

COMPARACION DE LA CALIDAD FISICA Y FISIOLÓGICA DE
LA SEMILLA DE MAIZ OBTENIDA BAJO TRES
SISTEMAS DE PRODUCCION

POR

Elvin Mauricio Zuniga Borjas

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

MICROISIS:	4404
FECHA:	7/01/92
ENCARGADO:	<i>Zuniga</i>

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

Abril, 1991

COMPARACION DE LA CALIDAD FISICA Y FISIOLÓGICA DE
LA SEMILLA DE MAIZ OBTENIDA BAJO TRES
SISTEMAS DE PRODUCCION

POR

ELVIN MAURICIO ZUNIGA BORJAS

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana
permiso para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para los usos que considere necesarios.
Para otras personas y otros fines, se reservan
los derechos del autor.

Elvin Mauricio Zúniga Borjas

Abril 1991

DEDICATORIA

A Dios, por haberme concedido la oportunidad de lograr una meta más en mi vida. Con mucho amor y cariño a mi querida y linda madre Soledad de Zúniga que con su amor, comprensión y apoyo ha sabido guiarme y brindarme la oportunidad de realizar mis estudios.

En memoria a mi querido padre Narciso Zúniga Aplicano (QEPD) con amor, respeto y admiración.

A mis hermanos, Norman y Carolina por todo su cariño.

A Claudia muy especialmente por su comprensión, apoyo y cariño durante todos estos meses de estudio.

A mis abuelos y tíos por brindarme sus buenos consejos.

BIBLIOTECA WILSON PAPERUE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 99
TEGUIGALPA HONDURAS

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) que a través del Programa PDR/Rep. Federal de Alemania financió este proyecto.

Deseo agradecer con todo respeto al Ing. José A. Perdomo por haberme brindado su apoyo y los conocimientos necesarios para la realización de este trabajo.

Mi agradecimiento también va dirigido al Jefe del Departamento de Agronomía, Dr. Leonardo Corral por haber depositado en mí su confianza, por su valiosa colaboración en la conducción y revisión de este trabajo.

Al Dr. Juan Carlos Rosas, Coordinador del Programa de Cuarto Año, por su ayuda, orientación y facilidades prestadas, y al Dr. Alonso Moreno, Jefe del Proyecto Escuela Agrícola Panamericana/República Federal Alemana (GTZ), por haberme brindado la oportunidad de continuar con mis estudios y culminar mi carrera.

A Camilo Valerio, a mis compañeros Juan Carlos Andrade y Gerardo Murillo y a todas aquellas personas que me brindaron su cooperación en todo momento, en especial, a Noemi Sevilla, Ramiro Moncada y Adalberto Arias.

Al Ing. Mario Bustamente por su cooperación en la revisión de este trabajo, así como también a Isbela de Alvarez, Alfredo Robleto, Fernando Mendoza, Marcos Toapanta, Guillermo Cerritos y Juan Carlos López.

INDICE

	PAG.
Titulo.....	i
Derechos de Autor	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Indice	v
Indice de Cuadros	vi
Indice de Figuras	vii
Indice de Anexos	viii
I INTRODUCCION	1
II REVISION DE LITERATURA	4
III MATERIALES Y METODOS	26
IV RESULTADOS Y DISCUSION	38
V CONCLUSIONES	45
VI RECOMENDACIONES	46
VII RESUMEN	47
VIII LITERATURA CITADA	49
IX ANEXOS	52
Datos Biográficos del Autor	58
Aprobación	59

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Cuadrados Medios obtenidos de los tres sistemas para las variables en estudio a nivel de laboratorio	39
Cuadro 2. Medias obtenidas de los tres sistemas para las variables en estudio a nivel de laboratorio	39
Cuadro 3. Cuadrados Medios obtenidos de los tres sistemas para las variables en estudio a nivel de campo	41
Cuadro 4. Medias obtenidas de los tres sistemas para las variables en estudio a nivel de campo	44

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Efecto del tiempo de almacenamiento en el porcentaje de germinación realizado a nivel de laboratorio	42

INDICE DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Visión simplificada de los atributos genéticos, sanitarios, fisiológicos y físicos de la semilla	53
Anexo 2. Producción artesanal de semilla mejorada DIGESA-PROGETTAPS, Guatemala, 1988	54
Anexo 3. Tratadora manual utilizada para el tratamiento químico de la semilla en el sistema no convencional	55
Anexo 4. Precipitación anual promedio para los años 1989 - 1990. El Zamorano, Honduras	56
Anexo 5. Precipitación anual promedio durante los meses de junio y octubre de 1989. Morocelí, El Paraíso, Honduras	57

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
 ESCUELA AGROPECUARIA PANAMERICANA
 ABRIL DE 1993
 TEGUCIGALPA HONDURAS

I. INTRODUCCION

El maíz (Zea mays L.) es el principal cultivo que se siembra en América Latina. A nivel mundial se ubica como el segundo cultivo más importante después del trigo (FAO, 1987).

En Honduras el maíz ocupa el primer lugar en área cultivada (371,644 ha), obteniéndose una producción nacional de 658,823 toneladas métricas con un rendimiento promedio de 39 qq/ha (1,772 kg/ha) (SECPLAN, 1990).

No se tienen datos precisos sobre el uso de semilla mejorada por el agricultor, sin embargo para el ciclo de 1988-1989 se estimó que el área sembrada para la producción de semilla mejorada fue de 362 ha, que dio una producción total de 1,204 toneladas de semilla a nivel nacional (Secretaría de Recursos Naturales, 1989).

Garay (1989) hace un breve análisis sobre los sistemas de producción de semillas indicando que el sector productivo empresarial está utilizando semilla mejorada, mientras que la mayoría de los pequeños agricultores todavía no la incorporan en su producción. Dentro de un sistema de producción tradicional el pequeño agricultor destina parte de su cosecha para semilla, pero el manejo que recibe esta "semilla" puede ocasionar una reducción en su calidad física y fisiológica.

Según FAO (1988), los pequeños agricultores siembran año tras año algún tipo de semilla y lo más probable es que ésta provenga de su propia cosecha, o en el mejor de los casos del intercambio entre vecinos. Pero este grano que se aparta del consumo, dista de ser una semilla con todas las cualidades

inherentes a esta clasificación.

Al sembrar siempre este tipo de semillas, el agricultor sin saberlo, está limitando sus rendimientos debido a su bajo potencial productivo; disemina malezas y patógenos que siembra junto con el grano, se arriesga a que las semillas no germinen en proporción adecuada por falta de viabilidad debido a problemas en la cosecha o en su almacenamiento, y por último, puede que siga cosechando un producto poco apreciado en el mercado o de escaso valor nutritivo para su consumo.

Para la FAO (1988), el factor económico no es el más importante y decisivo para que el agricultor no tenga acceso a la semilla mejorada, sino que el cultural. No existe conciencia entre ellos de lo que puede significar un cambio en este factor de la producción y tienen miedo de arriesgarse a utilizar algo que desconocen. Sin embargo, mejorar esta situación entre los pequeños agricultores, no es tan difícil, ya que está a su alcance sin mayores costos ni riesgos, ni los fuerza a cambiar sus hábitos; solo requiere de una acción decidida y mancomunada entre los servicios de extensión rural y el agricultor.

Mucho se conoce del contexto social económico y cultural del agricultor pero poco se ha aportado en el sentido de diseñar estrategias o alternativas para mejorar la producción y el abastecimiento de semilla de buena calidad (Camargo, 1989).

El siguiente trabajo presenta el esfuerzo realizado por la Escuela Agrícola Panamericana y la Fundación Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), con el fin de contribuir a la búsqueda de alternativas no convencionales de producción y abastecimiento de semilla de buena calidad producida por el agricultor en forma artesanal, para la cual se realizó una investigación en fincas de pequeños agricultores en la zona de Morocelí.

Los objetivos de este trabajo fueron: 1) evaluar y comparar la calidad física y fisiológica de la semilla obtenida bajo tres sistemas de producción, 2) estimar el deterioro en la calidad fisiológica de la semilla por causa del almacenamiento a través del tiempo, y 3) verificar cuál de los tres sistemas utilizados presenta mejores alternativas.

II. REVISION DE LITERATURA

A. Importancia de la Semilla

Según Camargo *et al.* (1989), entre los diversos insumos incluidos en el proceso de transferencia de tecnología, la semilla representa el puente fundamental que se establece entre los agricultores y la investigación del fitomejorador.

La semilla es el elemento que en su esencia, cataliza el desempeño de los demás insumos. Por su función transmisora de características superiores debe poseer buena calidad, lo cual involucra atributos de orden físico, fisiológico, genético y sanitario. Cuando se dan estos atributos permiten al genotipo expresar su potencial productivo al máximo en manos del agricultor. En muchos de los casos se puede utilizar como una estrategia para mejorar la agricultura en pequeña escala y con recursos limitados (Delouche, 1969 a).

Sin embargo, los programas de transferencia de tecnología no le prestan la atención debida. Esto es desafortunado porque la investigación no puede suplir la falta de semilla de buena calidad. La agricultura industrial tiene pocos problemas para obtener semillas de variedades mejoradas porque las compañías privadas atienden sus necesidades; el tamaño del mercado justifica la inversión en investigación, instalaciones, equipo y recursos humanos. Además, estas compañías semillistas cuentan con el apoyo y el servicio institucional para garantizar la producción de semilla de buena calidad; pero cuando se trata del pequeño agricultor la situación es diferente.

El uso de semilla mejorada por el pequeño agricultor, según Pinchinat (1982), se ve limitado por:

1. La falta de variedades mejoradas adaptadas a las condiciones agroclimáticas, tecnológicas y socioeconómicas del pequeño agricultor.
2. Cobertura insuficiente de los servicios de extensión agrícola.
3. Deficiencia en los mecanismos y canales para la distribución de semillas.
4. Desconfianza por parte del agricultor de que la semilla introducida será mejor que la tradicional.
5. Falta de políticas de crédito que estimulen al pequeño agricultor a utilizar semilla mejorada.

Camargo (1989) indica que en el contexto global del desarrollo agrícola, la semilla tiene una participación importante pero limitada en términos aislados. La semilla por sí sola no aporta incrementos muy significativos en la productividad agrícola, pero sin ella jamás se logrará ofrecer mejores niveles nutricionales para suplir la creciente demanda de la población mundial.

Según Waugh (1982), la semilla no solamente tiene un efecto directo en la producción sino también en la transferencia de tecnología al pequeño agricultor. Es común que en proyectos de desarrollo se decida distribuir entre los pequeños agricultores insumos de alta productividad (semillas certificadas, fertilizantes, plaguicidas) sin antes estudiar

los sistemas de producción que éstos practican. A menudo se comprueba que las limitantes no radican en la falta de recursos, sino más bien, en el uso inadecuado de factores como siembra en la época precisa, profundidad y distancia de siembra, control de malezas, cosecha, etc. Al proporcionar semilla de una variedad de alto potencial productivo sin que estos factores se hayan tomado en cuenta, al momento de la cosecha se obtendrán rendimientos inferiores a los de la semilla tradicional.

Martínez (1982) indica que existen cuatro condiciones importantes para la transferencia de nuevas variedades u otras tecnologías a los pequeños agricultores:

1. Una nueva variedad llamada mejorada no es garantía de que sea mejor que la del agricultor.
2. Si realmente es ventajosa, el agricultor tiene que ver la forma de cómo manejarla y observarla.
3. Una vez que el agricultor esté convencido que quiere utilizar la nueva tecnología, debe tener acceso a ella.
4. Su producto debe tener un mercado con el fin de estimular al agricultor que utilice variedades mejoradas.

B. Calidad de la Semilla

Garay (1989) define la calidad de cualquier producto como un conjunto de características que el consumidor evalúa para decidir si satisface sus expectativas. En el contexto de la semilla él define calidad como el conjunto de cualidades

genéticas, fisiológicas, sanitarias y físicas que dan a la semilla su capacidad para dar origen a plantas productoras. La debilidad de una de estas cualidades introduce un factor limitante en la calidad de la semilla, es tal el caso que genotipos perfectos no expresan su verdadero potencial si la semilla está fisiológicamente deteriorada.

La información de la calidad de la semilla sembrada por los pequeños agricultores es muy limitada. La semilla guardada por el agricultor en términos de calidad no es mala, aunque se pueden hacer mejoras. Con frecuencia los programas para introducir nuevas variedades han fracasado debido a que el suministro de semilla fue deficiente y la calidad de la misma fue mala en relación con la que él había guardado, pues ésta la obtiene manualmente y por consiguiente el daño mecánico y las semillas de malezas no se consideran un problema. La semilla generalmente se trilla a mano, se seca al sol y se limpia manualmente; muchos de ellos han resuelto el problema de control de insectos y en cuanto al almacenamiento tienen éxito porque son pequeñas cantidades que utilizan (Johnson, 1982).

Según Delouche (1982), en la calidad de la semilla para el pequeño agricultor existen dos pautas diferentes, una para aquel que guarda su propia semilla y la otra para un programa o industria que produce y mercadea la semilla para el pequeño productor. Algunas personas consideran que la semilla producida por el propio agricultor es de mala calidad y que el

reemplazo de ésta por una producida por un programa elevará automáticamente la producción. Pero dicho aumento dependerá de su potencial genético. El éxito del agricultor está en que él guarda un pequeño volumen de semilla que puede manejar fácilmente. Además, la práctica de guardar su propia semilla les ofrece algún grado de garantía en cuanto a rendimiento y calidad en tanto que las nuevas variedades pueden constituir un riesgo.

Poey (1982) indica que al guardar su propia semilla, el agricultor utiliza criterios similares para la calidad de la semilla tal como se utilizan para la semilla comercial, aunque no con los mismos métodos para asegurar la calidad de la germinación, la pureza y la sanidad.

Existen tres categorías de agricultores que guardan su propia semilla: el agricultor de subsistencia, el de recursos limitados y el conservador. Los dos primeros tienen grandes limitaciones financieras y culturales, el tercero guarda su propia semilla por razones específicas, alguna de ellas son por tradición, experiencia y costumbre. El pequeño agricultor tiene generalmente mayor cuidado y es más exigente que cualquier equipo mecanizado en la selección de su propia semilla, ya que revisa personalmente cada unidad escogida. Para él la semilla debe ser de tamaño adecuado, entera, uniforme, de buen color y sin mal olor. Sin embargo, aspectos como la resistencia a enfermedades y el potencial de mayores rendimientos son difícilmente mejorados por él.

C. Tipos de Calidad en la Semilla

Según Garay (1989), la calidad de la semilla comprende cuatro componentes esenciales:

1. **Calidad Genética:** Constituye el primer componente esencial de la calidad total de la semilla. El impacto de este componente está en su capacidad de producir plantas con las mismas características genéticas a través del tiempo. Esta calidad comprende la pureza varietal, homogeneidad, potencial de productividad, resistencia a insectos y enfermedades, precocidad y calidad del producto.

2. **Calidad Física:** La calidad física se asocia con la presencia o ausencia de cualquier contaminante distinto a la semilla; estos contaminantes pueden ser materiales inertes, semillas de malezas comunes y nocivas, y semillas de otros cultivos. La condición física esta caracterizada por el contenido de humedad, tamaño, color, densidad, apariencia y daños mecánicos.

3. **Calidad Sanitaria:** Las semillas deben poseer resistencia o tolerancia a ciertas enfermedades para proteger y mantener su calidad. La sanidad de la semilla comprende la presencia o la ocurrencia de hongos, bacterias, virus, nemátodos, insectos y otros.

4. **Calidad Fisiológica:** Se define como la capacidad que posee la semilla para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas. Una buena calidad fisiológica implica integridad de estructuras y procesos fisiológicos que le

permiten a la semilla mantenerse no solo vivas sino con alto índice de vitalidad (Anexo 1).

D. Madurez Fisiológica de la Semilla

El momento en que la semilla alcanza su máximo peso seco se define como madurez fisiológica, y se refiere a los diferentes cambios morfológicos, fisiológicos y funcionales que ocurren en ella desde el momento de la fertilización hasta su madurez. Una innecesaria demora en la cosecha de las semillas después que ha alcanzado su madurez contribuye a su deterioro; ésta demora es similar a almacenarlas en el campo donde la condiciones usualmente son desfavorables (Delouche, 1969 b).

Dávila (1988) indica que cuando la semilla alcanza su máximo peso seco está en su máxima calidad fisiológica, y que después comienza solamente a decrecer en calidad. Para obtener semilla de alta calidad, en una investigación hecha por Salgado (1989) en el Valle de El Zamorano, en la cosecha del híbrido H-27 durante los meses de junio-septiembre, se indica que es necesario que la cosecha se realice en las tres primeras semanas después de la madurez fisiológica, ya que el deterioro de la semilla es mínima. Para esto debe tomarse en cuenta la fecha de siembra de manera que la época de cosecha coincida en meses secos.

El conocimiento de la madurez del cultivo es quizá el punto más crítico que puede tener el agricultor en el momento

de la cosecha, pues de ahí dependerá la calidad fisiológica y el porcentaje de pérdidas que él obtenga en sus cosechas.

Por tradición, él decide dejar en el campo su maíz en la planta para un proceso de secamiento; la dobla, el despunte, y entre otros el emburrado, son prácticas que se realiza cuando la planta tiene la mazorca con las brácteas de color amarillo. En muchos casos no es aconsejable hacer estas prácticas porque pueden interferir con el traspaso de nutrimentos de la planta a la mazorca, afectando la formación de la semilla y consecuentemente su calidad fisiológica.

Las semillas son organismos vivos que requieren de un ambiente favorable que asegure la prolongación de su existencia. El medio que las rodea y su composición forman un sistema ecológico donde los factores físicos, químicos y biológicos (temperatura, humedad, composición y respiración de la semilla, microorganismos, roedores e insectos) interactúan entre sí e influyen directamente en el deterioro de las semillas (Dávila, 1988).

El deterioro de la semilla comprende todos los cambios progresivos detrimientales que ocurren en la semilla hasta su muerte. Este es un proceso inexorable e irreversible, el cual está estrechamente relacionado con el vigor. Los síntomas visibles del deterioro son (Copeland, 1976; citado por Salgado, 1981):

- Baja tasa de crecimiento de la planta.
- Pérdida en el potencial de emergencia en el campo.

- Disminución de la resistencia al estrés ambiental.
- Reducción de la viabilidad durante el almacenamiento.
- Reducción del potencial de rendimiento.

E. Control de Calidad en la Semilla

De todos los insumos que el agricultor utiliza, la semilla es el que tiene mayor influencia en la productividad de los cultivos. Por eso es necesario garantizar la calidad de las semillas usadas por el agricultor. El ideal de alta calidad, el concepto y la aplicación del control de calidad se deben reconocer en todas las partes involucradas en un programa de semillas.

El control de calidad pretende lograr dos objetivos básicos: por un lado, mantener las características de un cultivar que ha sido encontrado como superior; y, por el otro asegurarle al agricultor que la semilla que está sembrando es del cultivo deseado y reúne la calidad requerida para que él no pierda su fe en las semillas mejoradas (Osler, 1981).

Gregg (1974) (citado por Camargo, 1988) define el control interno de calidad en semillas como un trabajo sistemático y continuo de monitoreo para asegurar una uniformidad de los factores de calidad evaluados o como un conjunto de actividades orientadas para la corrección, identificación, eliminación y prevención de problemas que afectan la calidad en los lotes de semilla.

Con el control de calidad las características físicas, genéticas, fisiológicas y sanitarias de la semilla, logran preservarse en el proceso de multiplicación en todas las fases de producción y distribución de semilla.

El control de calidad es esencial, su aplicación es obvia y si no es efectiva entonces un programa de semillas no se puede concebir.

Según Echandi (1981), parte del control de calidad es la certificación, cuyo fin es proteger la pureza genética de los cultivares. Algunas condiciones que deben estar presentes para que opere un buen sistema de control de calidad son una organización adecuada, existencia de legislación y reglamentos, disponibilidad de personal capacitado, y apoyo económico-político del programa de semilla.

Con el control de calidad, se busca minimizar el efecto de la dilución cualitativa que es "la velocidad con que las características físicas, fisiológicas, genéticas y sanitarias de un lote de semillas se pierden, generación tras generación, cuando el proceso de multiplicación no se conduce adecuadamente"; así mismo se pierde la oportunidad de que la nueva variedad exprese su potencial genético (Camargo et al., 1988).

Camargo (1989) clasifica el control de calidad en dos tipos:

- Control Externo: En el cual se realiza la fiscalización del comercio y el mercadeo, y la certificación de la semilla.

- Control Interno: Involucra acciones positivas de los empresarios, productores y comerciantes de semillas, independientemente de la existencia de reglamentaciones oficiales.

Dentro del control interno hay tres tipos:

- Control Interno Oficial:

El cual se realiza basicamente dentro de empresas o instituciones oficiales que producen semillas de las categorías genética y básica que deben seguir normas de control externo de calidad, pero que generalmente tienen sus propios estándares.

- Control Interno Individual:

Normalmente se caracteriza por una acción independiente de establecimiento de estándares establecidos por la parte oficial; las compañías involucradas necesitan hacer inversiones para la construcción de su propio laboratorio de control.

- Control de Calidad Asociativa:

Se caracteriza por acciones conjuntas para el establecimiento de estándares comunes, de análisis, infraestructura, de beneficios, y de personal capacitado.

F. Sistemas de Producción de Semilla.

Camargo et al. (1988), indicaron que la disponibilidad de semilla solamente se obtiene con organización institucional (pública y/o privada) y un buen control de calidad; pero esta

organización, para producir y distribuir semilla en algunos países del Tercer Mundo es muy heterogénea, porque ciertos cultivos, empresas privadas y órganos del gobierno, están orientados hacia los sistemas convencionales de producción y mercadeo. Por otro lado, en las mismas regiones, los pequeños agricultores obtienen su semilla de una forma tradicional. Así, entre la primera forma de organización y esta última, existe una falta de organización de tipo intermedio, que impide mejorar la calidad del material sembrado por los agricultores.

Según Giraldo (1989), un sistema de producción de semilla bien organizado representa una acción que optimiza tanto la expresión de los potenciales genéticos de las nuevas variedades como su difusión entre los usuarios. Existen mecanismos diferentes a través de los cuales los agricultores pueden obtener su material de siembra. Según el mismo autor los sistemas de producción y distribución de semillas se pueden clasificar en tres grandes categorías:

1. Tradicionales
2. Convencionales
3. No Convencionales

1. Sistemas Tradicionales

Se definen los sistemas tradicionales como aquellos en los cuales los agricultores producen su propia "semilla" o la obtienen de agricultores vecinos o zonas aledañas, a través de mecanismos que usualmente no implican desembolso de dinero,

como por ejemplo, el intercambio de semilla por otros bienes o por trabajo comunitario. La calidad de esta semilla normalmente no es buena debido a las limitaciones de tipo social, económico y cultural.

Bajo estos sistemas rara vez los agricultores sustituyen completamente sus variedades y prácticas tradicionales por las recomendadas. Con frecuencia aplican ambos tipos de tecnología en forma simultánea en su sistemas productivos. La semilla producida además no incurre en ningún seguimiento efectivo de control de calidad perdiendo entonces, generación tras generación, sus características que la hacen ser de buena calidad. Sin embargo, esto puede ser ventajoso, debido al gran número y dispersión geográfica de los agricultores que forman parte de estos sistemas que requieren programas de transferencia de tecnología, a través de los cuales es posible mejorar sustancialmente la calidad del material que siembran mediante prácticas culturales sencilla.

2. Sistemas Convencionales

El productor bajo este sistema se caracteriza por su capacidad económica para realizar inversiones de apreciable magnitud en infraestructura física, máquinas y equipo, de acuerdo con sus necesidades y las exigencias contenidas en los reglamentos oficiales sobre semillas. Estos sistemas operan apoyados por una compleja red de instituciones públicas y privadas que realizan funciones de investigación, asistencia técnica, certificación, crédito y otros.

El objetivo esencial del proceso de producción para ellos es la obtención de ganancias.

3. Sistemas No Convencionales

Los agricultores bajo estos sistemas desarrollan estrategias de producción y distribución del material de siembra con características cualitativas que se aproximan al sistema convencional, pero siguen reglamentos y patrones más adecuados a su realidad. La calidad de la semilla que se origina en estos sistemas es siempre superior a los granos que utilizan la mayoría de los pequeños agricultores y con frecuencia puede llegar a ser similar a la calidad de la semilla producida en los sistemas convencionales.

Hernández (1982) define la semilla producida artesanalmente como cualquier tipo de semilla de buena calidad sexual o asexual, producida y beneficiada por los pequeños agricultores, usando sus propias tecnologías con un bajo costo de producción y baja inversión inicial.

Según Poey (1982), una industria artesanal manejada por pequeños agricultores bien puede tener características artesanales como también de una pequeña industria que utilizando sus propios medios y la mano de obra familiar, generarían un producto que ellos mismos venderían.

El término industrial lo utiliza para indicar el tipo de organización que podría establecerse en una comunidad rural, en el que se utilizarían dos estrategias: una, donde el agricultor individual es quien establece un negocio privado a

nivel local y dos, la organización de una asociación que sería propietaria de la empresa (Poey, 1982).

Estos sistemas no convencionales demuestran que en sus inicios los agricultores intentan superar algunos de los siguientes obstáculos:

- a. Falta de semilla en la región.
- b. Pérdidas constantes del cultivo, por mala calidad de la semilla.
- c. Altos precios de la semilla disponible.
- d. Estructura agraria.

Para resolver estos problemas es más efectivo trabajar en organizaciones. Un aspecto singular de estos sistemas es que se basan en la organización y el liderazgo de los agricultores mismos; es necesario que el agricultor aprenda a organizarse antes de producir semilla. Estas clases de cooperativa pueden superar los problemas que un agricultor solo no podría hacerlo ya que una asociación puede calificar como empresa semillista y por lo tanto recibir crédito, asistencia técnica y otros servicios institucionales, al igual que un sistema convencional (Poey, 1982).

Sin embargo, en ausencia de estas organizaciones los pequeños productores progresistas pueden también producir y comercializar sus semillas (Bragantini, 1988).

Existen diversos trabajos de pequeños agricultores que en forma individual o en cooperativas producen semillas artesanalmente. Martinez (1986), indica que en Colombia la

cooperativa agrícola San Gil (Coagrosangil) viene implementando una metodología para la producción de semilla de frijol, con el objeto de obtener semilla de alta calidad y disponible no solo en un lugar requerido y al tiempo oportuno, sino también a un precio justo y equitativo para el agricultor.

Ortíz et al. (1988), indicaron que técnicos de una institución mostraron cómo diferentes agricultores individualmente produjeron semillas de diferentes cultivos en forma artesanal en varias zonas de Guatemala (Anexo 2).

Garay (1987) menciona ciertas experiencias acerca de la producción artesanal de semilla realizadas en los países de: Nicaragua: se inició un programa para el autoabastecimiento de semilla de frijol en 1986.

Colombia: se organizó la cooperativa SUMAPAZ.

Ecuador: se creó la cooperativa de productores de arroz.

Bolivia: se creó una asociación de productores de trigo.

Proceso de Producción Artesanal de Semilla

Cuando se produce la semilla de maíz en forma artesanal se desea que esta nueva semilla sea de buena calidad aunque no sea necesariamente de categoría certificada, pero sí que reúna las siguientes normas mínimas de calidad :

- Germinación mínima del 80%.

- Mezclas con otras variedades:

0% para semilla de origen certificada o registrada.

3% para semilla de variedades criollas.

- Impurezas, 3% .
- Granos decolorados, 3% .
- Máximo contenido de humedad de la semilla, 14% .

Este material es de tan buena calidad como el de los sistemas convencionales; y se obtiene a partir de las siguientes actividades:

- Siembra de semilla básica de variedades recomendadas.
- Eliminación de restos de cultivo del año anterior.
- Erradicación de plantas enfermas y atípicas.
- Cosecha oportuna (lo más próximo después de la madurez fisiológica).
- Selección de mazorcas sanas, de buen tamaño y de buena cobertura.
- Eliminación de las partes extremas de la mazorca.
- Secado natural de la semilla inmediatamente después de la cosecha.
- Tratamiento con insecticida y fungicida a la semilla.
- Almacenamiento en un lugar fresco y ventilado.

G. Métodos para evaluar la calidad de la semilla

El porcentaje de germinación, pureza y sanidad son criterios establecidos para evaluar la calidad de la semilla en pruebas rutinarias de laboratorio. La germinación estándar es la prueba más común y aceptada para evaluar la calidad; sin embargo, no es la más adecuada para evaluar el establecimiento

de la semilla en el campo, por lo que se sugiere como factor adicional el vigor (Delouche y Caldwell, 1972; citados por Rincón y Molina, 1989).

1. Análisis de Vigor

Según Burris (1978) (citado por Rincón y Molina, 1989), el vigor es la sumatoria de los atributos de la semilla y de la plántula que promueven o permiten una germinación uniforme sobre una amplia diversidad de ambientes culminando con un buen crecimiento a lo largo del ciclo vegetativo.

En cambio Popiginis (1985), define el vigor como la suma de todas las propiedades de la semilla que determinan el máximo potencial de actividades y desempeño de la semilla durante la germinación y emergencia de la planta.

Copeland (1976) (citado por Salgado, 1989), indica que el buen vigor en la semilla, en plántulas y plantas se puede manifestar mediante:

- a. Alta velocidad de germinación.
- b. Germinación uniforme y buen desarrollo de plantas bajo condiciones adversas.
- c. Habilidad de emergencia.
- d. Desarrollo morfológico normal de las plántulas.
- e. Buen comportamiento de la semilla en el almacenamiento bajo condiciones óptimas y adversas.

Según Heydecker (1972) (citado por Popiginis, 1985) el nivel de vigor de la semilla puede presentar variaciones por diferentes causas:

- a. Genética. Algunos cultivos son más susceptibles que otros a condiciones ambientales adversas y con menor capacidad de crecer rápidamente que puede deberse en parte a una deficiencia en sus mecanismos metabólicos.
- b. Fisiológica. La pérdida de vigor puede ser debido a la inmadurez de la semilla o al deterioro después de la madurez fisiológica.
- c. Citológica. La pérdida de vigor se puede deber rotura o aberraciones cromosómicas dentro de las células que forman las semillas.
- d. Mecánicas. Quebraduras y daños físicos que favorecen la entrada de microorganismos.
- e. Microbióticas. Los hongos y las bacterias que se acumulan en el interior de la semilla durante la maduración pueden perjudicar el desempeño del vigor en el almacenamiento.

En el proceso de deterioro de la semilla, el vigor se reduce más rápido que la viabilidad. Diversas pruebas de vigor han sido desarrolladas para conocer con mayor precisión el grado de deterioro. Uno de los análisis más comunes para medir el vigor en la semilla es la prueba de envejecimiento acelerado. Fue adaptada inicialmente para predecir el potencial de almacenamiento de algunas semillas; posteriormente se usó para pronosticar el comportamiento de las semillas de soya sembradas en el campo, cuando se definió como prueba de vigor (Rincón y Molina, 1989).

Baskin (1981) (citado por Rincón y Molina, 1989) propuso esta prueba para evaluar la calidad de la semilla en función de su longevidad y capacidad de almacenamiento.

La prueba de envejecimiento acelerado consiste en la exposición de pequeñas muestras de semilla a condiciones adversas por un tiempo específico. Para maíz se sugiere una temperatura de 42°C, con una humedad relativa de 100% durante 96 horas. Después de este período la semilla se obtiene del horno y se coloca en una cámara de germinación bajo condiciones normales de temperatura, humedad relativa y oxígeno.

2. Análisis de germinación

La capacidad que posee la semilla para germinar y desarrollar plántulas normales bajo condiciones favorables de temperatura, oxígeno y humedad se mide a través del ensayo o prueba de germinación. Métodos y procedimientos específicos para las pruebas de germinación se describen en las reglas para las pruebas de germinación de la Asociación Internacional para Ensayos de Semilla (ISTA), dado que las diferentes clases de semillas varían en sus requerimientos óptimos para germinar (Delouche, 1969 c).

Según el mismo autor, el proceso de germinación comprende tres fases:

a. Absorción de humedad

Primera fase del proceso es la imbibición de agua, que se realiza más rápidamente a altas temperaturas. La imbibición es

necesaria para la hidratación de las células y para acelerar las actividades metabólicas. Las semillas necesitan un abastecimiento óptimo de humedad. Para el caso las Gramíneas necesitan un contenido de humedad entre 30-35% para su germinación, mientras que las Fabaceae requieren de un 50-55%.

b. Movilización del alimento dentro de la semilla

Ciertas reacciones enzimáticas se inician cuando el nivel de hidratación de la semilla se incrementa bajo una temperatura favorable. Esas reacciones involucran la transformación de las reservas alimenticias complejas y no desplazables, a simples y desplazables a regiones metabólicas activas del embrión, donde la respiración provee la energía necesaria para su crecimiento y diferenciación.

c. Crecimiento y diferenciación

El crecimiento del embrión, evidencia visible de la germinación, es consecuencia del alargamiento y división celular, que se inicia en los meristemas de la semilla 24 horas después de empezar la absorción de agua.

3. Análisis de daño mecánico en la semilla

Según Delouche (1969 d), las características morfológicas y estructurales de las semillas determinan en gran manera su susceptibilidad a los daños mecánicos. En el manejo de la semilla, desde su cosecha y acondicionamiento, se encuentra sujeta a varios procesos físicos y mecánicos que contribuyen a su deterioro; ésto resulta en semillas rajadas, despuntadas, lastimadas, cortadas, rotas o interiormente ostropeadas.

Los efectos del daño mecánico reducen la calidad física y fisiológica de la semilla así como también su potencial de almacenamiento y su valor en el campo.

Existen dos tipos de daños; el perceptible y el imperceptible, que pueden ser ocasionados por:

- a. Impactos. Por golpe de la semilla en movimiento contra un objeto estacionario o viceversa.
- b. Fricciones o Frotamiento.
- c. Cortes. La cubierta de la semilla es perforada.

Una característica de la semilla que puede ser controlada en cierto modo para minimizar el daño mecánico es la humedad. Aquellas semillas por debajo del 13% y sobre 20% de humedad se dañan fácilmente.

4. Análisis de pureza física

Delouche (1969 e) define la pureza física como la proporción de cada uno de los componentes físicos presentes en un lote de semilla: semilla pura, semilla de otros cultivos, semilla de malezas y materia inerte. Al hacer un análisis de pureza física, éste será determinado por el contenido de semilla pura presente en una muestra que se obtiene de un lote de semillas. El análisis tiene como objetivo además de identificar cada uno de sus componentes, el poder determinar la composición de una muestra de trabajo y por inferencia la composición del lote.

III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación fue realizado de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, y en el Municipio de Morocelí, Departamento de El Paraíso, durante los ciclos agrícolas de 1989-1991. La investigación se llevó a cabo en dos etapas.

1. Primer Año

Se seleccionó un agricultor piloto de la comunidad de Morocelí, que tenía un área de cultivo de 2 ha lo cual lo define como un pequeño agricultor. Junto con él se obtuvo semilla bajo un sistema no convencional. Este sistema comprendió actividades como: la selección de una parcela destinada para la producción de semilla; siembra de semilla básica; eliminación de restos de cultivos anteriores, plantas atípicas y enfermas; cosecha después de madurez fisiológica; selección de mazorcas sanas y de buena cobertura; secamiento; fumigación; tratamiento y almacenamiento de la semilla en un lugar fresco y ventilado. Se destinó una pequeña parcela aproximadamente de 350 m² en la finca del agricultor. Se preparó el terreno con una arada y con dos rastreadas. El distanciamiento entre surcos fue de 1.0 m colocando una semilla por postura cada 0.30 m. La semilla básica de la variedad comercial Honduras Planta Baja (HPB), fue obtenida del Programa de Básicos de la Secretaría de Recursos Naturales. La semilla presentó 96% de germinación y 99.9% de pureza física.

Durante el crecimiento o establecimiento del cultivo se realizó la eliminación de plantas enfermas y atípicas; a la vez se seleccionó plantas vigorosas y que fueran prolíficas (dos mazorcas). Se seleccionaron mazorcas grandes con la mejor cobertura y sanas. El cultivo llegó a madurez fisiológica a los 104 días después de la siembra (DDS), cosechándose a los 122 DDS con un porcentaje de humedad de 30%. Como este porcentaje de humedad era muy alto se procedió al secamiento de las mazorcas colocándolas al sol y al aire, sobre una carpeta de plástico durante un período de cinco días hasta que alcanzara un porcentaje del 18%-22% de humedad, apto para su desgrane. Al momento del desgrane se seleccionó la región central de la mazorca que posee semillas planas y grandes; los extremos, el agricultor los utilizó para consumo.

Desgranado el maíz se colocó este sobre el plástico para reducirle la humedad hasta un 12% y así poder tratarlo y almacenarlo. Antes de tratarlo se hizo una selección minuciosa eliminando toda semilla infestada por hongos. El tratamiento consistió en dos etapas, primero se trató con el insecticida Phostoxin (Fosforo de Aluminio) colocando una pastilla en un saco sellado dentro de una bolsa plástica durante cinco días; al sexto día, se trató con el fungicida Busam 30A (2 metil, tio-benzoato) con una dosis de 30 cc/100 kg de semilla. Este tratamiento se realizó con una tratadora manual (Anexo 3).

Al mismo tiempo y bajo un sistema convencional se obtuvo semilla de la misma variedad, en un lote de 6 ha en la zona de

Monte Redondo, utilizando la infraestructura física, maquinaria y equipo de acondicionamiento de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) de acuerdo con las necesidades y exigencias contenidas en los reglamentos de control oficial e interno de calidad.

Se dejó que el agricultor produjera libremente para producir su semilla en la forma que lo ha realizado tradicionalmente. Esto consistió en cosechar el grano después de tres meses de permanecer en el campo. Luego se realizó una selección de mazorcas de acuerdo a su tamaño y cobertura y la eliminación de aquellas infestadas por insectos y hongos. Seleccionadas las mazorcas, el agricultor las almacenó en la "troja" aplicando solamente ceniza y Fyfanon en polvo al 57% (malatión) para su respectivo tratamiento.

Al final del período de almacenamiento, y con la llegada del nuevo ciclo de siembra, parte de las mazorcas almacenadas como grano fueron destinadas para semilla, seleccionando nuevamente las mejores mazorcas (mazorcas no infestadas por insectos y hongos), y eliminando sus extremos para la obtención de semillas grandes y planas; y sin ningún tratamiento químico las colocó en un recipiente con agua para lograr una pregerminación más rápida de la semilla.

2. Segundo Año

Se diseñaron experimentos en las localidades de Morocelí y El Zamorano (EAP). A la vez, se realizaron diferentes análisis a nivel de laboratorio para evaluar la calidad física

y fisiológica de las semillas producidas en el primer año. Los diseños experimentales tenían como fuente de variación el tipo de semilla obtenida en los sistemas: tradicional, convencional y no convencional.

A. Ubicación del Ensayo y Características del Area

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana en el Valle del Zamorano a $14^{\circ} 00''$ latitud norte y $87^{\circ} 02'$ longitud oeste, con una altitud de 800 msnm y una temperatura promedio de 22°C . Se presentan dos estaciones, la lluviosa de junio a noviembre y la seca de diciembre a mayo. La precipitación anual promedio para los años 1989-1990 fue de 1079 mm. (Anexo 4).

Parte del trabajo, se realizó también en el Municipio de Morocelí, Departamento de El Paraíso, ubicado a una latitud norte de $14^{\circ} 08'$ y longitud oeste de $86^{\circ} 53'$ a 30 km de la EAP. Se sembró en la finca del agricultor Damián López ubicada en la zona baja, carretera hacia Danlí, a una elevación de 700 msnm. Durante el ciclo del cultivo se observó una temperatura promedio mensual de 26°C y una precipitación media anual de 856 mm distribuida entre los meses de junio y octubre de 1989 (Anexo 5).

B. Diseño Experimental

El diseño experimental fue de bloques completamente al azar con tres tratamientos y seis repeticiones. El tamaño de cada parcela fue de 21.6 m^2 con cuatro surcos de 6.0 m de largo separados a 0.9 m de distancia. La parcela útil

consistió de los dos surcos centrales, menos las cabeceras de 0.5 m en cada lado, obteniéndose un área de 9.54 m². El ensayo fue sembrado en La Vega #1 del Departamento de Agronomía el 5 de julio 1990. El segundo ensayo fue sembrado el 28 de octubre de 1990. En cambio en la zona de Morocelí se sembró el 28 de junio de 1990. Todos los ensayos se sembraron manualmente.

C. Descripción de la Variedad

Honduras Planta Baja es una variedad de polinización libre que fue liberada por la Secretaría de Recursos Naturales (SRN) en 1976. La planta alcanza una altura de 1.8 a 2.3 m, característica que la hace muy resistente al acame. Produce mazorcas grandes generalmente ubicadas a un metro desde la base del tallo.

Su grano es grande, dentado y de color blanco. El ciclo vegetativo es de 100 a 110 días hasta la cosecha. Es susceptible a pudriciones de mazorca causadas por patógenos como Diplodia maydis y Diplodia macrospora. Alcanza rendimientos de 65 a 75 quintales por manzana (2954 a 3409 kg/ha) y se adapta a zonas ubicadas hasta 1200 msnm.

D. Densidad de Siembra

En el primer ensayo la densidad de siembra fue de una semilla cada 0.30 m con una separación de 0.9 m entre surcos, lo cual equivale a una densidad poblacional de 40,000 plantas/ha. Esta misma densidad se utilizó en Morocelí. En cambio, en el segundo ensayo sembrado en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), la densidad de siembra fue de dos semillas

por postura cada 0.30 m con una separación de 0.9 m entre surcos. Esto también equivale a una población de 40,000 plantas por ha.

E. Labores Culturales

Todas las unidades experimentales del ensayo se fertilizaron tanto en la finca del agricultor como en la EAP, con un equivalente de 136 kg/ha de fórmula compuesta 18-46-0 y 83 kg/ha de urea. La fórmula compuesta se aplicó a la siembra. La urea se aplicó a los 30 DDS (75%) y a los 50-55 DDS (25%), cuando comenzaba la floración.

Control de Malezas. En los tres ensayos se realizó una deshierba manual y aporque a los 30 y 50 días desde la siembra.

Control de Plagas. Se realizó una aplicación de Furadan (Carbofuran) en una proporción de 12 kg/ha al momento de la siembra, para el combate de gallina ciega (Phyllophaga sp.). Posteriormente se aplicó Lorsban (Chlorpyrifos) (9.1 kg/ha) y MTD (Metamidofos) (0.7 kg/ha) contra gusano cogollero (Spodoptera frugiperda).

Los dos surcos centrales se cosecharon como parcela útil, menos las cabeceras de 0.5 m en cada extremo de los surcos. Esta labor se realizó a los 118 DDS en la EAP. En Moroceli no se logró cosechar debido a que no existió una buena formación de grano por el mal establecimiento del cultivo por causa de la sequía ocurrida en ese período.

F. Recolección de la Información

A Nivel de Laboratorio

Se realizaron diferentes análisis en el laboratorio de semilla del Departamento de Agronomía para evaluar la calidad física y fisiológica de la semilla.

Análisis de Humedad

Se tomó el contenido de humedad de la semilla de cada parcela en base a una muestra de 100 gramos. La prueba se realizó con un medidor de humedad dieléctrico de marca Steinlite.

Análisis De Germinación

Para cada tratamiento se realizaron mensualmente análisis de germinación de la siguiente manera: se sembraron un total de 400 semillas que se tomaron al azar, divididas en cuatro repeticiones de 100 semillas cada una. El sustrato utilizado fue papel toalla. Las semillas se colocaron en una cámara de germinación a una temperatura de 25°C y una humedad relativa de 80%. Los conteos se realizaron cada cinco días y se hacían en base a las siguientes categorías:

- a. Plántulas normales.
- b. Plántulas anormales.
- c. Semillas muertas.

Estas categorías se evaluaron de acuerdo a las siguientes consideraciones:

Plántulas Normales

Para determinar si una plántula era normal o no, se tomó

en cuenta la presencia de las siguientes estructuras:

- a. Sistema radicular bien desarrollado.
- b. Coleóptilo intacto y bien desarrollado.
- c. Plúmula intacta y desarrollada a la mitad del coleóptilo.

Plántulas Anormales

Se consideró como plántula anormal:

- a. La que carecía de alguna de sus estructuras principales.
- b. Cuando alguna de sus estructuras estaba tan dañada o atrofiada que no podría dar origen a una planta normal.

Semillas Muertas

Se consideraron semillas muertas aquellas que absorbieron agua pero por algún motivo no germinaron.

Los síntomas de semillas muertas más comunes son:

- a. Semillas hinchadas.
- b. Semillas infectadas por hongo.
- c. Semillas descoloridas.

El porcentaje de germinación se determinó por el número promedio de plántulas normales presentes en cada una de las repeticiones.

Análisis de Vigor

El método utilizado para evaluar el vigor de la semilla fue el de envejecimiento acelerado. Este análisis se hizo cuando la semilla tenía la edad de doce meses después de cosechada. El procedimiento que se siguió fue:

- a. La semilla se colocó sobre una malla de alambre dentro de unos recipientes de vidrio, en cuatro repeticiones de 100

semillas tomadas al azar.

b. A cada recipiente se le colocó agua para obtener una humedad relativa de 85-100%.

c. Estos recipientes tapados se colocaron en un horno para crear condiciones de estrés con altas temperaturas ($42 \pm 1^{\circ}\text{C}$) por cuatro días.

d. Después de ese período la semilla se extrajo del horno y se colocaron en papel toalla como sustrato en germinadores bajo condiciones favorables de temperatura y humedad, (25°C y 80%, respectivamente).

e. A los cinco días se hizo el conteo tal como si fuese un análisis normal de germinación. Los resultados se expresaron como porcentaje de germinación. Aquellas semillas que lograron germinar bien poseen alto vigor.

Análisis de Pureza Física

El análisis se efectuó para cada uno de los tratamientos. El método que se utilizó es el que especifica el procedimiento de las Reglas Internacionales para Ensayos de Semillas (ISTA). Esto comprende:

a. Obtención de la muestra de trabajo por homogeneización de la muestra de envío que corresponde a una cantidad de 900 gramos en el caso de maíz.

b. Separación de la muestra en sus componentes respectivos:

-Semilla pura.

-Semillas de otros cultivos.

-Materia inerte.

-Semilla de malezas.

c. Separados los componentes de la muestra, se obtuvieron sus respectivos pesos. Estos se sumaron para obtener el peso total.

d. En base al peso total, se calculó para cada uno de los componentes el porcentaje. El resultado de la prueba se evalúa en base al peso del componente de semilla pura de la muestra, del cual se obtiene el porcentaje de pureza física.

Análisis de Daño mecánico

El método utilizado se conoce como Prueba de Verde Rápido (verde de malaquita) y es específico para maíz.

El procedimiento utilizado fue el siguiente:

a. Se pesó una muestra de 150 gramos para cada uno de los tratamientos.

b. De la muestra, se separó toda semilla con daño perceptible.

c. La semilla sin aparente daño visual se colocó en una solución de verde rápido al 0.1% por un período de dos minutos.

d. Al terminar los dos minutos, la semilla se enjuagó.

e. Luego se procedió a separar las semillas dañadas, que se identificaron por tener pintadas de verde las fisuras presentes.

El resultado final se logró mediante la sumatoria del daño perceptible más el daño imperceptible de la semilla y se expresó en porcentaje.

Conteo de semillas en un kilogramo

Para determinar el número de semillas en un kilogramo, el procedimiento que se realizó fue el siguiente:

- a. Se pesaron ocho muestras de 100 semillas de cada tratamiento.
- b. Se obtuvo el peso promedio de las ocho repeticiones.
- c. Se estimaron estadísticas como varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.

El número de semillas se determinó cuando el coeficiente de variación dado por los pesos fue menor que del 6%.

Peso Volumétrico

Se estimó la densidad de la semilla mediante el peso bushel, el cual se define como el peso de una cantidad de semilla que ocupa un volumen de 1.25 pies cúbicos.

Para obtener este peso se usó una balanza de peso volumétrico. La semilla se pesó cinco veces para obtener un promedio de cada tratamiento.

A Nivel de Campo

Los datos que se tomaron durante el desarrollo y cosecha del ensayo se describen a continuación:

Número de plantas establecidas en el campo

Una semana después de la siembra se contó el número de plántulas germinadas en cada unidad experimental.

Altura de planta y mazorca

Se tomaron diez plantas al azar de cada parcela para obtener un promedio. Para la altura de planta se tomó la distancia en

centímetros desde la base del suelo hasta la base de la inflorescencia y para la altura de la mazorca se tomó la distancia en centímetros desde la base del suelo hasta el nudo de la mazorca principal.

Número de mazorcas cosechadas

Se anotó el número total de mazorcas de los dos surcos centrales de cada unidad experimental.

Número de plantas cosechadas

Se anotó el número de plantas cosechadas en los dos surcos centrales con o sin mazorca.

Coefficiente de desgrane

Se tomó el peso de cinco mazorcas completas. Luego se pesó el olote de cada una de éstas para obtener el coeficiente de desgrane, que es la proporción entre el peso de la semilla y el peso total de la mazorca.

Peso de 100 granos

Se tomó el peso de cinco repeticiones de 100 semillas de cada unidad experimental y se obtuvo un peso promedio.

Peso de campo

Se tomó el peso de las mazorcas cosechadas, en kg/parcela, de los dos surcos centrales. Posteriormente el peso se corrigió a 14% de humedad.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 1 se presentan los cuadrados medios de las variables a nivel de laboratorio pureza física, número de semillas por kilogramo, daño mecánico, densidad y porcentaje de germinación. Se encontró diferencias significativas entre los sistemas ($P \leq 0.01$) para las variables número de semillas por kilogramo, daño mecánico y densidad.

En el cuadro 2 se presentan las medias obtenidas a nivel de laboratorio para las variables en estudio y el valor de la Diferencia Mínima Significativa al nivel de probabilidad del 0.05.

Se observó un daño mecánico mayor (38.5%) en el sistema convencional. Esto pudo deberse a que existe un mayor manejo físico y mecánico de la semilla durante la cosecha, el desgrane, el secamiento y el acondicionamiento por los grandes volúmenes de semilla que se obtienen bajo dicho sistema. Es posible también que este daño haya afectado indirectamente el porcentaje de germinación de la semilla en el campo y especialmente durante el período de almacenamiento, sin embargo estas diferencias no se pudieron detectar estadísticamente. El daño mecánico de los sistemas (no convencional y tradicional) fue relativamente bajo, 18% y 11% respectivamente.

Al producirse pequeñas cantidades de semilla es factible manejarla manualmente y por consecuencia causar menos daño.

Cuadro 1. Cuadrados medios para las variables 1) Pureza Física, 2) Daño Mecánico, 3) Densidad, 4) Número de semillas por Kg. y 5) Porcentaje de Germinación obtenidas bajo los tres sistemas evaluados a nivel de laboratorio.

FV	g.l.	1	2	3	4	5
Repeticiones	4	0.099	28.0	0.065	3221.03	21.83
Sistemas	2	0.052	960.0**	5.541**	1343934.87**	3.78
Error	8	0.069	29.0	0.043	2401.79	3.28
C.V. (%)		0.26	23.3	0.37	1.41	1.96

** Denotan valores estadísticamente diferentes al 0.01 nivel de probabilidad.

Cuadro 2. Medias de las variables Número de semillas por kilogramo, Pureza Física, Daño Mecánico, Densidad y Germinación obtenidas bajo los tres sistemas evaluados a nivel de laboratorio: 1) Convencional, 2) No Convencional, 3) Tradicional.

Variable	Sistemas			DMS
	1	2	3	
No. semillas por kg	2882	3862	3666	71.0 **
Pureza física (%)	99.7	99.9	99.9	-
Daño mecánico (%)	38.5	18.9	11.7	7.8 **
Densidad (lb/bushel)	56.8	54.6	55.9	0.3 **
Germinación (%)	91.3	93.2	92.0	-

** Denotan valores estadísticamente diferentes al 0.05 nivel de probabilidad.

Esto ratifica lo que dicen Delouche (1982) y Johnson (1982) acerca de la cantidad de semilla que utiliza el pequeño agricultor, la cual por ser muy poca es de fácil manejo y el daño mecánico ocasionado durante la cosecha y trilla manual es mínimo. La variable número de semillas por kilogramo nos indica que se obtuvieron semillas más grandes bajo el sistema convencional que con los otros dos sistemas. Este efecto se puede atribuir a que bajo dicho sistema se utilizan siembras de precisión con densidades de plantas adecuadas como por ejemplo una semilla por postura, además de proporcionarle al cultivo condiciones más adecuadas de fertilización, agua y manejo. En el caso particular de esta investigación estas condiciones no fueron tan favorables para los lotes de producción en la finca del agricultor y por ende se obtuvieron semillas de menor tamaño.

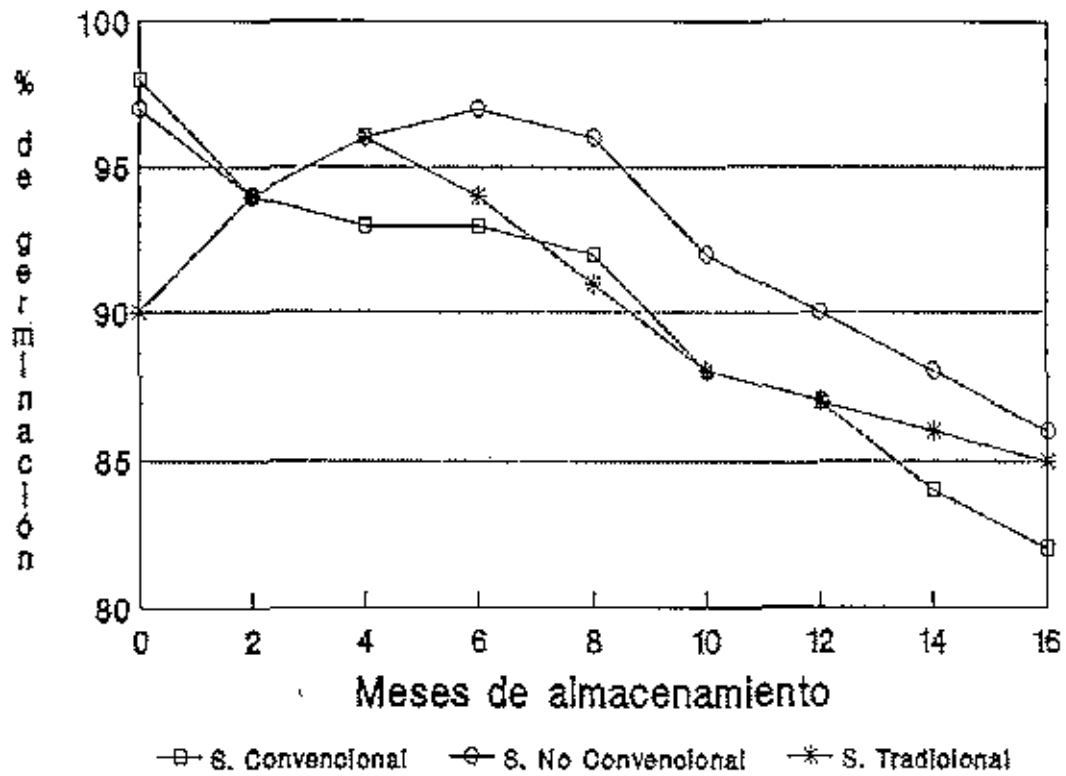
Al evaluar la densidad (peso/volumen) de la semilla producida bajo los tres sistemas se observó que la mayor densidad la obtuvo la semilla del sistema convencional. Las mismas causas que afectaron el tamaño de la semilla pudieron también haber afectado a esta variable, especialmente la cantidad de agua durante el llenado ya que en esta etapa se presentaron condiciones de sequía en la finca del agricultor.

Al medir la germinación de la semilla, como indicativo de la viabilidad de la semilla producida bajo los tres sistemas, se aprecia que las condiciones de almacenamiento (humedad relativa, temperatura) no tuvieron un efecto detrimental

sobre la longevidad de la semilla. Después de 16 meses de almacenamiento en ninguno de los sistemas se observó germinaciones por debajo de 80%. Sin embargo se observa un declive más marcado en la semilla producida bajo el sistema convencional, que presentó la germinación más baja al final del período (82%). Este efecto pudo originarse por el alto porcentaje de daño mecánico (38%) con que resultó esta semilla, afectando su calidad especialmente cuando se involucra el factor tiempo (Figura 1).

En el Cuadro 3 se muestran los cuadrados medios de las variables en estudio obtenidas bajo los tres sistemas evaluados a nivel de campo: altura de mazorca y planta, número de mazorcas por planta, porcentaje de plantas establecidas en el campo, número de plantas cosechadas por parcela útil y rendimiento. Al hacer los análisis estadísticos, ninguno de los sistemas fue diferente para las variables estudiadas ($P < 0.05$). Esto nos indica que al producir la semilla de maíz de la variedad HPB en el ciclo agrícola 89-90 y sembrarla un ciclo después 90-91, no se alteró la composición genética ya que las diferencias entre los tres sistemas fueron mínimas para las variables evaluadas. Sin embargo, bajo un sistema tradicional en donde el agricultor no se preocupa por mantener los rasgos genéticos de la variedad, la dilución cualitativa podría tener su efecto. Esto es difícil de medir de un ciclo a otro, en especial si se toma en cuenta que la evaluación de los tres sistemas comenzó con semilla básica.

Figura 1. Efecto del tiempo de almacenamiento en el porcentaje de germinación.



En el cuadro 4 se presentan las medias obtenidas a nivel de campo para las variables en estudio y evaluadas bajo los tres sistemas de producción.

Cuadro 3. Cuadrados medios para las variables 1) Coeficiente de desgrane, 2) Peso de 100 granos, 3) Altura de mazorca, 4) Altura de planta, 5) Plantas cosechadas, 6) Número de mazorcas por planta, 7) Porcentaje de germinación en el campo y 8) Rendimiento.

FV	gl	1	2	3	4	5	6	7	8
Repet.	5	0.000	8.66	0.023	0.036	19.65	0.065	243.31	9.72
Sist.	2	0.001	7.00	0.064	0.025	10.88	0.034	40.76	5.21
Error	10	0.000	8.36	0.061	0.010	10.68	0.028	43.56	15.35
C.V.		2.36	7.55	22.10	4.91	13.05	11.88	7.86	16.64

n.s, no significativo.

Cuadro 4. Medias de las variables Coeficiente de desgrane, Peso de 100 granos, Altura de mazorca, Altura de planta, Plantas cosechadas, Número de mazorcas por planta, Porcentaje de germinación en el campo y Rendimiento.

Variables	Sistemas		
	1	2	3
Coefic. desgrane (%)	78.3	78.3	80.0
Peso 100 granos (g)	38.7	39.1	37.1
Altura de mazorcas (m)	1.0	1.2	1.0
Altura planta (m)	2.1	2.0	2.0
No. mazorcas/planta	1.3	1.5	1.4
Establecimiento de plantas (%)	82	83	87
Plantas cosechadas	26	24	26
Rendimiento (kg/ha)	3621	3788	3753

V. CONCLUSIONES

Al evaluar y comparar la calidad física y fisiológica de la semilla de maíz obtenida en tres sistemas de producción se llegó a las siguientes conclusiones:

1. En las condiciones en que se realizó este trabajo la semilla de maíz de la variedad HPB obtenida bajo un sistema tradicional y no convencional resultó ser igual o mejor en calidad a la semilla que se produce en un sistema convencional.
2. El alto porcentaje de daño mecánico en la semilla que se obtiene en el sistema convencional pudo haber afectado el porcentaje de germinación de la semilla especialmente durante su almacenamiento.
3. Una segunda selección en las mazorcas por daños de insectos y hongos realizada por el agricultor fue muy importante en la calidad final de la semilla.
4. Al evaluar las características fenotípicas de la variedad incluyendo el rendimiento no se observó diferencias en las poblaciones provenientes de la semilla producida bajo los tres diferentes sistemas.

VI. RECOMENDACIONES

En base en los resultados, observaciones y experiencias obtenidas, en el transcurso de dos años de investigación se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda a los programas de extensión o entidades relacionados con el pequeño productor que para la zona donde se realizó la investigación (Morocelí) es posible la obtención y abastecimiento de semilla de maíz de buena calidad.
2. Todo instructivo técnico dado al pequeño agricultor para la obtención de semilla de buena calidad debe ir acompañado con conocimientos de fitomejoramiento para que el agricultor tenga la habilidad de mantener el genotipo deseado.
3. Se recomienda hacer estudios similares enfocados a otros cultivos especialmente frijol ya que además de ser un grano básico no existe interés de parte de los sistemas convencionales en abastecer el mercado y en especial el del pequeño agricultor.

VII. RESUMEN

El presente trabajo es un estudio preliminar, con el propósito de encontrar una alternativa técnica a la producción y abastecimiento de semilla para el pequeño productor. El trabajo se basa en la evaluación de la calidad física y fisiológica de la semilla de maíz obtenida de tres sistemas de producción: convencional, no convencional y tradicional. El sistema convencional es el empleado por centros de investigación y casas comerciales productoras de semillas y se caracteriza por el alto nivel tecnológico que se aplica. En el sistema no convencional los agricultores desarrollan estrategias de producción que se aproximan al sistema convencional, pero siguen patrones más adecuados a su realidad. En el sistema tradicional el agricultor selecciona de su producción de grano la semilla a utilizar. El material genético empleado fue el de la variedad de maíz de polinización libre Honduras Planta Baja (HPB) que fue sembrado en las zonas de Morocelí y El Zamorano bajo condiciones similares de manejo .

Al hacer las evaluaciones en cuanto a la calidad física entre los tratamientos (sistemas de producción), las mayores diferencias se observaron en el laboratorio para los análisis de peso volumétrico, daño mecánico y conteo de semillas por kilogramo. La semilla obtenida con el sistema convencional presentó mejor peso volumétrico y semillas de mayor tamaño, pero exhibió un alto porcentaje de daño mecánico (38%). En

cambio, al evaluar la calidad fisiológica de la semilla, los análisis estadísticos de porcentaje de germinación y vigor indicaron que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Al comparar otras variables como establecimiento de plantas en el campo, altura de planta y mazorca, número de mazorcas por planta, coeficiente de desgrane y rendimiento por hectárea no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, esto pudo deberse a que la semilla se produjo el ciclo anterior y todos los sistemas iniciaron con la siembra de semilla básica.

Para las condiciones de la zona donde se realizó la investigación se puede concluir que la semilla de maíz de la variedad HPB producida por el agricultor bajo su sistema tradicional y no convencional puede ser igual o mejor que la producida bajo un sistema convencional.

VIII. LITERATURA CITADA

- Bragantini, C. 1988. Sistemas de Producción de Semillas para Pequeños Agricultores; una visión no convencional. Anexo del boletín #2. Vol. 8 Oct. 1988. Semillas para América Latina.
- Camargo, S. 1989. Semillas para pequeños agricultores. Infraestructura de Apoyo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Unidad de Semillas, 1989.
- Camargo C., C. Bragantini, A. Morales. 1988. Sistemas de Producción de Semillas para Pequeños Agricultores: una visión no convencional. Anexo del boletín #2 Vol. 8 Oct. 1988. Semillas para América Latina.
- Davila, S., S. Peske y R. Aguirre. 1988. Madurez fisiológica de la semilla. Beneficio de Semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Unidad de Semillas, 1988.
- Delouche, J.C., 1969. (a) Mejoramiento de la Semilla y el Desarrollo de la Agricultura. Memoria de Cursos sobre Tecnología de Semillas realizado en América Latina. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. p.6-10.
- Delouche, J.C., 1969. (b) Madurez Fisiológica de la Semilla. Memoria de Cursos sobre Tecnología de Semillas en América Latina. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras p.211.
- Delouche, J.C., 1969. (c) Prueba de Germinación, Análisis y Evaluación de Semillas. Memoria de Cursos sobre Tecnología de Semilla. El Zamorano, Honduras. p.534-553.
- Delouche, J.C., 1969. (d) Daño mecánico de las semillas. Memoria de Cursos sobre Tecnología de Semillas en América Latina. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras p.269-271.
- Delouche, J.C., 1969. (e) Análisis de Pureza Física en la Semilla. Memoria de Cursos sobre Tecnología de Semillas en América Latina. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. p.485.
- Delouche, J.C., 1982. Prácticas utilizadas por los pequeños agricultores. Memorias de la Reunión de Trabajo sobre Semilla Mejorada para el Pequeño Agricultor. CIAT, Cali-Colombia. 1981.

- Echandi, R. 1981. Control de Calidad. Memorias de la Reunión de Trabajo sobre Estrategias, Planeación y Ejecución de un Programa de Semillas. CIAT. Colombia. Enero 19-23, 1981 p.37
- FAO. 1987. Estadísticas y censos mundiales. Colección FAO, Datos estadísticos elaborados #1. Roma, Italia.
- FAO. 1988. Autoabastecimiento de semilla de calidad: una solución al alcance del pequeño agricultor. Serie producción y protección vegetal No.2. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Casilla 10095-Santiago, Chile. 1988.
- Garay, A.E. 1989. La calidad de la semilla y sus componentes. La semilla en el contexto agrícola. Trabajo presentado en el Primer Curso Avanzado sobre Sistemas de semillas para pequeños agricultores. CIAT. Mayo 15-Junio 23, 1989.
- Garay, A.E. 1987. Autoabastecimiento de Semilla de buena Calidad. Trabajo presentado en el Primer Curso Avanzado sobre Sistemas de Semillas para pequeños Agricultores. CIAT. Mayo 15-23 Junio, 1989.
- Gregg, J. 1974. Curso Avanzado sobre Sistemas de Semillas para pequeños agricultores 15 Mayo-23 Junio 1989. Unidad de Semillas. CIAT, Cali, Colombia.
- Giraldo, G. 1989. Producción de semilla de frijol. Trabajo presentado en el primer curso sobre sistemas de semillas para pequeños agricultores. CIAT. 15 Mayo-23 Junio, 1989.
- Hernandez, M. 1982. Industria Artesanal de Semilla. Una pequeña empresa. Memorias de la Reunión de Trabajo sobre Semilla Mejorada para el Pequeño Productor. CIAT, Cali, Colombia. Agosto, 1982.
- Jhonson, E.D. 1982. Prácticas utilizadas por los pequeños agricultores en la selección y mantenimiento de su propia semilla. Memorias de la Reunión de Trabajo sobre Semilla Mejorada para el Pequeño Agricultor. CIAT. Cali, COLOMBIA, Agosto, 1982.
- Martínez, E. 1982. Métodos de Extensión que han probado tener éxito para introducir nuevas variedades e incrementar el uso de semilla. Memorias de la Reunión de Trabajo sobre Semilla Mejorada para el Pequeño Agricultor. CIAT. Cali, Colombia, 1982.

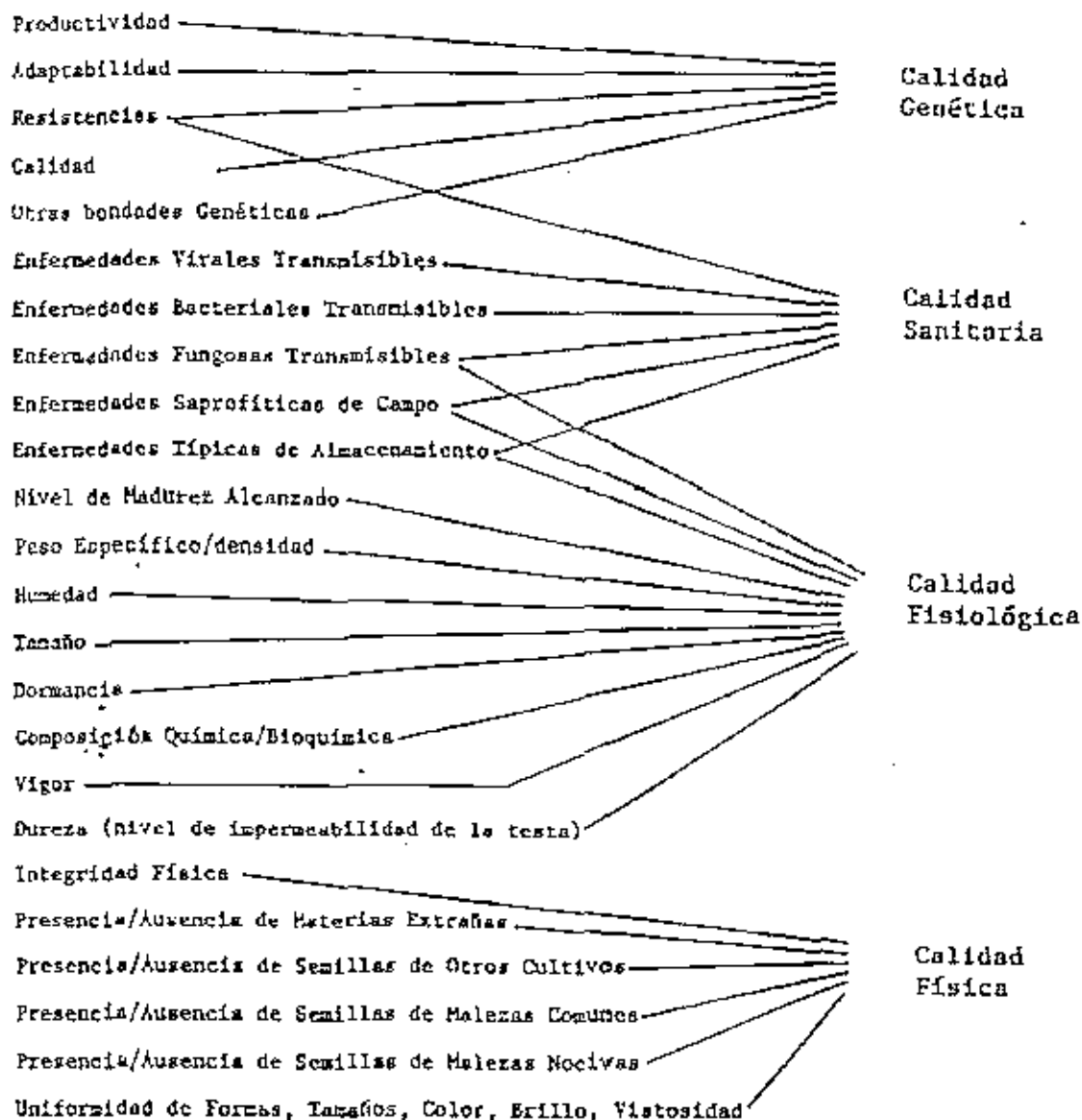
- Osler, R. 1981. Control de calidad. Memorias de la Reunión de Trabajo sobre Estrategias, Planeación y Ejecución de un Programa de Semillas. CIAT, Cali, Colombia. Enero 19-234, 1981.
- Ortiz, R., A. Meneses y P. Rosado. 1988. Producción artesanal de semilla mejorada para aumentar las tasas de adopción. Trabajo presentado en la XXXV Reunión Anual del PCCMCA, San Pedro Sula, Honduras, Abril 1989.
- Pinchínat, A. 1982. Informe del grupo de América Central y El Caribe. Principales causas del uso limitado de semillas mejoradas. Memorias de la Reunión de Trabajo sobre Semilla Mejorada para el Pequeño Agricultor. CIAT, Cali-Colombia, 1982
- Poey, F. 1982. Calidad y características varietales de la semilla guardada por el pequeño productor. Memorias de la Reunión de Trabajo sobre Semilla Mejorada para el pequeño productor. CIAT. Cali-Colombia, 1982.
- Popinigis, F. 1985. Fisiología de la Semilla. 2a. edición, Brasilia-DF, 1985.
- Rincón, F. y J. Molina, 1989. Efecto del método de Envejecimiento acelerado sobre la germinación de las semillas de maíz. Trabajo presentado en la XXXV Reunión Anual del PCCMCA, San Pedro Sula, Honduras, Abril 1989.
- Salgado, L. 1989. Evaluación del deterioro de la semilla de maíz del híbrido H-27 después de madurez fisiológica. Tesis presentada como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. Abril 1989.
- SECPLAN, 1990. Encuesta Agrícola Nacional de Propósitos Múltiples-EAN. 1989. Tomo 1.
- Secretaría de Recursos Naturales, 1989. Folleto sobre la Producción Nacional de semilla mejorada en Honduras en el año de 1989.
- Waugh, R.K. 1982. La semilla en la transferencia de tecnología a los pequeños agricultores. Memorias de la reunión de trabajo sobre semilla mejorada para el pequeño agricultor. CIAT. Cali-Colombia, Agosto, 1982.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Visión simplificada de los atributos genéticos, sanitarios, fisiológicos y físicos de la semilla.

CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

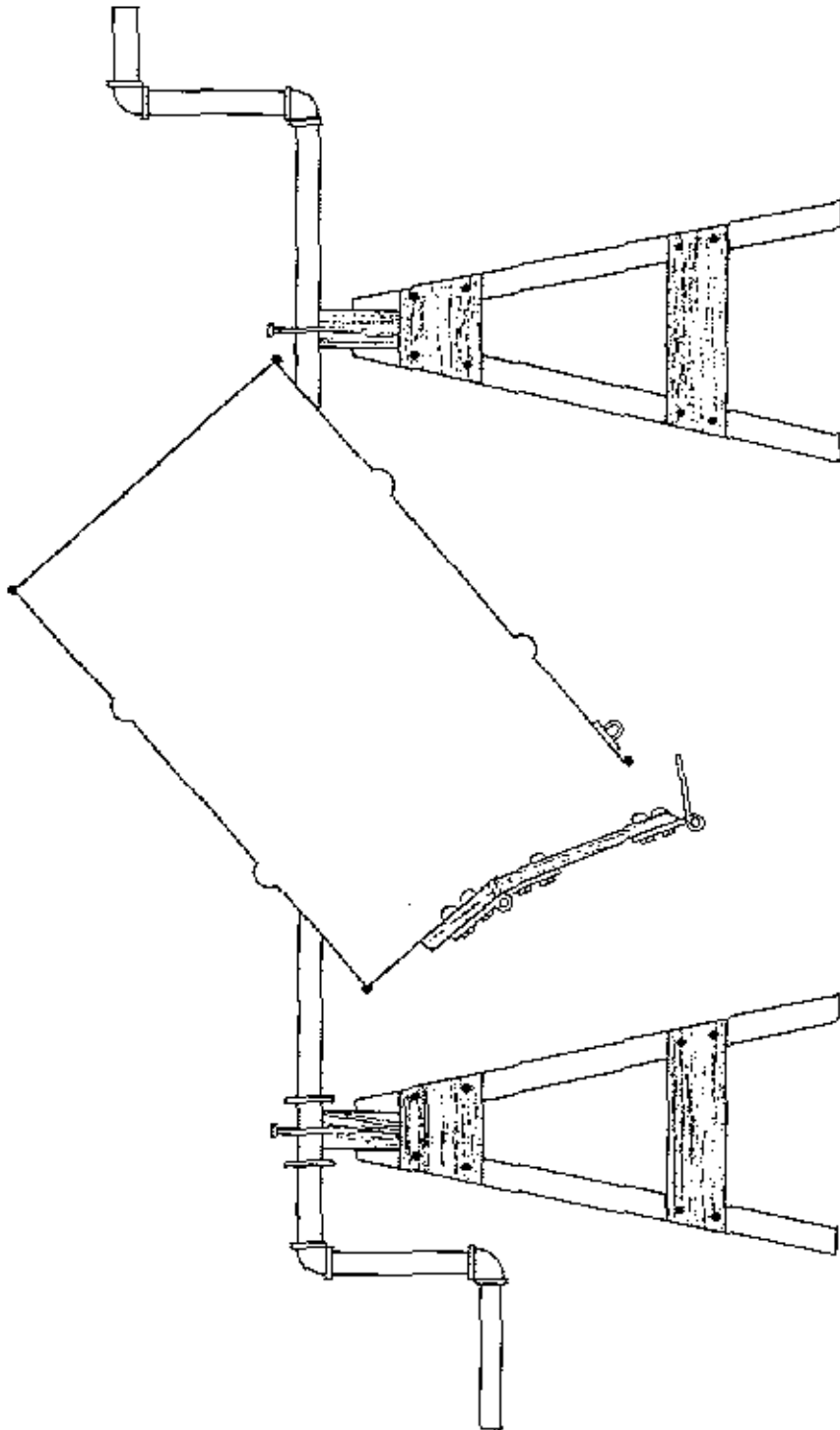
COMPONENTES O CUALIDADES
ESENCIALES ^{1/}



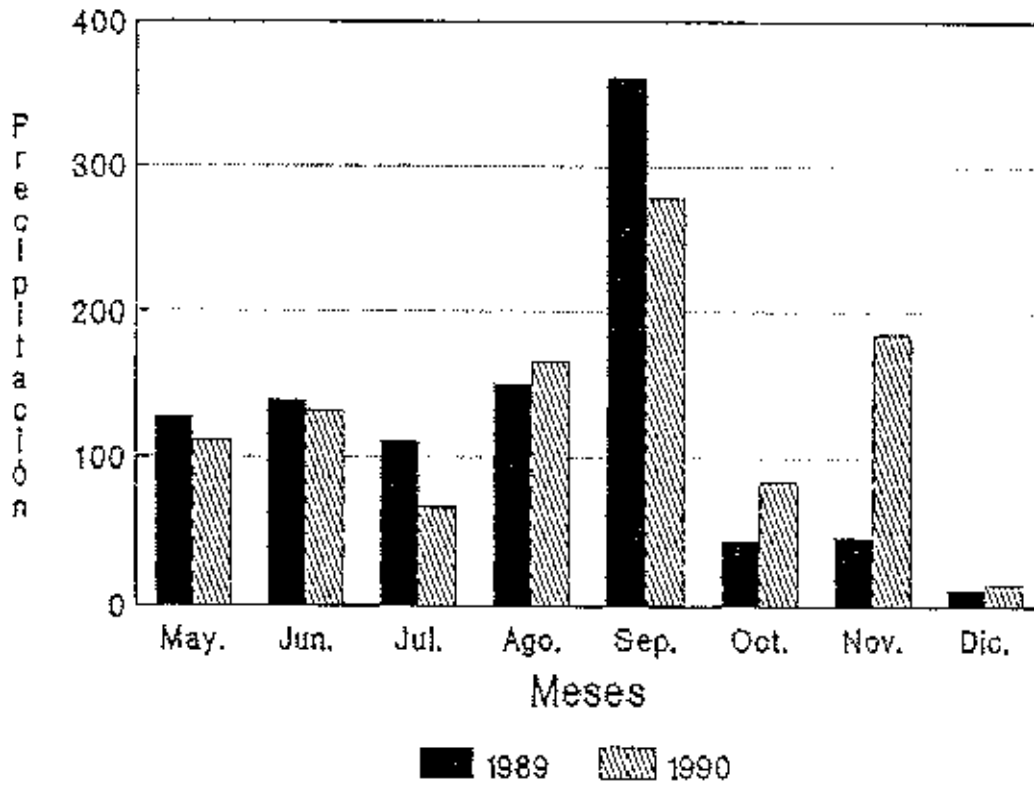
Anexo 2. Producción Artesanal de Semilla Mejorada, Guatemala, 1988.

Cultivo/Región	No. de Productores	Area en Producción (Ha)	Producción Obtenida (TM)
<u>Maíz</u>			
Quetzaltenango	15	1.3	3.36
Sacatepequez	84	9.4	9.59
Jutiapa	2	0.8	1.81
Zacapa	81	5.0	6.59
Chiquimula	12	3.0	2.18
<u>Frijol</u>			
Quetzaltenango	1	0.04	0.9
Chimaltenango	9	1.6	1.04
Jutiapa	73	13.0	10.68
Zacapa	42	4.0	3.72
Chiquimula	28	5.0	4.63
<u>Papa</u>			
Quetzaltenango	134	6.2	15.36
Chimaltenango	70	7.0	14.09
<u>Arroz</u>			
Jutiapa	1	0.7	1.36
<u>Trigo</u>			
Quetzaltenango	134	6.2	15.36
Chimaltenango	70	7.0	14.09

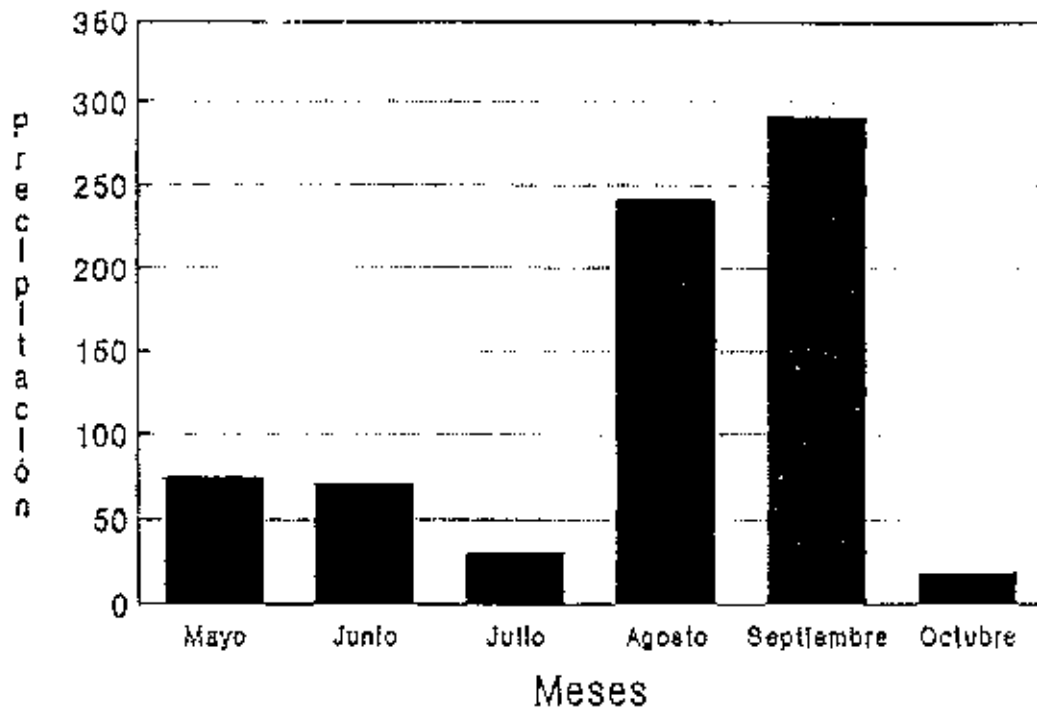
Anexo 3. Tratadora manual utilizada para el tratamiento químico de la semilla en el sistema no convencional.



Ancxo 4. Precipitación promedio durante los meses de mayo - diciembre en los años 1989-1990. El Zamorano, Honduras.



Anexo 5. Precipitación promedio durante los meses de mayo - octubre en el año de 1989. Morocelf, Honduras.



DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

Nombre: Elvin Mauricio Zúniga Borjas

Lugar de Nacimiento: Tegucigalpa, D.C., Honduras

Fecha de Nacimiento: 10 de Enero de 1963

Nacionalidad: Hondureña

Educación:

Primaria: Escuela República de Nicaragua, Honduras.

Secundaria: Instituto Franciscano Inmaculada Concepción.
(IFIC), Honduras.

Superior: Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano,
Honduras.

Títulos Recibidos: Agrónomo, Diciembre 1985.

Experiencia Profesional:

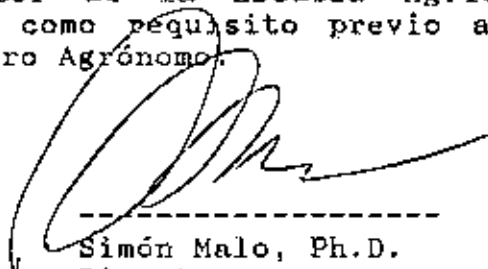
1989-91 Estudio-Trabajo, en el Programa de Ingeniería Agronómica, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano - Honduras.

1987-89 Extensionista Rural del Programa de Desarrollo Rural, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano - Honduras.

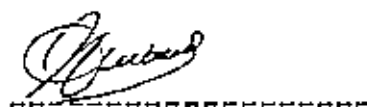
1986- Abril - Octubre, Manejo de ganado lechero y viveros ornamentales en Dairy Farm Souba, Minnesota, Estados Unidos.

Esta tesis fue preparada bajo la dirección del Consejo Principal del Comité de Profesores que asesoró al candidato y ha sido aprobada por todos los miembros del mismo. Fue sometida a consideración del Jefe y Coordinador del Departamento, Decano y Director de la Escuela Agrícola Panamericana y fue presentada como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.


Abril 1991



Simón Malo, Ph.D.
Director




Jorge Román, Ph.D.
Decano

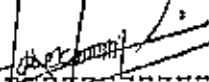


Leonardo Corral, Ph.D.
Jefe del Departamento
de Agronomía

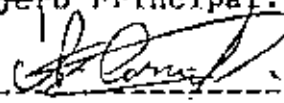
Juan Carlos Rosas, Ph.D.
Coordinador del
Departamento de Agronomía



Comité de Profesores



José Antonio Perdomo, M.S.
Consejero Principal.



Leonardo Corral, Ph.D.
Consejero