

**INFORME SOBRE EL CURSO DE CAPACITACION Y LA CONFERENCIA DE IUFRO
SOBRE MEJORAMIENTO GENETICO DE ESPECIES FORESTALES TROPICALES**

CELEBRADOS EN MUTARE. ZIMBABWE, ABRIL 1984.

SECRETARIA
DOCUMENTACION E INVESTIGACION
10 OCT 1985
C. I. C. I. A.
Turrialba, Costa Rica

Francisco Mesén Sequeira

El curso de capacitación, la conferencia y varias giras al campo fueron auspiciadas por la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO), bajo la organización del Instituto Forestal de la Mancomunidad (CFI) de la Universidad de Oxford y la Comisión Forestal de Zimbabwe. Se celebraron en Mutare, Zimbabwe, del 29 de marzo al 19 de abril, 1984.

La publicación y distribución de este trabajo fueron patrocinados por el Programa Suizo de Cooperación para el Desarrollo, DDA, por medio de INFORAT: Información y Documentación Forestal para América Tropical.

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, CATIE
Departamento de Recursos Naturales Renovables
Turrialba, Costa Rica, 1985**

INDICE

Página

1.	INTRODUCCION	1
2.	CURSO DE CAPACITACION	6
2.1	Antecedentes	6
2.2	Manejo de la semilla	6
2.3	Técnicas de vivero	8
2.4	Selección del sitio	9
2.5	Diseño experimental	10
2.6	Mediciones en el campo	11
2.7	Colección de datos	13
2.8	Análisis de datos	13
2.8.1	Evaluación inicial de datos	13
2.8.2	Análisis de varianza	13
2.8.2.1	La media	13
2.8.2.2	Radio de varianza	14
2.8.2.3	Error estándar y coeficiente de variación	14
2.8.2.4	Pruebas de rango múltiple	14
2.8.2.5	Componentes de varianza	14
2.8.2.6	Escala y subjetividad de las mediciones	14
2.8.3	Análisis de correlación	15
2.8.4	Análisis de regresión	15
2.8.5	Análisis de la interacción procedencia-ambiente	15
2.9	Comentarios	16
3.	LA CONFERENCIA	17
4.	DESARROLLO DE PLANTACIONES	21
4.1	Desarrollo de la actividad forestal en Zimbabwe	21
4.2	Utilización de plantaciones	22
4.3	Conservación de bosques nativos estatales	22
4.4	Desarrollo forestal en terrenos comunales	23

4.5	Investigación	23
4.6	Capacitación	23
5.	INVESTIGACION FORESTAL EN ZIMBABWE	25
5.1	Primeras introducciones	25
5.2	Ensayos de introducción de especies	26
5.3	Pruebas de procedencias	26
5.4	Pruebas de progenies y huertos semilleros	29
6.	REFERENCIAS	33
7.	APENDICES	35
	Apéndice 1. Datos geográficos y climáticos de los sitios visitados	35
	Apéndice 2. Mapa de Africa con la ubicación de Zimbabwe	36
	Apéndice 3. Mapa de Zimbabwe con la ubicación de los sitios visitados	37
	Apéndice 4. Técnica de injerto utilizada en Zimbabwe	38

LISTA DE CUADROS

1.	Detalles de los ensayos de introducción de especies en la Estación Forestal John Meikle	27
2.	Detalles de algunos huertos semilleros en la Estación Forestal John Meikle	31

LISTA DE FIGURAS

1.	Esquema de mejoramiento de Zimbabwe	30
----	---	----

MESEN, F.* Informe sobre el curso de capacitación y la conferencia de IUFRO sobre mejoramiento genético de especies forestales tropicales celebrados en Mutare, Zimbabwe, abril 1984, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1985. 38 p. 12 refs. (mimeogr).

COMPENDIO

Se presentan las experiencias obtenidas por el autor durante el curso de capacitación sobre "Diseño, manejo y selección en ensayos de procedencias" y la conferencia sobre "Procedencias y estrategias para el mejoramiento genético de especies forestales tropicales". Ambos eventos fueron patrocinados por IUFRO. También se discuten los antecedentes, logros y estado actual del programa de investigación forestal en Zimbabwe.

ABSTRACT

The author describes the experiences obtained during the training course on "Design, management and selection in provenance trials and progeny test" and the conference on "Provenances and genetic improvement strategies in tropical forest trees". Both events were sponsored by IUFRO. Besides, the background, achievements and current status of the forest research programme in Zimbabwe are also discussed.

1. INTRODUCCION

El viaje se realizó por solicitud del Ing. David Boshier, CATIE, y fue financiado por el Programa Suizo de Cooperación para el Desarrollo (DDA).

El autor presentó tres trabajos:

* Asistente de Investigación, Departamento de Recursos Naturales Renovables, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

- BIRD, N.M.** Variation in volume overbark, stem straightness and longest internode length at five years of age between ten provenances of Pinus caribaea Morelet and Pinus oocarpa Schiede in Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1984. 16 p. 8 refs. (mimeogr). Presentado en "Joint meeting of IUFRO working parties on provenance and genetic improvement strategies in tropical forest trees, Mutare, Zimbabwe, April, 1984".
- BOSHIER, D.H.** The international provenance trial of Cordia alliodora (R & P) Oken in Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1984. 26 p. 17 refs. (mimeogr). Presentado en "Joint meeting of IUFRO working parties on provenances and genetic improvement strategies in tropical forest trees, Mutare, Zimbabwe, April 1984".
- MESEN, F.** Tree improvement in Costa Rica. Introductory talk presented at the CFI/Zimbabwe Forestry Commission short course on Genetic Improvement of Tropical Forest Trees, Mutare, Zimbabwe. 29/3-7/4/84. (No publicado).

El viaje se prolongó casi seis semanas de acuerdo con el siguiente itinerario:

- 27 marzo: Vuelo San José-Miami
- 27-28 marzo: Vuelo Miami-Londres
- 28-29 marzo: Vuelo Londres-Harare
- 30 marzo: Bienvenida e introducción al curso en la sede del Centro de Investigación Forestal (F.R.C) en Harare.
Recorrido por las instalaciones y el área experimental.
Tarde: Recorrido por el Jardín Botánico de Zimbabwe en Harare.
- 31 marzo: Harare-Mutare en bus. Alojamiento en el Colegio Forestal de Zimbabwe (ZCF)
- 01 abril: Mañana libre
Tarde: Presentaciones introductorias de los participantes de Australia, Brasil, Costa Rica, Filipinas y Zimbabwe .
- 02 abril: Mañana: Conferencia sobre "Selección de características, edad y método de medición para especies industriales" por R. Barnes y G. Gibson.
Resto del día: Visita a la Estación Forestal Experimental John Meikle (JMFRS). Huertos semilleros de Pinus patula y Pinus pseudostrobus. Demostración de técnicas de medición y uso de microcomputadoras en el campo.

Ensayos de procedencias de Pinus elliottii y Pinus kesiya.

Noche: Presentaciones introductorias de los participantes de India, Jamaica, Kenya, Madagascar y Malasia.

03 abril: Mañana: Conferencia sobre "Manejo práctico y arreglo del material desde el recibo de la semilla hasta su establecimiento en el campo" por L. Mullin, R. Seward y D. Quaile.

Resto del día: Visita a JMFRS; práctica en grupos sobre el manejo del material del vivero al campo.

Ensayos de introducción de Eucalyptus cloeziana, Eucalyptus deglupta y Liquidambar styraciflua.

Ejemplares de Cordia abyssinica.

Noche: Presentaciones introductorias de los participantes de Mozambique, Papúa-Nueva Guinea, Tanzania, Uganda y Alto Volta.

04 abril: Conferencias sobre "Colección de datos, almacenamiento y recuperación" por W. Mills.

"Muestreo, diseños genéticos y ambientales en el vivero y el campo" por J. Burley.

"Formas de análisis" por J. Burley

"Interpretación" por J. Burley, R. Barnes y G. Gibson.

"Diseños experimentales para mejoramiento genético en sistemas agroforestales" por J. Burley.

05 abril: Mañana: Conferencias sobre "Clasificación de la semilla, riego, sombreo, siembra, control de malezas, poda, raleo, fertilización y protección en el vivero y el campo" por L. Mullin, R. Seward y R. Barnes.

Recorrido y demostraciones en el vivero experimental del Z.C.F por D. Quaile.

Resto del día: Visita a JMFRS; ensayos de descendencias de P. patula, experimentos de raleo sistemático, ensayos de procedencias de Pinus taeda y P. elliottii.

- 06 abril: Mañana: Conferencia sobre "Uso de Microcomputadoras en experimentos forestales" por C. Matheson.
"Escogencia y manejo del diseño de experimentos en un programa de mejoramiento de árboles" por G. Namkoong.
Tarde: Comentarios finales de los participantes, sesión de preguntas y respuestas.
- 07 abril: Día libre
- 08 abril: Inscripción y preparación para la conferencia y la gira.
- 09 abril: Inicio oficial de la conferencia. Artículos voluntarios sobre Coníferas Tropicales.
- 10 abril: Día de campo en Nodzi, Mountain Home, JMFRS y bosques de Stapleford.
- 11 abril: Mañana: Artículos voluntarios sobre pinos sureños y latifoliadas tropicales.
Tarde: Artículo invitado "Intracruzamiento, hibridación y conservación en procedencias de árboles forestales tropicales" por G. Namkoong; Grupos de discusión.
Noche: Sesión de diapositivas sobre actividad forestal en Brasil.
- 12 abril: Mañana: Artículos invitados "Diseño, manejo y selección de características para evaluaciones en ensayos de procedencias de árboles forestales tropicales" por R. Barnes y G. Gibson (Plantación de coníferas); H. Keiding y E. Lauridsen (Plantación de latifoliadas); J. Burley y F. Owino (árboles multipropósito).
Discusión en grupos.
Tarde: Visita a una fábrica de laminación y contrachapados en Mutare.
Noche: Sesión de diapositivas sobre "Cartón de Colombia" por W. Ladrach.
- 13 abril: Artículos invitados: "Interacción procedencias-ambiente en estrategias de mejoramiento para árboles forestales tropicales" por C. Matheson.

- "Estrategias para la incorporación de nuevas procedencias en poblaciones de mejoramiento existentes de árboles forestales tropicales" por G. Nikles y P. Cotterill. Discusión en grupos.
- Noche: Sesión de diapositivas sobre "Programa de investigación forestal en Cartón de Colombia" por W. Ladrach.
- 14 abril: Mañana: Artículo invitado: "El papel de la propagación vegetativa en el análisis y explotación del material en ensayos de procedencias" por H. Chaperon. Discusión en grupos.
- Tarde: Resumen y cierre de la conferencia a cargo de J. Burley.
- 15 abril: Inicio de la gira. Viaje en bus hacia Chimanimani y Tilbury Estates. Contrafuegos de Eucalyptus grandis, pruebas de descendencias y plantaciones comerciales. Rodales de P. elliotii para resinación. Pruebas de procedencias de Pinus chiapensis, pruebas de descendencias de Pinus taeda. Noche en Chimanimani.
- 16 abril: Chimanimani-Harare en bus. Noche en Harare.
- 17 abril: Visita a Mtao Forest. Pruebas de procedencias de Eucalyptus camaldulensis y Eucalyptus tereticornis, pruebas de descendencias de Eucalyptus grandis.
- Tarde: Mtao Forest-Gweru en bus.
- Vuelo Gweru-Victoria Falls. Noche en Victoria Falls.
- 18 abril: Charla sobre estado actual de los bosques naturales; recorrido por los bosques de Victoria Falls. Noche en Victoria Falls.
- 19 abril: Vuelo Victoria Falls-Lago Kariba. Discusión y comentarios finales.
- Tarde: Vuelo Lago Kariba-Harare
- Noche: Vuelo Harare-Londres.
- 20 abril-5 mayo: Días libres
- 06 mayo: Londres-Amsterdam-San José

2. CURSO DE CAPACITACION

El curso de capacitación sobre "Diseño experimental, establecimiento, manejo, evaluación, análisis e interpretación en ensayos de procedencias y descendencias" se llevó a cabo en el Colegio Forestal de Zimbabwe, en Mutare, del 02 al 06 de abril de 1984; participaron 18 representantes de 15 países. Se discutieron los principales aspectos experimentales en un programa de mejoramiento: manejo de la semilla, técnica de vivero, planeación y establecimiento de ensayos, manejo de plantaciones, evaluación, colección de datos, análisis e interpretación. Cada uno de estos temas se detallan a continuación.

2.1. Antecedentes

En los últimos 20 años ha habido una proliferación de ensayos de procedencias con muchas especies de árboles forestales tropicales. Varias organizaciones internacionales han realizado colecciones extensivas de semillas de varias especies y se han establecido ensayos en la mayoría de los países tropicales. Sin embargo, diseños inadecuados, mal manejo o desconocimiento acerca de los objetivos reales de esta clase de experimentos ha resultado muchas veces en pobres aportes al conocimiento y al aumento de la productividad en la actividad forestal. Con este tipo de cursos se pretende superar esos obstáculos, a través de la capacitación del personal involucrado en programas de mejoramiento, aportando guías generales para el buen desarrollo de dichos programas.

2.2. Manejo de la Semilla

La semilla para pruebas de descendencias se colecta en el país donde se va a establecer el ensayo. En el caso de pruebas de procedencias, ésta debe obtenerse de uno o más institutos de investigación, en la región donde la especie ocurre en forma natural o como exótica. En estos casos la cantidad de semilla disponible es generalmente pequeña, de ahí que se deben tener todos los cuidados para obtener el mayor número posible de plantas. Es importante también conocer el peso de los lotes, así como los porcentajes de germinación y pureza, para planear con anticipación el establecimiento de los ensayos. Es responsabilidad del organismo encargado de las recolecciones detallar el sitio de colección, latitud, longitud, altitud, precipitación, temperatura, tipo de suelo, número de árboles padre incluidos en el lote,

etc., puesto que la semilla de origen desconocido tiene poco valor en un experimento o en plantaciones de producción. Los siguientes son algunos de los más importantes suplidores de semilla para fines de investigación:

ASEAN, Canada Forest Tree Seed Centre, Royal Forestry, Dept., Bangkok, Thailand.

BANSEFOR, 7 Avenida 7-00, Zona 13, Guatemala City, Guatemala,

BLSF, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

CAMCORE, School of Forestry, N.C. State University, Raleigh, N.C. U.S.A.

CARTON DE COLOMBIA, AA 219, Cali, Colombia.

CENTRO DE SEMILLAS, ESNACIFOR, Siguatepeque, Honduras

COMMONWEALTH FORESTRY INSTITUE, South Parks Road, Oxford, OX1 3RB, U.K.

CSIRO, Division of Forest Research, Canberra, Australia.

DANIDA FOREST SEED CENTRE, Humlebaek, Denmark.

FOREST RESEARCH CENTRE, P.O. Box HG 595, Highlands, Harare, Zimbabwe.

INIF, Av. Progreso No. 5, Coyoacán, 21 D.F., México.

NATIONAL TREE SEED LABORATORY, Macon, Georgia, U.S.A.

Un aspecto fundamental en pruebas de procedencias y descendencias es el meticoloso mantenimiento de la identidad de cada lote de semillas, el cual debe prolongarse hasta el final del experimento. No existe un procedimiento único que pueda aplicarse a todas las condiciones, pero cada vivero debe contar con un medio eficaz de identificación con el fin de evitar confusiones que eliminarían la confiabilidad del experimento.

En cuanto a mediciones se refiere, existe un gran interés por descubrir si alguna característica que se puede medir en la semilla está correlacionada con características de importancia económica que se puedan medir en árboles adultos. Algunas de las más importantes son las siguientes:

- Peso de la semilla: ésta es la característica más fácil de medir y frecuentemente ha sido objeto de estudios de correlación. No obstante, estas correlaciones varían enormemente entre especies. Por ejemplo, en P. taeda la correlación entre peso de semilla y comportamiento del árbol en el campo ha persistido hasta por 10 años, mientras que con P. patula y P. caribaea la correlación alcanza un máximo a los dos meses en el vivero para disminuir hasta cero al final de 12 meses.

-- Fecha de germinación: esta característica es fácil de medir y evidencias con P. caribaea var. hondurensis en Puerto Rico sugieren que está altamente relacionada con vigor en el campo. Por lo tanto se debe decidir un punto en el cual terminar con el repique, desechando las plantas que germinen más allá de ese punto, para evitar la producción de plantas suprimidas.

Otras características que han sido objeto de estudio, principalmente en pinos son dimensiones de la semilla, tejido gametofítico, tamaño del embrión, grosor de la cubierta seminal, isosimas, etc, pero hasta ahora no se han podido establecer correlaciones importantes en especies tropicales.

2.3 Técnicas de Vivero

En todo programa de mejoramiento se requiere un buen conocimiento de las técnicas de vivero, prácticas de establecimiento y operacionales culturales. Existen muchos tipos de vivero y diferentes técnicas, por lo que cada programa deberá elegir el que mejor se adapte a sus necesidades y posibilidades. Aquí también es de primordial importancia tomar todas las precauciones para evitar la mezcla de material. La separación especial de los lotes, y el uso de etiquetas es lo más recomendable. En Zimbabwe, una vez que las plantas se encuentran en las bolsas individuales, se pinta en cada una el respectivo número del lote. Esto ha demostrado ser una medida eficaz para evitar confusiones durante el manipuleo de plantas individuales.

Dependiente de las condiciones locales se necesitarán viveros dispersos o centralizados. En Zimbabwe, la tendencia ha sido establecer viveros locales cerca de los principales sitios de plantación. Los viveros centralizados son convenientes cuando se trabaja con cantidades muy pequeñas de semilla, con material difícil de producir o cuando existen problemas de supervisión. El manejo de un vivero varía de localidad a localidad, aunque la escogencia de un método en particular depende de factores económicos, facilidades de supervisión, disponibilidad de sitios, especies bajo investigación, valor experimental del material, proximidad a los sitios de plantación y facilidades de transporte, entre otras.

En cuanto a mediciones en el vivero, algunas características de importancia a considerar son las siguientes:

Altura Total: es una medida obvia del desarrollo de las plantas en el vivero y usualmente se realiza al final de esta etapa. Se puede usar

para ajustar la primera medición en el campo sobre la base de altura al momento de plantar.

Ramificación: puede ser un indicador del futuro tipo de copa del árbol. En pinos la inhabilidad para producir ramas puede sugerir un incipiente hábito de "cola de zorro". Esto se puede aplicar en ciertas condiciones, ya que en zonas más tropicales, por ejemplo Turrialba, P. caribaea y P. oocarpa no producen ramas durante la etapa de vivero.

Existen muchas otras características que pueden medirse en el vivero, tales como longitud del hipocótilo, longitud de los cotiledones, índice fotosintético y de respiración, composición bioquímica de raíces y tallos, época de rebrote (flushing) y producción de follaje secundario en coníferas y es probable que algunos de estos caracteres puedan proporcionar indicaciones del futuro comportamiento del árbol en el campo.

2.4 Selección del Sitio

En la selección de sitios para el establecimiento de ensayos, una consideración importante es la uniformidad dentro del sitio. Cuando por la topografía del terreno es difícil encontrar sitios suficientemente uniformes, lo más importante es buscar uniformidad dentro de bloques más que entre bloques, y si es necesario, estos se deben separar para evitar condiciones sumamente difíciles. No obstante, se debe tratar de establecer los experimentos en la forma más compacta posible. Los diseños cuadrados son más económicos en cuanto a tierra y árboles de borde que los rectangulares. La preferencia en ensayos de procedencias y progenies debe ser por parcelas pequeñas y mayor número de repeticiones. Por ejemplo, es preferible un ensayo con 4 repeticiones y parcelas de 36 árboles que uno con sólo 2 repeticiones y parcelas de 72 árboles. Cualquiera que sea el diseño, el arreglo en el campo debe ser un equilibrio entre lo que es ideal y lo que es posible en un sitio en particular.

Una localidad de interés para reforestación es raramente tan uniforme como para que sólo un experimento, por comprensivo y bien establecido que este sea, pueda proveer resultados aplicables al área completa. Por esta razón, un área con potencial para reforestación debería estratificarse en diferentes zonas de acuerdo con características climáticas, bióticas, y edáficas, poniendo especial atención en ambientes marginales donde se

espera una mayor expresión de la variabilidad genética y la selección de procedencias adquiere mayor importancia. Esta clase de sitios generalmente se rechazan cuando se va a establecer un ensayo, de ahí que la extrapolación generalmente conduce a resultados desalentadores.

2.5 Diseño Experimental

Este término es generalmente usado para describir la distribución de parcelas con diferentes tratamientos en el laboratorio, cámara de crecimiento, vivero o en el campo. En este curso, sin embargo, se considera esto como diseño ambiental (Bloques al azar, látices, etc.), mientras que la producción de semilla para experimentos genéticos es el diseño genético (polinización abierta, cruzamiento simple, etc.). Ambos diseños conforman el diseño experimental.

Un buen diseño ambiental debe tener las siguientes características:

- a) Las parcelas con diferentes tratamientos dentro del mismo bloque no deben diferir sistemáticamente por efectos ajenos al tratamiento.
- b) La variación aleatoria debe ser pequeña.
- c) Los resultados del experimento y su interpretación deben tener un amplio rango de validez.
- d) El experimento debe ser simple en ejecución.
- e) Debe ser posible un análisis estadístico apropiado sin hacer suposiciones artificiales.

Los diseños más apropiados en investigación forestal son bloques completos al azar y cuadrados latinos, sobre todo cuando el número de tratamiento a comparar es pequeño. Al aumentar el número de tratamientos, estos diseños se hacen menos eficientes debido a un aumento de la variación dentro de las repeticiones. En estos casos es recomendable ya sea el uso de bloques incompletos o de parcelas más pequeñas. Se han utilizado otros tipos de diseños, aunque los anteriores son los más recomendables en trabajos de mejoramiento.

En el diseño genético, las relaciones entre árboles dentro y entre familias se puede controlar mediante polinización artificial de acuerdo con varios tipos de cruzamientos llamados "diseños de apareamiento" (mating designs). Algunos de ellos son los siguientes:

- a) Prueba de especies y procedencias con opción a continuar con pruebas de progenies una vez identificadas las mejores procedencias.
- b) Prueba de progenies por polinización abierta, con semilla colectada en árboles seleccionados en rodales.
- c) Prueba de polinización abierta con material de huerto semillero, con semilla colectada de los ramets de todos los clones del huerto semillero.
- d) "Top Cross Test", donde el polen de un padre con buena habilidad combinatoria general se aplica al estróbillo femenino de todos los demás clones.
- e) Prueba de policruza, donde polen de un gran número de clones se mezcla y se aplica a todos los clones.
- f) Progenies bi-parentales, donde los padres son apareados al azar y cada padre interviene una sola vez en cada cruce.
- g) Cruzamiento de Nested, (North Carolina Model I) donde se toma una submuestra como padre y su polen se aplica a cierto número de clones.
- h) Cruzamiento factorial (North Carolina Model II) donde una submuestra de selecciones se usa para polinizar el resto de los clones.
- i) Cruce dialélico, donde se realizan todas las combinaciones posibles.
- j) Prueba clonal de progenies, donde los ramets tienen el mismo genotipo que los ortets por lo que se puede estimar la variabilidad genética total y la heredabilidad en un sentido amplio.

2.6 Mediciones en el Campo

El número ideal de personas para realizar mediciones en el campo es de tres; dos profesionales y un asistente capacitado. De esta forma, el asistente se encargaría de la ejecución de las mediciones mientras que los técnicos se dividirían las evaluaciones. Uno se encargaría de las mediciones objetivas (altura, diámetro) y el otro de las mediciones subjetivas (forma, ramificación). Es conveniente guiarse en el campo por números o claves, para evitar favoritismo por una u otra procedencia o familia durante la evaluación. También si es posible se deben medir bloques completos cada día y la misma persona debe medir la totalidad del experimento.

Las características para evaluación se ubican dentro de seis grupos diferentes:

- a) Características del fuste.
- b) Características de las ramas.
- c) Características de la copa.
- d) Fenología de la floración.
- e) Características físicas y químicas de la madera.
- f) Rasgos misceláneos.

Dentro del grupo a)- Características del fuste, se demostró una técnica desarrollada por el CFI para evaluación de la rectitud. Para ello se evalúa el fuste hasta una altura de 6 metros, mediante el uso de una varilla telescópica con marcas cada metro. A través de la observación, se asigna un puntaje de acuerdo con el número de secciones de 1 metro que sean rectas. De este modo, las categorías van desde 111111 para un árbol completamente sinuoso hasta 666666 para un árbol recto. Luego el valor de cada sección se multiplica por 1,2,3,4,5, y 6 en orden descendente con lo cual se obtienen 28 categorías. La porción del árbol arriba de 6 metros se evalúa como peor, igual o mejor que los 6 metros basales, y con ésto se ajusta la calificación final en un 10%.

Dentro de la sección e) se realizaron algunas prácticas en el campo con extracción de muestras de resina y de madera para posteriores evaluaciones; asimismo se demostró el uso del pilodyn, el cual da una medida de la densidad de la madera.

Se debe tener muy en cuenta la necesidad de realizar una u otra medición, puesto que muchas veces se gasta tiempo y esfuerzo en mediciones que aportarán poco o nada a los objetivos del experimento. Por ejemplo, en rodales con árboles muy altos, la medición de alturas es la que ocupa más tiempo y dinero, cuando posiblemente una sencilla medición de diámetros puede dar una información confiable del volumen del rodal. En otros casos puede bastar la medición de muestras o de árboles dominantes.

2.7 Colección de Datos

Para la colección de datos en el campo se han usado formularios, cuadros, grabadoras, y hasta microcomputadoras; lo más importante en cualquier caso es la revisión de los datos tan pronto como sea posible, lo mismo que durante la transcripción a los archivos permanentes si la medición no se hizo en ellos directamente.

Si es posible la primera revisión debe hacerse en el campo, para eliminar errores obvios de medición.

2.8 Análisis de Datos

Muchas organizaciones han establecido ensayos de procedencias con sus especies más promisorias, aunque en muchos casos el análisis se ha limitado a las medias y diferencias entre tratamientos a través del análisis de varianza. Existen otras técnicas que deben ser consideradas con el fin de obtener la mayor información posible de estos experimentos.

2.8.1 Evaluación Inicial de Datos

Antes del análisis estadístico de los datos es estrictamente necesaria la realización de pruebas iniciales para determinar que los datos se distribuyen normalmente, sin sesgo ni "kurtosis" y que existe homogeneidad de la varianza. Algunas veces se requerirán transformaciones de los datos originales.

2.8.2 Análisis de Varianza

2.8.2.1 La Media

El análisis de varianza usualmente produce valores medios para sitios, procedencias y repeticiones, los cuales deben examinarse cuidadosamente antes de continuar con el análisis; cuando sea posible, los valores pueden representarse gráficamente.

2.8.2.2. Radio de Varianza (Prueba de F)

El ANDEVA indica la relación entre la varianza de las diferentes medias y el valor residual (error). Esta relación es usada para determinar si existe una diferencia significativa entre medias de tratamientos, y confirmar o rechazar una hipótesis a un nivel dado de probabilidad.

2.8.2.3. Error Estándar y Coeficiente de Variación

Cuando la relación de la varianza indica que un efecto estadístico significativo es atribuible a las procedencias, se debe examinar el error estándar de las procedencias, para ver si las diferencias con biológica o económicamente importantes. Los coeficientes de variación indican el grado de variación en relación con la media general.

2.8.2.4. Pruebas de Rango Múltiple

Si se encontraran diferencias importantes entre un grupo de medias, se pueden usar las pruebas de rango múltiple (Duncan, Tukey) para agrupar las medias de procedencias en lotes dentro de los cuales no existe variación estadística significativa entre promedios. Esto puede ser útil, por ejemplo, al escoger procedencias alternativas para la importación de semilla comercial cuando no hay disponibilidad de algunas procedencias específicas.

2.8.2.5. Componentes de Varianza

Los componentes de varianza, particularmente cuando se expresan como porcentaje de la variación total, indican la distribución de la variación entre todas las procedencias. También se ha usado para determinar la eficacia de diferentes procedimientos de muestreo.

2.8.2.6. Escala y Subjetividad de las Mediciones

La escala y el tipo de distribución son importantes en el análisis estadístico. El teorema de límite central permite el uso de la distribución normal aún en casos donde los datos no presentan una distribución estrictamente normal. Si la característica es medida sobre una escala de

categorías, se debe asegurar que existen suficientes categorías (preferiblemente 7 como mínimo) y en lo posible estas deben ser aditivas.

Aunque se están recomendando 7 categorías como mínimo, es difícil en ciertos casos (ej.: forma del fuste) lograr evaluaciones consistentes con un número tan elevado de categorías. Posiblemente una escala con 5 categorías sería suficiente y más fácil de aplicar en el campo (típicamente: muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo).

2.8.3. Análisis de Correlación

Además de conocer las fuentes de variación de características individuales, es útil también conocer la correlación existente entre pares de características. Esto puede permitir el refinamiento o la reducción de los procedimientos de medición, y es importante establecer la dirección y el grado de las correlaciones juvenil-adulto.

2.8.4. Análisis de Regresión

Cuando el ANDEVA detecta diferencias entre procedencias, es deseable explicar esa variación en términos de diferencias entre fuentes de semilla. Esto se puede hacer mediante regresión simple o múltiple sobre varias características de la región de origen de la procedencia (latitud, altitud, precipitación, temperatura, etc.).

2.8.5. Análisis de Interacción Procedencia-Ambiente

Cuando un experimento se repite en varios sitios o en diferentes años, o con tratamientos culturales diferentes, es posible estimar el grado de interacción entre el efecto de procedencias y el efecto ambiental (comúnmente llamado interacción genotipo-ambiente). Esto implica que el comportamiento de las procedencias varía en diferentes ambientes. Las comparaciones gráficas o tabulares de los valores de las procedencias proporcionan la primera indicación de la presencia de interacción.

Todos estos análisis contribuyen a facilitar la interpretación al analizar datos de experimentos, y todos ayudan a detectar diferencias entre procedencias y a explicar tales diferencias en términos biológicos y de la distribución de la especie.

2.9. Comentarios

A través del curso se detallaron los aspectos básicos de trabajo en un programa de mejoramiento, sin adentrarse en las políticas o en los aspectos del planeamiento de tales programas.

La importancia de este tipo de entrenamiento radica en el hecho de que el adecuado establecimiento de los ensayos, el buen manejo y la correcta evaluación de los mismos permitirá cumplir con los objetivos para los cuales fueron diseñados, y permitirá la aplicación rápida de los resultados en el proceso productivo de cada país. Sobre todo cuando se trabaja en forma cooperativa es importante una estandarización de la metodología; datos innecesarios o mal tomados aportarán poco o nada al conocimiento de la especie bajo investigación, aparte del desperdicio de esfuerzo y presupuesto.

Es cierto que cada programa podrá realizar cambios a la luz de sus propias necesidades y posibilidades, pero siempre podrá mantenerse dentro del esquema global de trabajo discutido en el curso.

3. LA CONFERENCIA

La conferencia sobre procedencias y estrategias para el mejoramiento genético de árboles forestales tropicales se llevó a cabo en el Colegio Forestal de Zimbabwe en Mutare, del 9 al 14 de abril de 1984, con participación de 57 personas provenientes de 28 países e incluyó tres grupos de trabajo de IUFRO:

S2. 02 - 08 Tropical Species Provenances, S2. 03 - 01 Breeding Tropical Species y S2. 03 - 13 Breeding Southern Pines. La mayor parte de los artículos voluntarios (56) estuvieron basados en investigaciones en coníferas y únicamente 10 sobre latifoliadas tropicales. Gran parte de los artículos sobre coníferas informaron los resultados de pruebas de procedencias con las especies Pinus caribaea, Pinus elliottii, P. kesiya, P. merkusii, P. oocarpa, P. patula y P. taeda. (Detalles pueden verse en "Summaries of Papers, Work Conference on Provenances and Genetic Improvement Strategies in Tropical Forest Trees"). También se destacó la importancia de realizar nuevas colecciones de P. kesiya para pruebas de procedencias, aunque aparentemente son limitadas las zonas en que esta especie es útil para reforestación (Boshier, 1984, Comunicación Personal). Gibson y Barnes (1984) consideran que esta especie puede ser importante en terrenos degradados y en climas con precipitaciones medias de 750 mm y temperaturas medias de 16 a 20°C. Con la especie Liquidambar styraciflua se detalló la metodología y los sitios de colección de semilla en Centro América y México, con miras a su distribución para pruebas de progenies/procedencias (Hughes y McCarter, 1984).

Debido a que hubo sólo dos trabajos sobre Cordia alliodora, se demostró interés por conocer las características silviculturales de la especie y su estado de mejoramiento en Costa Rica y Vanuatú, que fueron los países informados en los artículos. Situación similar sucedió con la especie Acacia mangium en Malasia, la cual llamó la atención por su excelente crecimiento en suelos empobrecidos y pedregosos donde difícilmente prospera cualquier otro tipo de vegetación, inclusive malas hierbas.

En propagación vegetativa es notable la tecnología existente con eucaliptos, el cual se está plantando extensivamente a través de este método especialmente en Brasil, Suecia, El Congo y Francia. También se destacó la importancia de dicho método para incorporación y renovación de material en programas de mejoramiento.

En Gippsland están en proceso trabajos sobre el cultivo de tejidos de P. radiata. Se ha iniciado un estudio para evaluar el comportamiento del material micropropagado y para estimar los parámetros genéticos de ciertos rasgos tanto in vitro como en el campo.

En trabajos con híbridos se informó de un híbrido excepcionalmente bueno desarrollo entre un árbol élite de P. caribaea y un árbol de P. oocarpa seleccionado a muy baja intensidad. A la edad de 4,5 años el híbrido ha superado a su padre, P. caribaea en altura, diámetro, área basal y volumen total en 37, 25, 56 y 116% respectivamente. Además, su sobrevivencia es buena y parece tener buena calidad del fuste y habilidad para recuperarse de las deformaciones por el viento. Su único problema es la baja densidad de la madera. Se han realizado otros cruces en ambas direcciones y se han establecido ensayos para determinar más claramente el potencial de este híbrido.

De los artículos invitados los más importantes en mi opinión fueron el de Chaperon, "Influencia de la propagación por estacas en las estrategias de mejoramiento de árboles tropicales" y los de Nikles, en los cuales se discute la necesidad de incorporar nuevo material en poblaciones existentes y las estrategias para realizarlo. Los aspectos relevantes de estos artículos se discuten a continuación:

De acuerdo con Chaperon (1984), la propagación por estacas ocupará un lugar preponderante en la actividad forestal en los próximos años, ya que los actuales conocimientos del desarrollo y la fisiología de los árboles ha permitido el refinamiento de la técnica aún en especies que hasta entonces se habían considerado de difícil enraizamiento. La propagación por estacas puede usarse como una herramienta para el mejoramiento (conservación de genotipos, creación de huertos clonales, estimación de parámetros genéticos, investigación en fisiología y patología) y para difusión de progresos genéticos, mediante la multiplicación de familias o individuos excepcionales que aparezcan en un programa de mejoramiento. La inclusión del concepto de propagación por estacas dentro de un esquema clásico de mejoramiento ofrece nuevas posibilidades para mejoramiento y producción. Esta nueva estrategia llamada "estrategia de mejoramiento multilínea" (multiline breeding strategy) consiste en la conservación en cada estado del programa de varias especies, varias procedencias o varias poblaciones que no representan necesariamente a

los individuos seleccionados dentro de los objetivos del programa. La utilización de estas poblaciones en cruzamientos complementarios permitirá mayores ganancias genéticas que la estrategia clásica. Obviamente la utilización de estas técnicas sólo es posible si se logra implementar un método de propagación por estacas que compita a todo nivel con el método de producción de plantas a partir de semillas.

En los otros artículos citados, Nikles (1984) discutió la necesidad de incorporar nuevo material en poblaciones de mejoramiento existentes. Esto puede darse cuando la población con la cual se trabaja es inferior a otras fuentes de semillas disponibles más recientemente o cuando una población es destruida enteramente por desastres naturales. Pero generalmente las poblaciones no son óptimas en potencial genético para producir grandes ganancias por ciclo y puede ser necesario introducir nuevo material por tres razones: aumentar el tamaño efectivo de la población ya sea para reducir la consanguinidad, permitir una relación más intensiva o ambas; introducir genes ausentes o presentes a baja frecuencia o explotar el vigor híbrido potencial o conocido. El autor propone tres estrategias para incorporar el nuevo material: expansión de una población mediante selección recurrente; desarrollo de poblaciones separadas para posterior hibridización, o formación de un "compuesto" y selección de una población híbrida a partir del mismo mediante selección recurrente.

En relación con estas estrategias Namkoong et al (1980) discuten los problemas de aumentar el tamaño de la población mediante cruzamiento de la población original. Muchas veces, diseños incorrectos pueden llevar a la pérdida de tantos alelos que es mejor no utilizar más la población, o se requiera su cruzamiento con otras poblaciones para restaurar su utilidad en programas de mejoramiento. En este sentido concuerdan en la necesidad de establecer un sistema de múltiples poblaciones en los cuales cada una es desarrollada para diferentes usos potenciales, y juntas, forman un arreglo de poblaciones para una variedad de posibles necesidades futuras.

Las directrices para la selección del nuevo material son mencionadas por Nikles (1984).

- Aceptar todas las procedencias que hayan mostrado buen desarrollo localmente, rechazando únicamente aquellas obviamente inferiores.
- Si la selección es local, tratar de escoger rodales de amplia base genética y de alguna manera mejorados.

- Aceptar material de otros programas que estén trabajando en ambientes similares de modo que las interacciones procedencia y familia-ambiente no sean importantes.
- Aceptar material de otros programas que estén usando el mismo criterio de selección y la misma o mayor intensidad de selección.

Los cuidados que deben tenerse al trabajar con varias poblaciones los discuten Namkoong et al (1980), ya que debe decidirse si se van a obtener mayores ganancias desarrollando las poblaciones en forma divergente o paralela. Si hay suficientes fondos y tiempo, ambas consideraciones serían apropiadas, pero si existen limitaciones sería mejor mantener las diferencias entre poblaciones al menos por una o dos generaciones ya que una vez mezcladas es muy difícil separar sus genes en la dirección deseada. En muchos casos es mejor concentrar esfuerzos en mantener las poblaciones intactas, y permitir cierta diversidad en otras poblaciones bajo un programa menos intensivo. Al respecto pueden ser de utilidad las consideraciones de Chaperon (1984) quien menciona las ventajas de la propagación por estacas en mantener poblaciones intactas en cada etapa de un programa de mejoramiento, lo cual mantendrá una amplia base genética a la cual puede recurrirse si cambian las necesidades y demandas futuras.

4. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD FORESTAL EN ZIMBABWE

La máxima autoridad forestal en Zimbabwe es la Comisión Forestal que fue creada en 1954. Cuenta con un presupuesto anual cercano a los 16 millones de dólares y emplea alrededor de 2.500 personas. Sus funciones y actividades están divididas en actividades comerciales y actividades estatales. Entre las primeras se incluyen el desarrollo y utilización de plantaciones, mientras que las segundas incluyen conservación de los bosques nativos estatales, desarrollo forestal en terrenos comunales, investigación y capacitación. A continuación se comenta cada una de estas actividades.

4.1 Desarrollo de Plantaciones

Las primeras plantaciones privadas comerciales en Zimbabwe se realizaron en 1892 con la especie E. grandis. Las actividades estatales no se iniciaron sino hasta 1923, con la reforestación comercial de la región Mtao, conocida hoy como Reserva Forestal Mtao. Sin embargo, debido al poco conocimiento acerca del comportamiento de las especies en ese ambiente semi-árido, se iniciaron algunas pruebas de adaptación con un gran número de especies de pino y eucalipto, que fueron de gran utilidad para la futura elección de especies. Posteriormente el gobierno adquirió tierras en áreas más aptas para plantaciones comerciales, como es la región húmeda montañosa del este de Zimbabwe. Con esto se inició el desarrollo de la actual Reserva Forestal Stapleford, principalmente con las especies P. elliotii, P. patula, P. radiata y P. taeda. Hasta 1959 hubo una lenta expansión de plantaciones, pero a partir de esa fecha se reconoció la necesidad de establecer más plantaciones que vinieran a suplir la futura demanda, y tanto el estado como el sector privado adquirieron más tierras para plantaciones comerciales. La especie Acacia mearnsii también se plantó extensivamente para producción de taninos, pero con el advenimiento del plástico así como por la facilidad de importar taninos a menor costo, la tendencia cambió hacia el establecimiento de plantaciones de coníferas.

La situación actual de plantaciones se ilustra en el siguiente cuadro:

<u>ESPECIE</u>	<u>AREA (ha)</u>
<u>Pinus</u> spp.	63.000
<u>Eucalyptus grandis</u>	18.000
<u>Acacia mearnsii</u>	14.000
TOTAL	<u>95.000</u>

Para el período 1982-1985 se planea la plantación de alrededor de 6.000 ha con especies de coníferas.

4.2. Utilización de Plantaciones

El primer aserradero se estableció en 1923 en Mountain Home, 30 km al norte de Mutare, dedicado especialmente al procesamiento de eucaliptos. Posteriormente, tanto el estado a través de la Comisión Forestal como el sector privado establecieron más aserraderos, así como fábricas de laminación, de papel y otras. La situación en 1982 muestra las siguientes cifras.

Aserraderos	51
Fábrica de fósforos	1
Plantas de impregnación de postes	7
Plantas de pulpa y papel	2
Fábricas de tableros contrachapados	1
Fábricas de madera para minas	1
Industrias de carbón vegetal	4

4.3. Conservación de Bosques Nativos Estatales

Con la construcción de la línea férrea a inicios de siglo se inició la explotación de los bosques nativos de teca (*Zambezi teak*, *Terminalia* sp.) para producción de durmientes. Inevitablemente vino la sobreexplotación por lo cual se iniciaron las acciones para proteger el bosque nativo. En 1930 el Servicio Forestal del Estado había declarado 1.5 millones de hectáreas como Parques Nacionales y Reservas, y alrededor de 240.000 ha como Reserva Forestal de Bosque Nativo. En la actualidad el área protegida es de más de 800.000 ha (2% del territorio). Estos bosques

se manejan especialmente como bosques protegidos, y como segundo objetivo para la producción de latifoliadas comerciales (Baikiaea plurijuga, mukusi; Guibourtia coleosperma, mchibi; Pterocarpus angolensis, mukwa). Donde es posible se incorpora el concepto de uso múltiple de la tierra, con producción de madera, conservación de vida silvestre, agricultura y pastoreo de ganado.

4.4. Desarrollo Forestal en Terrenos Comunales

Alrededor de un 40% del área total de Zimbabwe corresponde a terrenos ocupados por comunidades indígenas. El hecho de que ésta área ha permanecido casi estática durante los últimos 30 años a pesar del aumento acelerado de la población, y de que la mayor parte de estas tierras se encuentran en áreas marginales, ha originado una gran presión sobre los bosques nativos para extracción de madera, leña, postes y subproductos. Aunque se ha venido trabajando desde hace bastantes años para tratar de solucionar este problema, no fue sino hasta 1982 que se inició un programa bien organizado, estableciendo viveros, brindando asistencia técnica y estableciendo plantaciones cerca de las áreas más conflictivas. Con esto se espera reducir la presión sobre los bosques nativos estatales. Una medida acertada del programa es que se incorpora al individuo en el proceso productivo, tratando de que ellos mismos produzcan sus demandas por leña, madera y otros productos.

4.5. Investigación

Esta sección fue ampliamente cubierta durante el curso y la conferencia por lo cual me referiré a ella en una sección aparte.

4.6. Capacitación

Hasta la fecha no existe educación profesional en la rama forestal en Zimbabwe. Existe una carrera de un año para guardabosque y una carrera a nivel de forestal con una duración de dos años, las cuales se imparten en el Colegio Forestal de Zimbabwe. Durante el período 1983-1986 se pretende producir 20 forestales y 28 guardabosques por año para cubrir las

necesidades del país. En el futuro se espera ampliar el rango del colegio para incluir estudiantes de Sur Africa y otros países africanos que no disponen de esas facilidades. Como servicios de extensión se brindan cursos cortos al personal involucrado en el campo forestal.

5. INVESTIGACION FORESTAL EN ZIMBABWE

El Servicio Forestal Estatal se estableció en Zimbabwe en 1920, pero hasta 1948 la investigación se limitó a parcelas de muestreo, ensayos de introducción de especies y mapeo de bosques naturales.

De 1948 a 1957 se establecieron alrededor de 60 ensayos principalmente sobre el manejo y establecimiento de plantaciones de coníferas. También hubo algunos ensayos de introducción de especies, tanto coníferas como latifoliadas. A pesar de que se les dio poca atención y continuidad y en muchos casos el diseño estadístico no era el apropiado, esos primeros ensayos produjeron información valiosa para posteriores investigaciones.

El inicio de la investigación formal se dió en 1969 con la creación de la Estación Experimental John Meikle, en la Reserva Forestal Stapleford y el establecimiento de pruebas de procedencias y huertos semilleros. En esa misma fecha se iniciaron más trabajos de investigación en otras áreas del país.

Las siguientes secciones están basadas en las observaciones y comentarios durante las visitas a las estaciones experimentales y a algunas fincas privadas (ver apéndice 3 para la ubicación de los sitios) realizadas tanto durante el curso como durante las demás actividades. Estas visitas fueron el complemento práctico del curso y las conferencias, ya que se pudo observar la disposición, ubicación y manejo de diferentes ensayos en el campo, huertos semilleros, recolección, extracción y almacenamiento de semillas, lo mismo que plantaciones comerciales, su explotación y aprovechamiento.

5.1. Primeras Introducciones

Los árboles exóticos más antiguos en Zimbabwe corresponden a un rodal de Eucalyptus grandis y E. microcorys plantados entre 1905 y 1910. Se cree que pueden estar entre los más altos ejemplares de eucalipto plantados como exóticos en el mundo. El rodal se localiza en la finca Nodzi (ver apéndice 1 para información climática), en un área de alrededor de 0.5 hectáreas, compuesto por 70% E. grandis, y 30% E. microcorys. En 1957, antes del último raleo la altura máxima era de 85 m con media de 70 m para E. grandis. Actualmente la altura máxima y media para E. grandis es de 73 y 59 m respectivamente, y de 65 y 40 m para E. microcorys. El volumen del rodal en la actualidad es de aproximadamente 3340 m³/ha.

Otro ejemplar sobresaliente corresponde a un espécimen de E. botryoides plantado en 1904. La última medición en 1977 registró una altura total de 63.5 m, DAP de 142 cm y altura hasta la primera rama de 30 m. Se cree que esta especie es originaria de la región de la Bahía Bateman, en la parte sur de Nueva Gales del Sur. Es posible que este sea el ejemplar de E. botryoides plantado como exótico más alto en existencia.

5.2. Ensayos de Introducción de Especies

Zimbabwe carece de especies indígenas con potencial para plantaciones comerciales. La ausencia completa de coníferas explotables y la baja productividad de las especies latifoliadas ha motivado a la introducción de gran cantidad de especies exóticas de rápido crecimiento. Más de 300 especies han sido o están siendo probadas en más de 3.000 parcelas a lo largo del país. De estas, alrededor de 150 especies se encuentran en JMFRS, (ver apéndice I para información climática) lo cual representa una de las mejores colecciones de exóticas en Africa. Durante los últimos años la tendencia ha sido el establecimiento de ensayos con numerosas especies en pequeñas parcelas, seguido por la plantación a mayor escala de las especies más prometedoras para obtener información de su comportamiento bajo condiciones normales de plantación. Una vez que se tienen suficientes datos, incluyendo información sobre la calidad de la madera, es posible entonces hacer recomendaciones preliminares para su uso en plantaciones comerciales. Unas 12 - 15 especies han mostrado potencial para plantaciones en gran escala, aunque la atención actualmente está concentrada en tres especies de coníferas P. ellioti, P. patula y P. taeda y una latifoliada, E. grandis. En años anteriores también se plantó P. radiata en forma extensiva, pero su uso se interrumpió en los años 30 debido a su alta susceptibilidad a las enfermedades. Algunas de las especies introducidas más recientemente desde 1965 y sus características pueden verse en el Cuadro 1.

5.3. Pruebas de Procedencias

Desde 1964 se ha puesto gran énfasis en pruebas de procedencias con las principales especies comerciales, nuevas especies promisorias y ciertas especies para uso en condiciones climática particulares, donde no

Cuadro 1. Detalles de los ensayos de introducción de especies en la Estación Forestal John Meikle.

<u>ESPECIE</u>	<u>ORIGEN</u>	<u>EDAD</u> (años)	<u>ESPACIAMIENTO</u> (m)	<u>ALTURA \bar{X}</u> (m)	<u>DAP \bar{X}</u> (cm)	<u>OBSERVACIONES</u>
<u>Liquidambar styraciflua</u>	México	9	1.8 x 1.8	10.9	10.4	Arbol siempreverde, al contrario de las procedencias decíduas de E. U.
<u>L. styraciflua</u>	Sur Africa	10	2.0 x 2.0	9.5	8.9	
<u>L. styraciflua</u>	Mississippi	18	1.8 x 1.8	15.8	19.7	Problemas con muérdagos.
<u>Eucalyptus cloeziana</u>	Sur Africa	19	2.4 x 2.4	29.3	31.1	Crecimiento y rectitud impresionantes.
<u>L. "mtaensis"</u>	Mtao Forest	19	2.4 x 2.4	25.4	29.3	El nombre "mtaensis" se le da recién a un híbrido proveniente de un rodal de varias especies de <u>Eucalyptus</u> plantadas en Mtao Forest en 1930-1940.
<u>L. gorphocéphala</u>	Morocco	17				Rodal suprimido, muy mala forma.
<u>E. tereticornis</u>	Mtao Forest	19	2.4 x 2.4	24.1	23.9	
<u>E. paniculata</u>	Sur Africa	19	2.4 x 2.4	23.8	26.7	Probablemente una mezcla de <u>E. paniculata</u> y <u>E. siderophloea</u> .
<u>E. resinifera</u>	Mtao Forest	19	2.4 x 2.4	25.7	30.0	
<u>E. nitens</u>	Australia	19	2.4 x 2.4	26.1	37.5	
<u>E. forelliana</u>	Queensland	19	2.4 x 2.4	15.0	30.4	
<u>Pinus princei</u>	México	9	2.4 x 2.4	6.3	9.7	
<u>P. oocarpa</u>	Honduras	15	1.8 x 1.8	17.8	21.3	
<u>P. caribaea v caribaea</u>	Cuba	16	1.8 x 1.8	17.4	23.6	
<u>P. caribaea v caribaea</u>	Cuba	16	1.8 x 1.8	17.3	24.6	
<u>P. caribaea v bahamensis</u>	I. Bahamas	16	1.8 x 1.8	17.4	24.0	
<u>P. caribaea v bahamensis</u>	I. Abaco	16	1.8 x 1.8	18.1	23.5	
<u>P. caribaea v hondurensis</u>	MPR	16	1.8 x 1.8	19.3	26.3	
<u>P. caribaea v hondurensis</u>	Belice	16	1.8 x 1.8	19.1	26.2	
<u>Taiwania crypto merioides</u>	Taiwán	15	1.8 x 1.8	8.8	14.9	

desarrollan bien las especies tradicionales.

Las diferencias en comportamiento de distintas procedencias es notable. En la Reserva Forestal Mtao (ver apéndice 1 para información climática) actualmente se evalúan ensayos de procedencias de E. camaldulensis y E. tereticornis. Los ensayos están establecidos en bloques completos al azar con parcelas de 49 árboles, con las mediciones confinadas a los 25 árboles centrales. También se estudia la capacidad de rebrote y formación de copa (coppice) después de los raleos.

En E. camaldulensis a los 11 años después del raleo ha sido sobresaliente al comportamiento de las procedencias Petford y East Quilpie del suroeste de Queensland. En otro ensayo con la misma especie ha sido sobresaliente el comportamiento 7.5 años después del raleo, de la procedencia Wrotham Park del norte de Queensland, mientras que la procedencia Fortescue River del oeste de Australia ha sido la peor para todas las características. Las mejores procedencias de E. tereticornis 7.5 años después del raleo han sido Palmer River de Queensland para altura, y Terrace Creek de Nueva Gales del Sur para todas las características.

Otras pruebas de procedencias con coníferas se llevan a cabo en Martin Forest, (ver apéndice 1 para información climática) donde se incluye una prueba de procedencias de P. chiapensis. Este ensayo incluye únicamente 4 procedencias y está establecido en un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones en parcelas de 49 árboles. El espaciamiento es de 1.8 x 1.8 m. El ensayo está repetido en otros cinco sitios a elevaciones entre 700 y 2000 msnm. Hasta el momento parece poco probable que esta especie pueda llegar a sustituir a las especies tradicionales, aunque actualmente se están estableciendo ensayos de descendencias con árboles seleccionados en Guatemala.

De P. caribaea existe una prueba de procedencias en JMFRS, a una elevación de 1.000 msnm. El ensayo fue establecido en 1968 e incluye las 3 variedades de P. caribaea. La especie no ha sido muy satisfactoria en cuanto a forma; en velocidad de crecimiento, la variedad hondurensis ha sobrepasado a las variedades bahamensis y caribaea, ésta última presentando la menor tasa de crecimiento.

5.4. Pruebas de Progenies y Huertos Semilleros

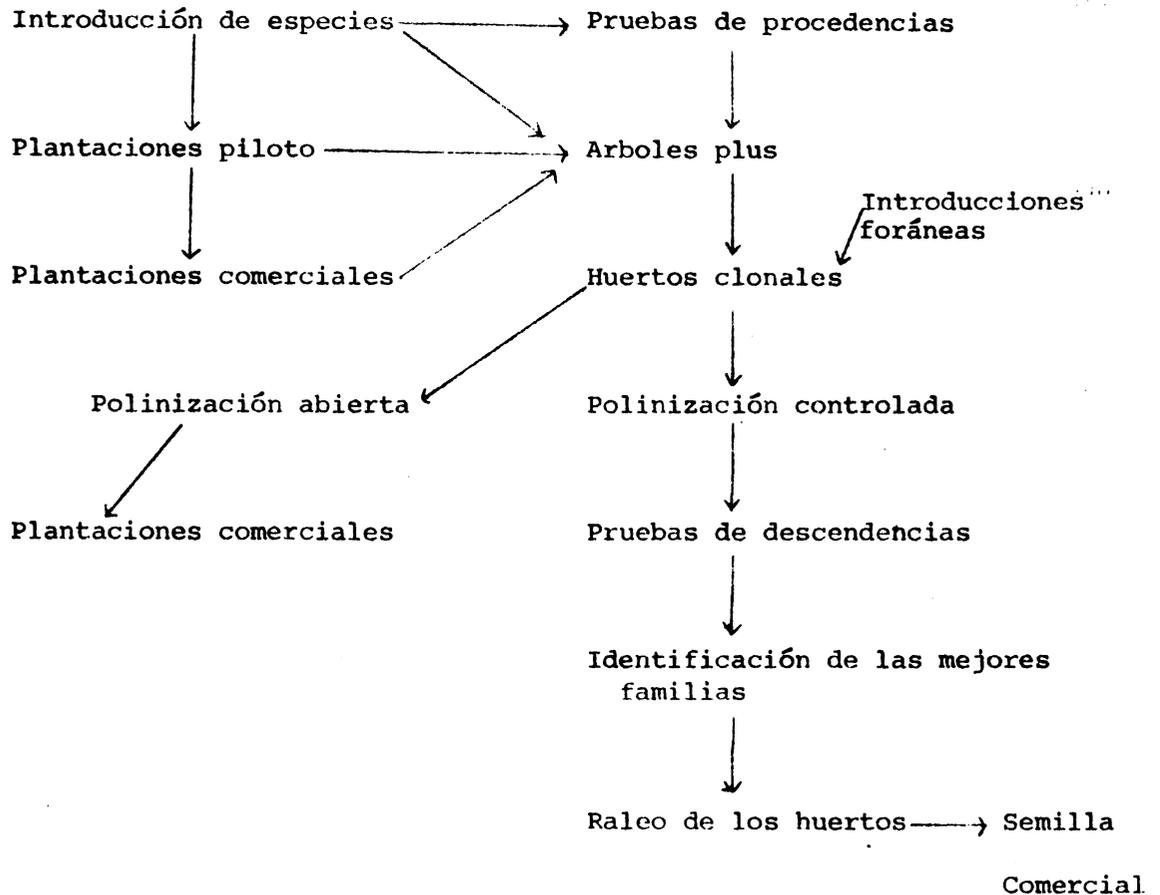
A pesar del satisfactorio crecimiento de las tres especies de coníferas mayormente plantadas en Zimbabwe, las variaciones en otras características como forma del fuste, forma de la copa y calidad de la madera sugirieron la necesidad de establecer pruebas de descendencias tendientes a mejorar éstas características.

Inicialmente se seleccionan árboles plus para el establecimiento de huertos semilleros clonales, con incorporación de clones adicionales adquiridos de otros países. Con el fin de identificar los individuos con la mejor habilidad combinatoria general y específica, obtener información sobre la variación fenotípica y genotípica de la población, la interacción genotipo-ambiente y determinar la óptima reconstitución de los huertos, se realiza una serie de cruzas según el siguiente esquema.

- a- Pruebas de policruza
- b- Pruebas de cruzas según el diseño "North Carolina Model II"
- c- Dos series de cruzas de dialelos incompletos

Los árboles individuales se seleccionan originalmente por su superioridad fenotípica en cuanto a tasa de crecimiento, forma del fuste y de las ramas, calidad de la madera, ausencia de enfermedades y plagas y adaptabilidad. Una vez seleccionado, el árbol plus se propaga por injerto; la técnica utilizada en Zimbabwe se ilustra en el apéndice 4. El porcentaje de éxito de los injertos es de alrededor de 95%. La semilla producida por los clones mediante polinización abierta se usa para reforestación como una primera etapa en el proceso de mejoramiento. Todas las plantaciones comerciales en Zimbabwe se realizan actualmente con semilla procedentes de estos huertos. La semilla producida mediante polinización controlada, de acuerdo con el esquema descrito anteriormente, se utiliza para el establecimiento de pruebas de progenies, en experimentos que tratan de abarcar el rango total de la especie, y diseñados para completar el turno completo de rotación (30 - 35 años). La investigación actualmente está concentrada en estos ensayos de progenies. En la figura 1, se muestra el esquema de mejoramiento adoptado en Zimbabwe.

Figura 1. ESQUEMA DE MEJORAMIENTO DE ZIMBABWE



Todos los huertos semilleros se han establecido en áreas aisladas en JMFRS, donde el rango de altitudes proporciona las condiciones ideales para alcanzar niveles óptimos de floración y fructificación. La altitud puede ser crítica para ciertas especies; tal es el caso de *P. elliottii*, el cual no produce polen a altitudes mayores de 1.500 m. En contraste, *P. patula* fructifica óptimamente a altitudes cercanas a 1.800 m. Por la experiencia actual se sabe que la altitud óptima para *P. elliottii* y *P. taeda* es de 1.200 m. Algunos de los huertos semilleros observados en JMFRS son los siguientes:

CUADRO 2. Detalles de Algunos Huertos Semilleros en la Estación Forestal John Meikle

Especie	Fecha Plant.	No. injeros	No. Clones	Espaciamiento Inicial	Tratamientos
<u>P. ellioti</u>	1966	644	32	4.6 x 4.6 m	Fuertes raleos en 1970 para extraer clones susceptibles a <u>Armillaria mellea</u> y <u>Pineus pini</u>
<u>P. kesiya</u>	1966	160	11	4.6 x 4.6 m	Raleado al 50% en 1971 seguido por extracción de los clones susceptibles a <u>P. pini</u>
<u>P. taeda</u>	1966	566	32	4.6 x 4.6 m	Raleado al 50% en 1971 y extracción completa de los peores clones.

Más recientemente se han establecido otros huertos semilleros con las especies P. caribaea var hondurensis, P. montezumae, P. oocarpa, P. palustris, P. pseudotrobus y P. radiata.

Desde 1969 los huertos semilleros de P. patula y P. taeda han producido suficiente semilla para satisfacer la demanda interna. Por su parte, P. elliottii produce pocos conos, de modo que en los últimos años el programa se ha concentrado en aumentar el área de huertos semilleros de ésta especie. Con el fin de aumentar la producción de semilla y facilitar la polinización y la colección de conos, se han establecido varias áreas de manejo dentro de los huertos semilleros. En P. taeda, por ejemplo, la aplicación de fertilizantes aumenta la producción total del huerto semillero, pero la reacción a varias aplicaciones varía con los clones, algunos mostrando una declinación en la producción. También en P. taeda se han realizado ensayos de poda total a cierta altura, para controlar la altura y copa de los injertos. Un resultado interesante fue que ciertos clones responden a la poda aumentando la producción de flores masculinas.

Con latifoliadas, la atención está centrada actualmente en E. grandis. Dentro de los mismo ensayos de progenies se incluyen tratamientos de fertilización con diferentes elementos y niveles. Un ensayo en Mtao Forest, por ejemplo, incluye cuatro tratamientos de fertilización. El ensayo se plantó en 1977 en un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones y 38 familias a un espaciamiento de 2.5 x 2.5 m. Los tratamientos de fertilización fueron: 1) Testigo 2) Boro (15 gr 14,3% B por árbol aplicado a 20 cm. del árbol 3 meses después de la plantación). 3) Fósforo (250 gr de superfosfato aplicado al hoyo antes de plantar) 4) Boro + fósforo (2+3). En todas las evaluaciones (6 meses, 18 meses, 2.5 años, 4.5 años) ha habido diferencias significativas entre tratamientos, con la mejor respuesta por el tratamiento 4, seguido por los tratamientos 3, 2 y 1. Parece que la respuesta al fertilizante se mantiene hasta por más de 4 años.

En coníferas también se han probado algunos híbridos; por ejemplo, en JMFRS hay un ensayo que incluye 32 familias por polinización controlada entre 7 árboles madre de P. elliottii y 5 árboles padre de P. taeda, junto con familias medio-hermanas (half-sib families) de cada padre como tratamiento testigo. Sin embargo, el comportamiento de las familias ha sido pobre, lo cual indica que no vale la pena seguir trabajando con estos híbridos.

6. REFERENCIAS

- A BACKGROUND to the development of forestry in Zimbabwe. Zimbabwe Forestry Commission, 1984. p. irr.
- BURLEY, J. et al Progeny test design for Pinus patula in Rhodesia, s.n.t. 8 p.
- CHAPERON, H. 1984. Influence of propagation by cuttings on the breeding strategy of forest trees. Paper prepared for joint meeting of IUFRO working parties on Provenance and Genetic Improvement in Tropical Forest Trees, Mutare, Zimbabwe, April 1984, 12 p.
- GENETIC IMPROVEMENT OF TROPICAL FOREST TREES; experimental design, establishment, assessment, analysis and interpretation (Training Course, Mutare, Zimbabwe, 1983) Papers, England, Commonwealth Forestry Institute, 1983. p. irr.
- GIBSON, G.L.; BARNES, R.D. 1984. Status of the international provenance trial of Pinus kesiya and alternatives for future development. Commonwealth Forestry Institute, Oxford, England. (Presentado en la Conferencia).
- HONG, S.O. 1975 Vegetative propagation of plant material for seed orchards with special reference to graft-incompatibility problems. In Faulkner, R (Ed). Seed Orchard. Forestry Commission Bulletin 54, London. 149 p.
- HUGHES, C.E.; Mc CARTER, P.S. 1984. Exploration and seed collection of Liquidambar styraciflua in Central America and Mexico. Commonwealth Forestry Institute, Oxford, England. (Presentado en la Conferencia).
- MULLIN, L.S; BANKS, D.F. 1970. John Meikle Forest Research Station; Thenth anniversary report. October 1960 to October 1970. Rhodesia, Research Branch, 33 p.
- NAMKOONG, G; BARNES, R.D.; BURLEY, J. 1980. A Philosophy of Breeding Strategy for Tropical Forest Trees. Tropical Forestry Paper No. 16. Unit of Tropical Silviculture, Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford, England, 67 p.
- NIKLES, D.G. 1984. Strategies for the incorporation of new provenance material in existing breeding population of tropical forest trees. Invited Position Paper, IUFRO Joint Working Parties. Work Conference on Provenance and Genetic Improvement Strategies in Tropical Forest Trees; Mutare, Zimbabwe, April 1984, 16 p.
- WORK CONFERENCE ON PROVENANCE AND GENETIC IMPROVEMENT STRATEGIES IN TROPICAL FOREST TREES, MUTARE, ZIMBABWE, 1984. Joint meeting of IUFRO working parties. S2.02-08 Tropical species provenances S2.03-01 Breeding tropical species S2.03-13 Breeding southern pines. Zimbabwe Forestry Commission and Commonwealth Forestry Institute, p. irr.

WORK CONFERENCE ON PROVENANCE AND GENETIC IMPROVEMENT STRATEGIES IN TROPICAL
FOREST TREES, MUTARE, ZIMBABWE, 1984.

[program] Zimbabwe Forestry Commission and Commonwealth Forestry
Institute, 1984, p. irr.

/kaz

APENDICE 1. DATOS GEOGRAFICOS Y CLIMATICOS DE LOS SITIOS VISITADOS.**JOHN MEIKLE FOREST RESEARCH STATION**

Latitud 18°41'S

Longitud 32°15'E

Altitud 700-1860 m.

Precipitación media anual 1270 mm en los valles - 1850 mm en las partes altas.

Temperatura máxima 38, 3°C

Temperatura mínima -1.1°C

Temperatura media anual 26.7°C

MARTIN FOREST

Altitud 1265 m.

Precipitación Media Anua. 1082 mm.

Evaporación Media Anual 1479 mm

Temperatura Media Máxima 22.9°C

Temperatura Máxima Absoluta 34.0°C

Temperatura Media Mínima 12.6°C

Temperatura Mínima Absoluta 2.0°C

Temperatura Mínima sobre el suelo -2.0°C

Temperatura Media Anual 17.7°C

MATO FOREST RESERVE

Altitud 1475 m

Precipitación Media Anual 685 mm

NODZI FARM

Latitud 18°51'S

Longitud 32°42'E

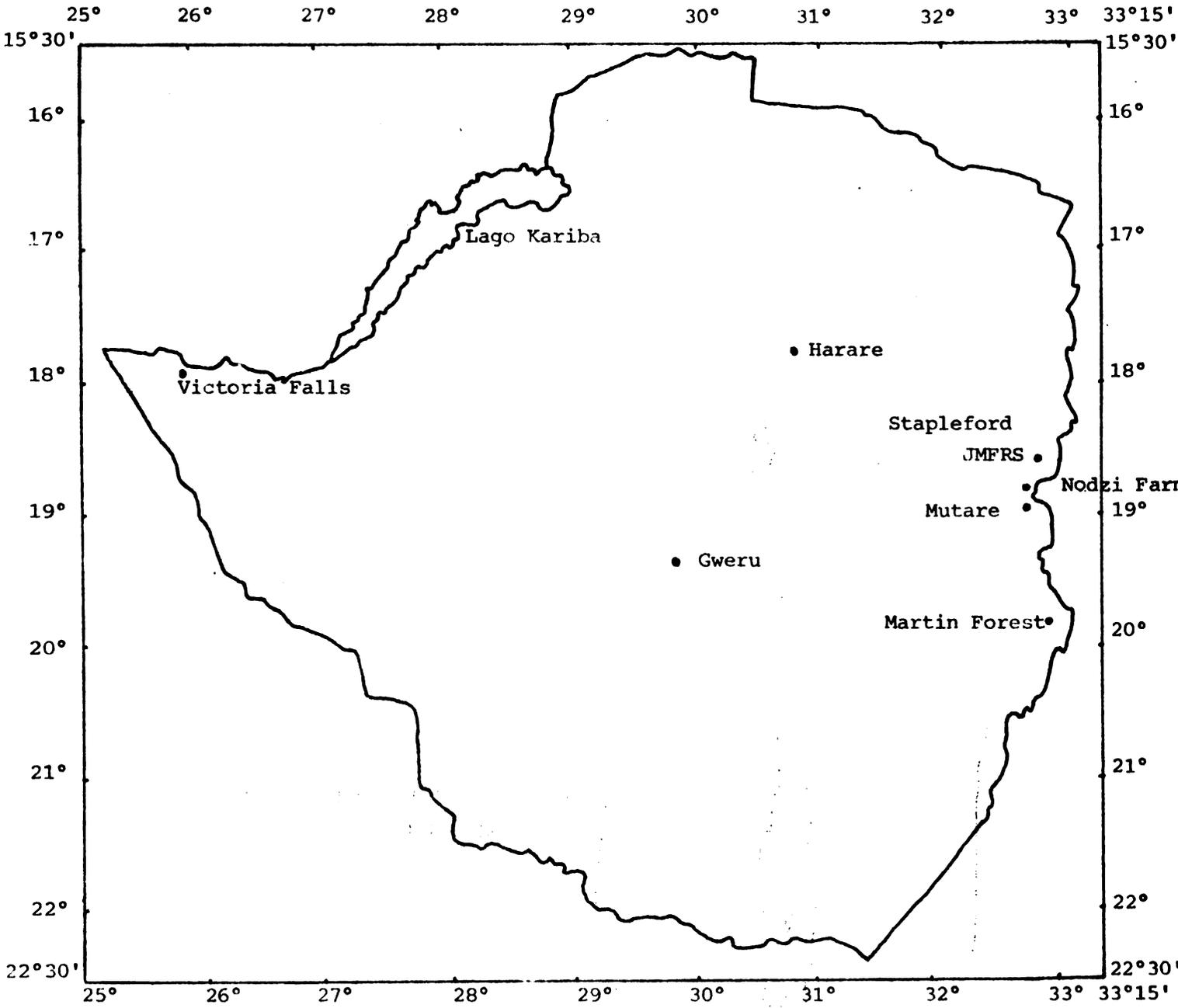
Altitud 1350 m

Precipitación Media Anual 1350 mm

APENDICE 2. Mapa de Africa con la ubicación de Zimbabwe

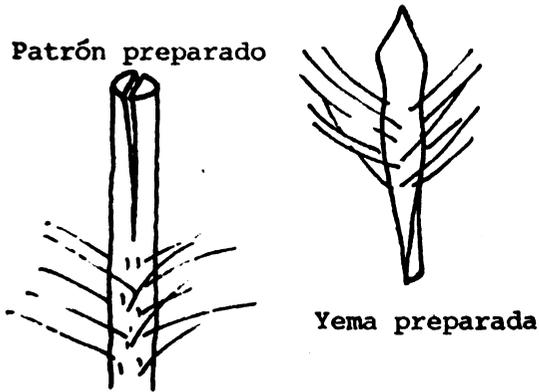


APENDICE 3. Mapa de Zimbabwe con la ubicación de los sitios visitados



APENDICE 4. Técnica de injerto en coníferas utilizada por el Centro de Investigaciones Forestales de Zimbabwe. Adaptado de Hong (1975).

1.



2.



3.

