes de variación menores de 15 por ciento nos indican confiabilidad, así como el desarrollo correcto de la metodología. Estos resultados para prueba fría, en ambos métodos indican la necesidad de repetir dentro de un tiempo razonable el ensayo cuando sea necesario, así como de la necesidad de conservar en condiciones controladas las muestras para referencia. Además muestra la dificultad de

reproducibilidad y la exigencia de usar el equipo más adecuado, llámese en este caso la cámara fría.

Cuadro 4.12.- Resultados de reproducibilidad (significancia estadística de las repeticiones) de ensayos de calidad pertenecientes a pruebas de vigor practicadas a lotes de semilla de maíz.

Ensayo	Significancia al .05 y .01 %	Coefficiente Variación (%)	F Calculada
E. Acelerado 1	N.S	2.51	1.20
P. Fría Suelo 2	**	5.79	22.84
P. Fría Tacos 3	**	6.44	23.38

1 Envejecimiento acelerado

2 Prueba fría en tacos

3 Prueba fría en suelo

Por otro lado el análisis estadístico para las repeticiones de prueba en envejecimiento acelerado en trigo nos confirma la reproducibilidad al ser no significativo al .05 y .01 por ciento, además de ser confiable la metodología. Contrario a esto la prueba fisiológica de vigor, longitud de plúmula, que mostró alta significancia, lo que indica la no reproducibilidad de la prueba, sin embargo el coeficiente de variación de 4.5 por ciento nos indica que la metodología utilizada en la prueba es confiable. El tiempo transcurrido en horas con respecto a la evaluación de la prueba, es un factor a tomar en cuenta en las pruebas fisiológicas (Cuadro 4.13); así mismo

condiciones prevalecientes de humedad, temperatura y luz, así como el tiempo transcurrido entre repeticiones. Esta prueba debe ser hecha bajo condiciones altamente controladas, que permiten solamente la manifestación del crecimiento potencial de las plántulas eliminando en el tiempo prescrito todo aceleramiento o retardo en el mismo provocado por cambios en las condiciones mencionadas.

Cuadro 4.13.- Resultados de reproducibilidad (significancia estadística de las repeticiones) de ensayos de calidad pertenecientes a pruebas de vigor practicadas a lotes de semilla de trigo.

Ensayo	Significancia al .05 y .01 %	Coefficiente Variación (%)	F Calculada
Envejecimiento Acelerado	N.S	1.38	.09
Longitud de Plúmula	**	4.59	10.21

Tiempo y Costo de los Ensayos.

Para los factores en el estudio de tiempo y costo de los ensayos en seguida se presentan resultados del tiempo requerido para los diferentes análisis los resultados permitieron determinar los costos de las diferentes pruebas. Además de comprender la importancia del tiempo para determinar el costo y el número de ensayos que un

analista puede realizar en un día de trabajo, y dependiendo de ello el número de personas a contratar para una agencia de certificación donde previamente se ha calculado el número y tipo de ensayos requeridos. Además de brindarnos un amplio panorama del material y equipo indispensable para el desarrollo de los ensayos cuyos resultados sean reproducibles.

En los ensayos de calidad el tiempo es un factor determinante para conocer el costo de un análisis, y el tiempo requerido para desarrollarlo depende principalmente, de la especie analizada, el equipo y el entrenamiento del analista.

Experimento Uno. Registro de la Muestra.

El tiempo empleado en el registro de muestra fue de 3 minutos por muestra incluyendo ésta desde la revisión de los datos de identificación hasta la asignación de los análisis a realizar, así como el registro en la forma de organización correspondiente. Esta acción puede ser realizada por la secretaria o bien por un analista de área, no obstante siendo importante que el responsable del laboratorio establezca los ensayos a realizar y las

indicaciones pertinentes correspondientes a las especies a ensayar y procedimientos requeridos. Aquí los costos son mínimos correspondiendo principalmente al tiempo empleado por las personas que registran, así como los materiales utilizados (formatos, etiquetas de control, formas de registro de resultados) además de la infraestructura del área de recepción y registro de muestras.

Experimento Dos. Pruebas Físicas.

La pureza física es uno de los atributos de calidad indispensables para la certificación de semillas, el tiempo de realización de este ensayo se determina principalmente por la separación de los componentes a su vez este depende del entrenamiento del analista para separar con facilidad y correctamente los componentes de la muestra. Por lo que podemos afirmar que para realizar un análisis de pureza física se requiere de un analista entrenado en un grupo de especies que sean similares.

El cuadro 4.39 nos muestra el tiempo de realización de la prueba en ambas especies que fue de 15 minutos. Considerando el desarrollo de la prueba y la cantidad diaria de muestras que un analista evalúa, se confirma lo

citado por los autores en cuanto a requerimientos de buena iluminación del área de pureza física y a utilizar el mobiliario adecuado para compensar la carga de trabajo. El costo de este ensayo está determinado principalmente por la mano de obra directa (cuadros 4.14 y 4.15), así como por el equipo consistente en divisores, balanzas y lupas de iluminación por estas especies, así como equipo menor.

Cuadro 4.39.- Tiempo y costo de ensayos de calidad en maíz y trigo.

Ensayo	Maíz		Trigo	
	Tiempo (hr)	Costo (\$)	Tiempo (hr)	Costo (\$)
Pureza Física	15'	7.00	20'	8.00
D.O.S *	16'	6.00	17'	6.00
Peso Volumétrico	3'	4.00	2'	4.00
Peso Mil Semilla	15'	13.00	20'	14.00
Humedad Estufa	4 hr 45'	17.00	45'	17.00
Humedad Steinlite	3'	3.00	2'	3.00
Humedad Motomco	5'	5.00	5'	5.00
Germinación C.A.C	1 hr 10'	29.00	50'	20.00
Germinación C.B.C	1 hr 10'	33.00	50'	23.00
V. Tetrazolio	1hr	20.00	1 hr	20.00
E. Acelerado	25'	18.00	25'	15.00
Prueba Fría Suelo	1 hr 40'	32.00		
Prueba Fría Tacos	45'	23.00		
Longitud Plúmula			22'	16.00

* Determinación de otras semillas; germinación en cámara de alta capacidad y de baja capacidad; viabilidad con tetrazolio; envejecimiento acelerado.

Cuadro 4.14.- Determinación de costo del ensayo pureza física en maíz.

	* A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
H. Boerner 1	6,000.00	10	3.00	160	.01
Balanza	2,000.00	3	3.00	40	.08
Varios					.05
Subtotal					.14
C. Variables					
Sueldos					
Directos					
Mensuales					
Analista	2,000.00		66.66	32	2.08
Encargado	6,000.00		200.00	60	3.33
Subtotal					5.41
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	32	.26
Tec. Mto.	3,000.00		.13	32	.004
Varios					.25
Subtotal					1.34
Total					7.00

1.- Homogenizador Boerner.

* A. costo, B. depreciación en años, C. costo/día en pesos, D. número de muestras/día, E. costo/muestra en pesos.

Cuadro 4.15.- Determinación de costo del ensayo pureza física en trigo.

	A	B	C	D	D
Costos					
Fijos					
H. Boerner 1	6,000.00	10	3.00	96	.03
Balanza	2,000.00	3	3.00	32	.10
Varios					.05
Subtotal					.18
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	22	3.03
Encargado	6,000.00		200.00	60	3.33
Subtotal					6.36
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	22	.37
Tec. Mto.	3,000.00		.13	22	.006
Varios					.25
Subtotal					1.45
Total					8.00

1.- Homogenizador Boerner

El ensayo de determinación de otras semillas por número es similar a la anterior al examinar la muestra también para determinar otras semillas, solo que por utilizar el total de la muestra de envío para su desarrollo no requiere de un homogenizador y su tiempo de realización es de 16 minutos para maíz y 17 minutos para trigo. La prueba también requiere de un espacio confortable e iluminado para su desarrollo, los cuadros 4.16 y 4.17 describen el desglose de costos. En esta el requerimiento principal es contar con la colección de semillas de malezas de la región o con posibilidades de presentarse en muestras de interés, para una correcta identificación,

La determinación del peso volumétrico requiere de un tiempo mínimo cuando este se realiza en una balanza volumétrica de lectura directa (cuadro 4.39). Y al igual que las pruebas anteriores el costo está determinado por la mano de obra directa, así como por el equipo utilizado. En este ensayo el costo es de 4.00 pesos en ambas especies (cuadros 4.18 y 4.19).

Por el tamaño y forma de las especies manejadas, podemos citar comparativamente el tiempo empleado en contar las ocho repeticiones de 100 semillas, siendo de 7 y 10

Cuadro 4.16.- Determinación de costo del ensayo
determinación de otras semillas en maíz.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
Balanza	2,000.00	3	3.00	32	.10
Varios					.05
Subtotal					.15
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	30	2.22
Encargado	6,000.00		200.00	80	2.50
Subtotal					4.72
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	30	.27
Tec. Mto.	3,000.00		.13	30	.004
Varios					.25
Subtotal					1.35
Total					6.00

Cuadro 4.17.- Determinación de costo del ensayo
determinación de otras semillas en trigo.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
Balanza	2,000.00	3	3.00	32	.10
Varios					.05
Subtotal					.15
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	28	2.38
Encargado	6,000.00		200.00	80	2.50
Subtotal					4.88
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	28	.29
Tec. Mto.	3,000.00		.13	28	.004
Varios					.25
Subtotal					1.37
Total					6.00

Cuadro 4.18.- Determinación de costo del ensayo peso volumétrico en maíz.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
Balanza V.1	4,500.00	5	4.50	160	.03
Varios					.05
Subtotal					.08
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	160	.41
Encargado	6,000.00		200.00	80	2.50
Subtotal					2.91
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	160	.05
Tec. Mto.	3,000.00		.13	160	.0008
Varios					.25
Subtotal					1.13
Total					4.00

1.- Balanza volumétrica

Cuadro 4.19.- Determinación de costo del ensayo peso volumétrico en trigo.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
Balanza V.1	4,500.00	5	4.50	218	.02
Varios					.05
Subtotal					.07
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	218	.27
Encargado	6,000.00		200.00	80	2.50
Subtotal					2.77
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	240	.03
Tec. Mto.	3,000.00		.13	240	.0006
Varios					.25
Subtotal					1.11
Total					4.00

1.- Balanza volumétrica.

minutos y el pesado es de 7 y 5 minutos para maíz y trigo respectivamente, siendo el total de tiempo de 15 minutos para maíz y 20 minutos para trigo incluyendo en este tiempo el cálculo de confiabilidad de los resultado y reporte de resultado. Este tiempo es determinante para establecer el costo de la prueba, siendo que el equipo a utilizar es mínimo. (Cuadros 4.20, 4.21 y 4.39). El costo al igual que en la mayoría de las pruebas está dado por la mano de obra y el equipo utilizado.

Respecto a las determinaciones del contenido de humedad, la diferencia en costos entre el método convencional (17.00 pesos en ambas especies) y los métodos rápidos (3.00 y 5.00 pesos para Stainlite y Motomco) nos permiten reflexionar en el tiempo de realización de los mismos, su exactitud y la demanda del mercado por un tipo de método al cual por diferencia de tiempo esta acostumbrado. Así el método convencional emplea 3 minutos en el pesado de las cajas más la muestra, 2 horas para secar las cajas solas y el mismo tiempo para eliminar el agua de las muestras, 10 minutos para enfriar las cajas cada vez que éstas se sacan de la estufa y 5 minutos para pesar después de secar y obtener el resultado. Así el tiempo empleado en obtener el resultado es de 4 horas 45

Cuadro 4.20.- Determinación de costo del ensayo peso de mil semillas en maíz.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
H. Boerner 1	6,000.00	10	3.00	160	.01
Balanza	2,000.00	3	3.00	64	.04
Varios					.05
Subtotal					.10
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	32	2.08
Encargado	6,000.00		200.00	20	10.00
Subtotal					12.08
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	32	.26
Tec. Mto.	3,000.00		.13	32	.004
Varios					.25
Subtotal					1.34
Total					13.00

1.- Homogenizador Boerner.

CUADRO 4.21.- Determinación de costo del ensayo peso de mil semillas en trigo.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
H. Boerner ¹	6,000.00	10	3.00	120	.02
Balanza	2,000.00	3	3.00	88	.03
Varios					.05
Subtotal					.10
C. Variable	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	23	2.89
Encargado	6,000.00		200.00	20	10.00
Subtotal					12.89
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	23	.36
Tec. Mto.	3,000.00		.13	23	.006
Varios					.25
Subtotal					1.44
Total					14.00

1.- Homogenizador Boerner.

minutos. En contraste a este los métodos rápidos requieren de 3 y 5 minutos promedio para el aparato Stainlite y Motomco respectivamente (Cuadro 4.39). Puede anotarse además que el costo mayor del método convencional no solo es por el tiempo empleado sino por el equipo que requiere, ya que el horno de secado debe ser de convección, la balanza, de precisión, y el molino de características especiales.

En los cuadros del 4.22 al 4.27 se enlistan el equipo que requiere cada método y su costo, también ahí es importante comparar el número de ensayos que un analista realiza al día.

Experimento Tres. Pruebas de Viabilidad.

En la prueba de germinación la diferencia en el tiempo está dada por el número de tacos que se siembran para maíz (8 tacos) y trigo (4 tacos) siendo los tiempos correspondientes de 21 y 13 minutos. También es importante analizar el tiempo del conteo total siendo de 32 minutos en maíz y 18 minutos para trigo. El tiempo no es afectado por la cámara utilizada. Así mismo el tiempo empleado en el ensayo depende si se realiza uno o dos conteos, ya que al

Cuadro 4.22.- Determinación de costo del ensayo contenido de humedad en estufa para maíz.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
Estufa	8,000.00	5	8.00	60	.13
Cajas	300.00	3	.50	10	.05
Desecador	2,000.00	1	10.00	30	.30
Balanza A.1	17,500.00	2	43.75	66	.66
Pinzas	200.00	1	1.00	66	.01
Varios					.05
Subtotal					1.20
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	10	6.66
Encargado	6,000.00		200.00	30	6.66
Subtotal					13.32
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	40	1.25
Mozo	1,000.00		8.33	10	.83
Tec. Mto.	3,000.00		.41	10	.041
Termómetro	200.00	100 Días	2.00	10	.03
Electricidad					.80
Varios					.02
Subtotal					2.97
Total					17.00

1.- Balanza analítica.

CUADRO 4.23.- Determinación de costo del ensayo contenido de humedad en Steinlite para maíz.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
Steinlite	15,800.00	3	26.33	160	.16
Balanza	2,000.00	3	3.00	393	.008
Varios					.05
Subtotal					.21
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	160	.41
Encargado	6,000.00		200.00	100	2.00
Subtotal					2.41
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	160	.05
Tec. Mto.	3,000.00		.13	160	.0008
Bote P. 1	20.00	100 Días	.20	230	.0008
Electricidad					.0003
Varios					.01
Subtotal					.89
Total					3.00

1.- Botes de plástico.

Cuadro 4.24.- Determinación de costo del ensayo contenido de humedad en Motomco para maíz.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
Motomco	6,000.00	3	10.00	96	.10
Balanza	2,000.00	3	3.33	408	.008
Varios					.05
Subtotal					.15
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	96	.69
Encargado	6,000.00		200.00	60	3.33
Subtotal					4.02
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	96	.08
Tec. Mto.	3,000.00		.13	96	.001
Bote P. 1	20.00	100 Días	.20	96	.002
Electricidad					.0019
Varios					.01
Subtotal					.93
Total					5.00

1.- Bote de plástico.

Cuadro 4.25.- Determinación de costo del ensayo contenido de humedad en estufa para trigo.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
Estufa	8,000.00	5	8.00	60	.13
Cajas	300.00	3	.50	10	.05
Desecador	2,000.00	1	10.00	30	.30
Balanza A. 1	17,500.00	2	43.75	93	.47
Pinzas	200.00	1	1.00	93	.01
Varios					.05
Subtotal					1.01
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	10	6.66
Encargado	6,000.00		200.00	30	6.66
Subtotal					13.32
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	40	1.25
Mozo	1,000.00		8.33	10	.83
Tec. Mto.	3,000.00		.41	10	.041
Termómetro	200.00	100 Días	2.00	10	.03
Electricidad					.80
Varios					.02
Subtotal					2.97
Total					17.00

1.- Balanza analítica

Cuadro 4.26.- Determinación de costo del ensayo contenido de humedad en Steinlite para trigo.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
Steinlite	15,800.00	3	26.33	230	.11
Balanza	2,000.00	3	3.33	560	.005
Varios					.05
Subtotal					.16
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	230	.28
Encargado	6,000.00		200.00	100	2.00
Subtotal					2.28
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	230	.03
Tec. Mto.	3,000.00		.13	230	.0006
Bote P. 1	20.00	100 Días	.20	230	.0008
Electricidad					.0003
Varios					.01
Subtotal					.87
Total					3.00

1.- Bote de plástico.

Cuadro 4.27.- Determinación de costo del ensayo contenido de humedad en Motomco para trigo.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
Motomco	6,000.00	3	10.00	96	.10
Balanza	2,000.00	3	3.33	560	.005
Varios					.05
Subtotal					.15
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	90	.74
Encargado	6,000.00		200.00	60	3.33
Subtotal					4.07
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	90	.09
Tec. Mto.	3,000.00		.13	90	.001
Bote P. 1	20.00	100 Días	.20	90	.002
Electricidad					.0019
Varios					.01
Subtotal					.93
Total					5.00

1.- Bote de plástico.

realizar el primer conteo, la dificultad de evaluar plántulas normales es mínima y estos son fácilmente separables, y al segundo conteo solo quedan puras plántulas por definirse, teniendo amplia oportunidad de hacerlo. No así cuando sólo se realiza el conteo final, el tiempo es mayor al haber más dificultad de separar plántulas, o cuando se examinan una sola vez los tacos. El cuadro 4.39 indica los tiempos totales de realización en ambas especies así como en las dos cámaras y los cuadros del 4.28 al 4.31 desglosan los costos respectivos, mostrando que este ensayo tiene un costo de 29 pesos para maíz y 20 pesos para trigo en cámara de alta capacidad, y 33 pesos para maíz y 23 pesos para trigo, en la de baja capacidad. Estas diferencias obedecen principalmente a la carga de muestras que es posible poner en ambas cámaras.

Para analizar la variable de diferencia en costos de la prueba de germinación en ambas cámaras, expresadas en los cuadros anteriormente citados, en los que podemos observar diferencias en los rublos, los cuales se dan por el tiempo de elaboración de la prueba, según la especie, la capacidad de las cámaras o el gasto de energía por citar algunas. No obstante estas diferencias en el análisis de costos, la opción de una u otra cámara, depende

Cuadro 4.28.- Determinación de costo del ensayo germinación estándar en cámara de alta capacidad en maíz.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
H. Boerner 1	6,000.00	10	3.00	96	.03
Germinadora	48,000.00	5	26.30	150	1.22
Sembradora	1,500.00	3	2.50	22	.11
Canastas	200.00	3	.18	10	.12
Varios					.05
Subtotal					1.53
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	7	9.52
Encargado	6,000.00		200.00	30	6.66
Subtotal					16.18
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	7	1.19
Tec. Mto.	3,000.00		1.11	7	.15
Papel	500.00 ₂		8.00	1	8.00
Aspersor	10.00	30 Días	.33	7	.04
Pizeta	100.00	200 Días	.50	7	.07
Pinzas	100.00	200 Días	.50	22	.02
Charola	50.00	100 Días	.50	22	.02
Electricidad					.44
Varios					.05
Subtotal					10.81
Total					29.00

- 1.- Homogenizador Boerner.
- 2.- Papel anchor, 1000 hojas

Cuadro 4.29.- Determinación de costo del ensayo germinación estándar en cámara de baja capacidad en maíz.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
H. Boerner 1	6,000.00	10	3.00	96	.03
Germinadora	10,000.00	3	9.13	17	3.75
Sembradora	1,500.00	3	2.50	22	.11
Varios					.05
Subtotal					3.94
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	7	9.52
Encargado	6,000.00		200.00	30	6.66
Subtotal					16.18
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	7	1.19
Tec. Mto.	3,000.00		1.11	7	.15
Papel	500.00 ²		8.00	1	8.00
Aspersor	10.00	30 Días	.33	7	.04
Pizeta	100.00	200 Días	.50	7	.07
Pinzas	100.00	200 Días	.50	22	.02
Charola	50.00	100 Días	.50	22	.02
Electricidad					2.96
Varios					.05
Subtotal					13.33
Total					33.00

- 1.- Homogenizador Boerner
- 2.- Papel anchor 1000 hojas.

Cuadro 4.30.- Determinación de costo del ensayo germinación estándar en cámara de alta capacidad en trigo

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
H. Boerner 1	6,000.00	10	3.00	96	.03
Germinadora	48,000.00	5	26.30	300	.61
Sembradora	1,500.00	3	2.50	34	.07
Canastas	200.00	3	.18	20	.06
Varios					.05
Subtotal					.82
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	10	6.66
Encargado	6,000.00		200.00	30	6.66
Subtotal					13.32
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	10	.83
Tec. Mto.	3,000.00		1.11	10	.11
Papel	500.00 2		4.00	1	4.00
Aspersor	10.00	30 Días	.33	10	.03
Pizeta	100.00	200 Días	.50	10	.05
Pinzas	100.00	200 Días	.50	34	.01
Charola	50.00	100 Días	.50	34	.01
Electricidad					.22
Varios					.05
Subtotal					6.14
Total					20.00

1.- Homogenizador Boerner.

2.- Papel anchor, 1000 hojas.

Cuadro 4.31.- Determinación de costo del ensayo germinación estándar en cámara de baja capacidad en trigo.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
H. Boerner 1	6,000.00	10	3.00	96	.03
Germinadora	10,000.00	3	9.13	35	1.85
Sembradora	1,500.00	3	2.50	34	.07
Varios					.05
Subtotal					2.00
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	10	6.66
Encargado	6,000.00		200.00	30	6.66
Subtotal					13.32
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	10	.83
Tec. Mto.	3,000.00		1.11	10	.11
Papel 2	500.00		4.00	1	4.00
Aspersor	10.00	30 Días	.33	10	.03
Pizeta	100.00	200 Días	.50	10	.05
Pinzas	100.00	200 Días	.50	34	.01
Charola	50.00	100 Días	.50	34	.01
Electricidad					1.44
Varios					.05
Subtotal					7.36
Total					23.00

1.- Homogenizador Boerner.

2.- Papel anchor 1000 hojas.

principalmente de la carga de muestras de germinación de un laboratorio y las especies que se manejan en este, puesto que no todas requieren la misma temperatura para su óptima germinación.

En la prueba de viabilidad con tetrazolio, el tamaño y forma de la semilla así como la parte indispensable de la semilla para su evaluación altera la variable tiempo en los procesos de corte y evaluación de las muestras. Lograr una mayor eficiencia en la prueba de tetrazolio implica también, una área de trabajo con excelente iluminación, así como contar con el equipo como estufa, lupa con iluminación o lámpara y estereoscopio según el caso.

El costo de la prueba está dado principalmente por el número de muestras diarias que puede desarrollar un analista como se muestra en los cuadros 4.32 y 4.33. Sin embargo este costo es compensado con la rápida información del porcentaje de viabilidad de la muestra de semilla.

Experimento Cuatro. Pruebas de Vigor.

El costo de las distintas pruebas de vigor está determinado por el equipo y material utilizado y el tiempo

Cuadro 4.32.- Determinación de costo del ensayo viabilidad con tetrazolio en maíz.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
H. Boerner 1	6,000.00	10	3.00	96	.03
Estufa	8,000.00	5	8.00	60	.13
Balanza	2,000.00	3	3.33	96	.03
Lámpara	1,700.00	1	8.50	32	.26
Varios					.05
Subtotal					.50
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	6	11.11
Encargado	6,000.00		200.00	40	5.00
TTZ 2	120.00		2.16	10	.26
Subtotal					16.37
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	6	1.38
Tec. Mto.	3,000.00		.55	6	.09
Papel A. 3	5.00		.01	1	.01
Matraz Bola	200.00	100 Días	2.00	6	.33
Espátula	100.00	200 Días	.25	96	.002
Pinzas	100.00	200 Días	.50	32	.01
Vaso P. 4	80.00	100 Días	.80	6	.13
Termómetro	200.00	100 Días	2.00	6	.33
Electricidad					.22
Varios					.05
Subtotal					3.38
Total					20.00

1.- Homogenizador Boerner.

2.- 2, 3, 5, cloruro de trifenil tetrasolio.

3.- Papel aluminio.

4.- Vaso de precipitado.

Cuadro 4.33.- Determinación de costo del ensayo de viabilidad con tetrazolio en trigo.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
H. Boerner 1	6,000.00	10	3.00	96	.03
Estufa	8,000.00	5	8.00	60	.13
Balanza	2,000.00	3	3.33	96	.03
Lámpara	1,700.00	1	8.50	20	.42
Varios					.05
Subtotal					.66
C. Variables					
Sueldos					
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	6	11.11
Encargado	6,000.00		200.00	40	5.00
TTZ 2	120.00		1.20	10	.12
Subtotal					16.23
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	6	1.38
Tec. Mto.	3,000.00		.55	6	.09
Papel A. 3	5.00		.01	1	.01
Matraz Bola	200.00	100 Días	2.00	6	.33
Espátula	100.00	200 Días	.25	96	.002
Pinzas	100.00	200 Días	.50	32	.01
Vaso P. 4	80.00	100 Días	.80	6	.13
Termómetro	200.00	100 Días	2.00	6	.33
Electricidad					.22
Varios					.05
Subtotal					3.38
Total					20.00

- 1.- Homogenizador Boerner.
- 2.- 2, 3, 5, cloruro de trifenil tetrasolio.
- 3.- Papel aluminio.
- 4.- Vaso de precipitado

de elaboración de la prueba que se traduce en la cantidad de muestras desarrolladas en un día de trabajo. Sin embargo la prueba a realizar no se escoge por el costo o el tiempo que ésta lleve, sino por la información que se requiere. El ensayo de vigor a utilizar depende también de la especie de que se trate y de las condiciones que encontrará la semilla en campo o durante su almacenamiento. así en la prueba fría el costo se atribuye principalmente al equipo utilizado que en el caso de usar el sustrato suelo, requiere además de la cámara fría, facilidades para la determinación de humedad del suelo como son horno y balanza de precisión, además el mayor tiempo empleado radica en la mayor carga por preparación del sustrato y manejo de charolas y menor número de ensayos a poner por día, es decir menor capacidad de cámara. No así el sustrato toalla que requiere menos facilidades y permite establecer mayor número de muestras.

Planteado lo anterior en el cuadro 4.39 se plasman tiempos desde 22 minutos para longitud de plúmula hasta una hora 40 minutos en prueba fría en suelo, siendo en esta también el mayor costo de 32.00 pesos. (cuadros 4.34 al 4.38).

Cuadro 4.34.- Determinación de costo del ensayo envejecimiento acelerado en maíz.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
H. Boerner 1	6,000.00	10	3.00	96	.03
C.E.A. 2	40,000.00	5	21.91	72	1.21
Germinadora	48,000.00	5	26.30	300	.61
Sembradora	1,500.00	3	2.50	96	.02
Canastas	200.00	3	.18	20	.06
Varios					.05
Subtotal					1.98
C. Variables Sueldos					
Directos Mensuales					
Analista	2,000.00		66.66	20	3.33
Encargado	6,000.00		200.00	30	6.66
Subtotal					9.99
C. Variables Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	20	.41
Tec. Mto.	3,000.00		1.11	20	.05
Cajas P. 3	50.00	100 Días	.50	20	.05
Papel 4	500.00		4.00	1	4.00
Vaso P. 5	200.00	100 Días	2.00	20	.10
Aspersor	10.00	30 Días	.33	20	.01
Pizeta	100.00	200 Días	.50	20	.02
Pinzas	100.00	200 Días	.50	96	.005
Charola	50.00	100 Días	.50	96	.005
Electricidad					.35
Varios					.05
Subtotal					5.88
Total					18.00

- 1.- Homogenizador Boerner.
- 2.- Cámara de envejecimiento acelerado.
- 3.- Cajas de plástico.
- 4.- Papel anchar 1000 hojas.
- 5.- Vaso de precipitado.

Cuadro 4.35.- Determinación de costo del ensayo prueba fría en suelo para maíz.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
H. Boerner 1	6,000.00	10	3.00	96	.03
Refrigerador	48,000.00	5	26.30	40	4.60
Germinadora	48,000.00	5	26.30	40	2.63
Cribas	200.00	3	.33	20	.02
Varios					.05
Subtotal					7.33
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	5	13.33
Encargado	6,000.00		200.00	30	6.66
Subtotal					19.99
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	5	1.66
Tec. Mto.	3,000.00		1.11	5	.22
Cajas P. 2	50.00	100 Días	.50	5	.10
Pinzas	100.00	200 Días	.50	15	.03
Vaso P.	200.00	100 Días	2.00	5	.40
Probeta	200.00	100 Días	2.00	5	.40
Electricidad					.35
Varios					.05
Subtotal					4.04
Total					32.00

1.- Homogenizador Boerner.

2.- Cajas de plástico.

Cuadro 4.36.- Determinación de costo del ensayo prueba fría en tacos para maíz.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
H. Boerner 1	6,000.00	10	3.00	96	.03
Refrigerador	48,000.00	5	26.30	180	1.02
Germinadora	48,000.00	5	26.30	300	.35
Sembradora	1,500.00	3	2.50	34	.07
Canasta	200.00	3	.18	20	.04
Varios					.05
Subtotal					1.56
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	10	6.66
Encargado	6,000.00		200.00	30	6.66
Subtotal					13.32
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	10	.83
Tec. Mto.	3,000.00		1.11	10	.11
Papel 2	500.00		6.00	1	6.00
Pinzas	100.00	200 Días	.50	34	.01
Charola	50.00	100 Días	.50	34	.01
Aspersor	10.00	30 Días	.33	18	.01
Electricidad					.35
Varios					.05
Subtotal					8.20
Total					23.00

1.- Homogenizador Boerner.

2.- Papel anchor 1000 hojas.

Cuadro 4.37.- Determinación de costo del ensayo envejecimiento acelerado en trigo.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
H. Boerner 1	6,000.00	10	3.00	96	.03
C.E.A. 2	40,000.00	5	21.91	72	.60
Germinadora	48,000.00	5	26.30	600	.30
Sembradora	1,500.00	3	2.50	60	.04
Canastas	200.00	3	.18	40	.03
Varios					.05
Subtotal					1.05
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	18	3.70
Encargado	6,000.00		200.00	30	6.66
Subtotal					10.36
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	18	.01
Tec. Mto.	3,000.00		1.11	20	.05
Cajas P. 3	50.00	100 Días	.50	18	.05
Papel 4	500.00		2.00	1	2.00
Vaso P. 5	200.00	100 Días	2.00	18	.11
Aspersor	10.00	30 Días	.33	18	.01
Pizeta	100.00	200 Días	.50	18	.02
Pinzas	100.00	200 Días	.50	60	.008
Charola	50.00	100 Días	.50	60	.008
Electricidad					.24
Varios					.05
Subtotal					3.38
Total					15.00

- 1.- Homogenizador Boerner.
- 2.- Cámara de envejecimiento acelerado.
- 3.- Cajas de plástico.
- 4.- Papel anchor 1000 hojas.
- 5.- Vaso de precipitado.

Cuadro 4.38.- Determinación de costo del ensayo longitud de plúmula en trigo.

	A	B	C	D	E
Costos					
Fijos					
H. Boerner 1	6,000.00	10	3.00	96	.03
Germinadora	10,000.00	3	9.13	70	.91
Varios					.05
Subtotal					.99
C. Variables	Sueldos				
Directos	Mensuales				
Analista	2,000.00		66.66	21	3.17
Encargado	6,000.00		200.00	30	6.66
Subtotal					9.83
C. Variables					
Indirectos					
Secretaria	1,500.00		50.00	60	.83
Mozo	1,000.00		8.33	21	.39
Tec. Mto.	3,000.00		1.11	21	.05
Papel 2	500.00		3.00	1	3.00
Aspersor	10.00	30 Días	.33	60	.005
Pinzas	100.00	200 Días	.50	60	.008
Charola	50.00	100 Días	.50	60	.008
Electricidad					.72
Varios					.05
Subtotal					5.05
Total					16.00

1.- Homogenizador Boerner.

2.- Papel anchor 1000 hojas.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y con relación a los objetivos planteados, en el presente estudio se puede concluir lo siguiente:

Es indispensable conocer el tiempo en que se realizan cada una de las etapas de un ensayo para determinar el costo total del mismo.

Para considerar válido el tiempo de realización de el ensayo, es indispensable que el analista este capacitado en el desarrollo de la prueba y en la especie en estudio.

Los costos se determinan principalmente por el tiempo de realización del ensayo y por el costo depreciado del equipo utilizado.

La confiabilidad está dada principalmente por el

entrenamiento del analista, que hará reproducibles los resultados.

El porcentaje de germinación es reproducible y similar en ambas cámaras.

En el ensayo de germinación el costo es determinado por la capacidad de la cámara.

La confiabilidad y reproducibilidad de resultados, es producto del entrenamiento del analista, el manejo del ensayo y el equipo utilizado.

RESUMEN

En nuestro país la evaluación de la calidad de la semilla da inicio en 1947 con la formación de la Comisión Nacional del Maíz y en 1961 surge la Primera Ley de Semillas y se crea el Sistema Nacional de Producción y Certificación de semilla, iniciando los primeros laboratorios de semillas. Actualmente la Ley Sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas del 15 de julio de 1991 en su Artículo 7° abre la oportunidad de establecer laboratorios de certificación manejados por la iniciativa privada y/o instituciones, para ello es necesario conocer el costo de dichos análisis mediante una metodología establecida.

Por lo anterior el CCDTS de la Universidad en su línea de investigación ensayo de semillas, realizó este trabajo con los objetivos de determinar el tiempo y costos de los ensayos de rutina para las especies de maíz y trigo, así como el costo y confiabilidad al utilizar cámara de baja y alta capacidad para el ensayo de germinación y la

reproducibilidad de resultados dentro del laboratorio. Para ello se evaluaron diez muestras de lotes de semillas disponibles a la venta, y correspondientes a semilla certificada en cada especie, para los principales ensayos de rutina, en los que se determinó el tiempo de realización de los ensayos y posteriormente su costo y la confiabilidad en base a las repeticiones de pruebas utilizándose en ello un diseño de bloques al azar.

Cuadro 4.39.- Tiempo y costo de ensayos de calidad en maíz y trigo.

Ensayo	Maíz		Trigo	
	Tiempo (hr)	Costo (\$)	Tiempo (hr)	Costo (\$)
Pureza Física	15'	7.00	20'	8.00
D.O.S. *	16'	6.00	17'	6.00
Peso Volumétrico	3'	4.00	2'	4.00
Peso Mil Semillas	15'	13.00	20'	14.00
Humedad Estufa	4 hr 45'	17.00	45'	17.00
Humedad Steinlite	3'	3.00	2'	3.00
Humedad Motomco	5'	5.00	5'	5.00
Germinación C.A.C	1 hr 10'	29.00	50'	20.00
Germinación C.B.C	1 hr 10'	33.00	50'	23.00
V. Tetrázolío	1 hr	20.00	1 hr	20.00
E. Acelerado	25'	18.00	25'	15.00
Prueba Fría Suelo	1 hr 40'	32.00		
Prueba Fría Tacos	45'	23.00		
Longitud Plúmula			22'	16.00

* Determinación de otras semillas

Germinación en cámara de alta capacidad y en cámara de baja capacidad.

Viabilidad con tetrázolío.

Envejecimiento acelerado.

LITERATURA CITADA

- Abdul-Baki, a.a and J.D. Anderson. 1972. Physiological and Biochemical Deterioration of Seeds. In: Kozlowski, T.T. Seed Biology Vol. II Academic Press New York USA P. 283-316.
- Alvarez, L.,E. 1980. Primer Seminario de Semillas Mejoradas en México. Centro de Ecodesarrollo. México. p. 24-29.
- Anderson, H. y Raiborn, M. 1995. Conceptos Básicos de Contabilidad de Costos. Edit. CECSA. México. p. 129-145; 395-404 y 475-478
- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Seed Vigor Test Committee of the AOSA. USA. 82 p.
- Backer, M.; Jacobsen, L. y Ramírez, P., D. 1985. Contabilidad de Costos. Un Enfoque Administrativo para la Toma de Decisiones. 2 ed. Edit. Mc Graw-Hill. México. p. 349-417.
- Badillo, N.,E. 1981. El Sistema de Semillas Certificadas en México. Colegio de Postgraduados, Centro de Economía. Centro de Ecodesarrollo. México. 367 p.
- Balderas, L.,M. 1985. Producción de Semillas en México. Memoria de la Reunión Nacional Sobre Producción de Semillas en México. Chapingo, México. p. 108-115.
- Balkin, D. y B. Suárez. 1990. El Fin del Principio. Edit. Limusa. México, D.F. p. 123-136.

- Berkey, D.A. 1993. Seed Vigor Testing Symposium. Industry Prespective of Vigor Testing. J. Seed Tech. 17(2):127-133. Colorado
- Bould, A. and J.E. Barnes. 1984. Method of Training Seed Analysts Developing Countries. Seed Sci. Technol. The Netherlands. 12: 455-460.
- Bustamante, G.,L. 1982. Memorias del Curso de Actualización Sobre Tecnología de Semillas. U.A.A.A.N. México. p. 99-106.
- Carballo, C.,A. 1985. Producción de Semillas en México. Memoria de la Reunión Nacional Sobre Producción de Semillas en México. Chapingo, México. p. 152-156.
- Celis, A.,H. 1985. Producción de Semillas en México. Memoria de la Reunión Nacional Sobre Producción de Semillas en México. Chapingo, México. p. 184-208.
- Coopeland, L.O. and M.B. McDonald. 1985. Principales of Seed Sci. Technology. 2 ed. Burgess Publishing. Co. Minnesota. USA. 240 p.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). 1965. Semillas. Manual para el Análisis de su Calidad. Herrero, S.A. México. p. 1-38, 40-56 y 95-104.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). 1980. Semillas. Anuario de Agricultura. CECSA. México. p. 650-854.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). 1984. Semillas. Editorial Continental, S.A. de C.V. México. p. 854-872.
- Duffus, C. and C. Slaughter. 1985. Las semillas y sus Usos Edit. AGT. México p. 50, 84-89.

Everson, L., E. 1985. Setting the Seed Blower and Preparing Calibration Samples for the Purity Analysis of Gramineae Species. Seed Sci. and Technol. 13, 871-881.

Ferguson, J.M. 1993. Seed Vigor Testing Symposium. AOSA Prespective of Seed Vigor Testing. J. Seed Tech. 17(2):101-104. Colorado

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1983. Thechnical Guideline for Cereal Seed Testing. FAO. Roma. p. 16-28.

García, G., J. 1985. Producción de Semillas en México. Memoria de la Reunión Nacional Sobre Producción de Semillas en México. Chapingo, México. p. 3-21.

Hampton, J.G. 1993. Seed Vigor Testing Symposium. The ISTA Prespective of Seed Vigor Testing. J. Seed Tech. 17(2):105-120. Colorado

International Seed Testing Association (ISTA). 1979. Manual de Evaluación de Plántulas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 82 p.

1985. Inernational Rules For Seed Testing. Seed Sci. Technol. The Netherlands 13(2):519 p.

1985a. Manual de Ensayos al Tetrazolio. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación 1986. Madrid. 79 p.

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, Edo. de México. p. 1-34.

- Landenmark, O. 1979. Pure Seed Evaluation. Seed Sci. and Technol. 7:571-576.
- León, R. de 1980. Primer Seminario de Semillas Mejoradas en México. Centro de Ecodesarrollo. México. p. 35-38.
- Diario Oficial de la Federación. 1991. Ley de Producción, Certificación y Comercio de Semillas.
- Mata, D.,A. y Aguilera, G.,V. 1992. Matemáticas Financieras 2 ed. Edit. Mc Graw Hill. México. p. 25-40.
- McDonald, M.B. 1993. Seed Vigor Testing Symposium. The History of Seed Vigor Testing. J. Seed Tech. 17(2):93-100. Colorado
- Miles, D.F. 1963. Field Crop. Abst. USA 34(7):58.
- Mondragón, C. y E. Ebner. 1980. Primer Seminario de Semillas Mejoradas en México. Centro de Ecodesarrollo. México. p. 68-73.
- Moreno, M.,E. 1984. Análisis Físicos y Biológico de Semillas Agrícolas. UNAM. México. 383 p.
- Odiemah, M. 1987. Germinability and Vigour of Wheat Seed Compartment at different Periods of Storage. Acta Agronomica Hungarica. 36(3-4)307-308.
- Paredes, M.,G. 1985. Producción de Semillas en México. Memoria de la Reunión Nacional Sobre Producción de Semillas en México. Chapingo, México. p. 101-106.
- Perry, D.A. 1973. Seed Vigour and Stand Establishment. Hort. Abstr. 42:334-342.
- _____ 1978. Report of the Vigour Test Committee

1974-1977. Seed Sci. and Technol. 6:159-181.

Portus, G., L. 1993. Matemáticas Financieras. 3 ed. McGrawHill. México. p. 277-288.

Reyes, P.E. 1975. Contabilidad de Costos. 7 ed. Limusa. México. p. 11-42.

Rio, G., C. del 1983. Introducción al Estudio de la Contabilidad y Control de los Costos Industriales ECASA. México. p. 20-24.

1993. Costos III, Variable de Distribución, Administración y Toma de Decisiones. ECASA. México. p. 50-62.

Rocha, S., H y González, C., E. 1974. Contabilidad de Costos Industriales. Segundo Curso. Trillas. México. 150 p.

Sayers, R. 1982. Memorias del Curso de Actualización Sobre Tecnología de Semillas. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo. p. 129-136.

Snedecor, G.W y W.G. Cochran. 1978. Métodos Estadísticos. CECSA. México. p. 127-130.

Thomson, J.R. 1979. An Introduction to Seed Technology. Leonard Hill. Edinburgh Scotland. p. 10-15 y 77-80.

Tijerina, M., A. 1980. Primer Seminario de Semillas Mejoradas en México. Centro de Ecodesarrollo. México. p. 39-58.

1982. Memorias del curso de Actualización sobre Tecnología de Semillas. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo. p. 141-144.

VanderBury, W.J., J. Bekendam., A. VanGeften., and M.
Heuver. 1983. Project Seed Laboratory 2000-5000.
Seed Sci. Technol. The Netherlands. 11:157-227.