



**UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO**

**DIVISION DE CIENCIAS FORESTALES**

**PROGRAMA DE POSTGRADO**

**TESIS DE MAESTRIA**

**" RESPUESTA DE Pinus cooperi MARTINEZ, A ACLAREOS EN EL  
S.P.E.F. CIELITO AZUL EN SAN MIGUEL DE CRUCES, DURANGO."**



**DIRECCION ACADEMICA  
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES**

**Que como Requisito parcial  
para Obtener el Grado de  
Maestro en Ciencias Forestales**

**P R E S E N T A :**

**GONZALO CORTEZ JARAMILLO**

**CHAPINGO, MEXICO**

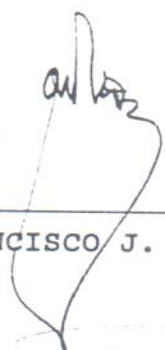
**1994**



Esta tesis fué realizada bajo la dirección del comité indicado,  
ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial  
para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES

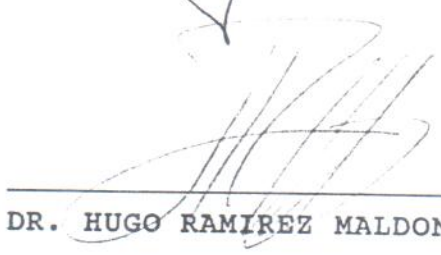
PRESIDENTE:



---

DR. FRANCISCO J. ZAMUDIO SANCHEZ

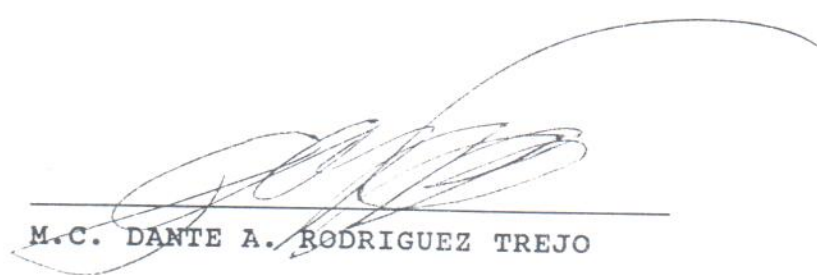
ASESOR:



---

DR. HUGO RAMIREZ MALDONADO

ASESOR:

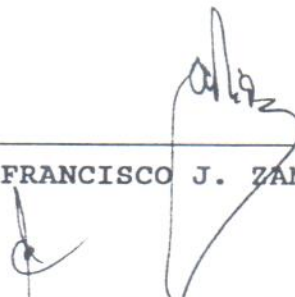


---

M.C. DANTE A. RODRIGUEZ TREJO

El jurado del examen de grado de maestría en ciencias forestales  
estuvo constituido por:

PRESIDENTE:

  
\_\_\_\_\_  
DR. FRANCISCO J. ZAMUDIO SANCHEZ

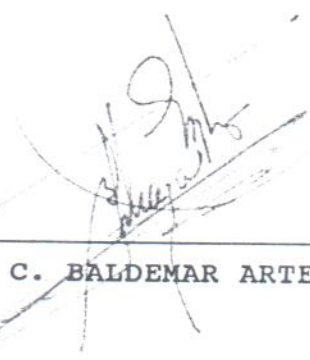
ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
DRA. AMPARO BORJA DE LA ROSA

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
M. C. DANTE A. RODRIGUEZ TREJO

REPRESENTANTE DE LA  
COORDINACION DE  
ESTUDIOS DE  
POSTGRADO DE  
LA D I C I F O:

  
\_\_\_\_\_  
M. C. BALDEMAR ARTEAGA MARTINEZ

REPRESENTANTE DE LA  
COORDINACION DE  
ESTUDIOS DE  
POSTGRADO DE  
LA U A CH:

  
\_\_\_\_\_  
M. C. JAVIER SANTILLAN PEREZ

Cada uno de los cuales, revisó y aprobó la tesis presentada.

Chapingo, México

1994

DEDICADA A:

MI ESPOSA: EMMA

MIS HIJOS: ALIOTH DAPHNE

MELISSA LINDSAY

GONZALO ANTONIO

MIS PADRES: ANTONIO CORTEZ

GRACIELA JARAMILLO

LA MEMORIA DE MIS ABUELOS: MIGUEL, JESUS Y CALLETANA

MIS HERMANOS: ANGELINA, IRMA, JUANY, CARMEN, CHELITA Y LORENZO

MIS AMIGOS

## CONTENIDO

| capítulo                                                                                                                                                | Página. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Contenido.....                                                                                                                                          | i       |
| Relación de figuras .....                                                                                                                               | iii     |
| Relación de cuadros .....                                                                                                                               | iv      |
| Apéndice.....                                                                                                                                           | vi      |
| Resumen .....                                                                                                                                           | vii     |
| Summary .....                                                                                                                                           | ix      |
| 1. Introducción .....                                                                                                                                   | 1       |
| 1.1. Objetivos.....                                                                                                                                     | 5       |
| 1.2. Hipótesis.....                                                                                                                                     | 6       |
| 2. Revisión de literatura.....                                                                                                                          | 6       |
| 2.1. Aclareos.....                                                                                                                                      | 6       |
| 2.1.1. Medidas de densidad.....                                                                                                                         | 6       |
| 2.1.2. Efecto sobre la altura.....                                                                                                                      | 8       |
| 2.1.3. Efecto sobre el diámetro.....                                                                                                                    | 9       |
| 2.1.4. Efecto sobre el índice de forma.....                                                                                                             | 9       |
| 2.1.5. Efecto sobre el área basal.....                                                                                                                  | 10      |
| 2.1.6. Efecto sobre el volumen.....                                                                                                                     | 11      |
| 2.1.7. Efecto sobre copas.....                                                                                                                          | 11      |
| 2.1.8. Efecto sobre la densidad de la madera.....                                                                                                       | 12      |
| 2.2. La relación interespecífica tamaño-densidad entre<br>rodales densos y sus implicaciones por la regla<br>de la potencia $-3/2$ de autoaclareo.....  | 12      |
| 2.3. Respuesta de una población joven de <u>Pseudotsuga</u><br><u>menziesii</u> (Mirb) Franco a 16 años de aclareo<br>intensivo.....                    | 12      |
| 2.4. Uso del índice de competencia para estimar el creci-<br>miento en diámetro de rodales aclareados de <u>Pseudot-</u><br><u>suga menziesii</u> ..... | 13      |

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.5. Estudios sobre aclareos en México .....                                               | 13 |
| 2.6. Análisis conjunto de variables .....                                                  | 15 |
| 3. Descripción del Area de Estudio .....                                                   | 16 |
| 3.1. El Predio, Nombre, Localización, Superficie y Límites..                               | 16 |
| 3.2. Comunicaciones .....                                                                  | 17 |
| 3.3. Fisiografía .....                                                                     | 18 |
| 3.4. Geología, Hidrografía, Clima y Edafología .....                                       | 18 |
| 3.5. Topografía .....                                                                      | 19 |
| 3.6. Distribución y Tipos de Vegetación.....                                               | 19 |
| 3.7. Sanidad .....                                                                         | 21 |
| 4. Metodología.....                                                                        | 21 |
| 4.1. Areas Experimentales, Los aclareos y las mediciones..                                 | 21 |
| 4.2. La Base de Datos.....                                                                 | 24 |
| 4.3. Materiales y Equipo.....                                                              | 25 |
| 4.4. Fuente de Información.....                                                            | 26 |
| 4.5. Problemas Detectados y Depuraciones realizadas.....                                   | 28 |
| 4.6. El Diseño Experimental, La Matriz Diseño y la Matriz<br>de Parámetros del Diseño..... | 30 |
| 5. Análisis y Resultados.....                                                              | 41 |
| 5.1. Análisis de la remediación de 1982.....                                               | 41 |
| 5.2. Análisis de incrementos de las variables originales.                                  | 45 |
| 5.3. Análisis de incrementos en área basal y variable<br>combinada .....                   | 48 |
| 6. Conclusiones y Recomendaciones.....                                                     | 51 |
| 7. Literatura Citada .....                                                                 | 56 |
| 8. Apéndice .....                                                                          | 58 |

## RELACION DE FIGURAS

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Ubicación y Características de las Unidades Experimentales del SPEF " Cielito Azul"..... | 24 |
| Figura 2. Posición de los cuadrantes respecto al sitio...                                          | 62 |
| Figura 3. Diferentes posibilidades para ubicar un sitio según la posición de la pendiente.....     | 63 |

## RELACION DE CUADROS

|                                                                                                            | Página |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Cuadro 1. Formato utilizado para la toma de datos en el campo en los SPEF.....                             | 61     |
| Cuadro 2. Clave que corresponde a cada una de las entidades federativas de la República Mexicana.....      | 62     |
| Cuadro 3. Tipo de cuadrillas según el número y el nivel de las personas que la integran.....               | 63     |
| Cuadro 4. Ejemplo de una clave de foto interpretación para manejo de bosques de clima templado - frío..... | 64     |
| Cuadro 5. Uso final que se dará a los árboles en la región bajo estudio.....                               | 65     |
| Cuadro 6. Tipos de individuo como se clasifican en los SPEF..                                              | 65     |
| Cuadro 7. Claves que corresponden al género o la especie de la vegetación de los SPEF.....                 | 67     |
| Cuadro 8. Claves que corresponden al daño que se encuentra en cada árbol.....                              | 69     |
| Cuadro 9. Rango de altura en metros según el piso en que debe estar el árbol.....                          | 69     |
| Cuadro 10. Clasificación del arbolado de acuerdo con su vitalidad.....                                     | 70     |
| Cuadro 11. Clasificación del arbolado según su tendencia dinámica.....                                     | 71     |
| Cuadro 12. Forma de los árboles según ciertas características del fuste.....                               | 71     |

|                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 13. Medias por tratamiento considerando las variables DN, DT, GC, AT y AF para la remediación 1982 .....                                                                                      | 43 |
| Cuadro 14. Medias por tratamiento considerando las diferencias proporcionales de las variables DN, DT, GC, AT y AF, para las remediciones 1982 y 1986.....                                           | 46 |
| Cuadro 15. Incrementos absolutos de las variables en estudio DN, DT, GC, AT, AF.....                                                                                                                 | 47 |
| Cuadro 16. Medias por tratamiento considerando el incremento del área basal proporcional (ABp) y el incremento de la variable combinada proporcional (VCp) para las remediciones de 1982 y 1986..... | 49 |

## A P E N D I C E

- Apéndice 1. Formato de Silvicultura y Manejo usado en el S.P.E.F. "Cielito Azul".
- Apéndice 2. Salida de SAS donde se muestran los resultados del análisis multivariado para las pruebas de hipótesis establecidas para el primer objetivo, así como el análisis de cada una de las variables analizadas Y1 - Y5, los contrastes de cada uno de los tratamientos A, B, C, D y E contra el control F usando la prueba de comparación múltiple T-Dunnett que es específica para este caso y únicamente para la remediación 1982. Además se presentan los resultados del Análisis de Medias por tratamiento para las variables X8 (DN), X9 (DT), X10 (GC), X12 (AT) y X13 (AF).
- Apéndice 3. Salida de SAS que presenta los resultados del análisis multivariado donde se aplican las mismas pruebas de hipótesis establecidas para el primer objetivo, utilizando las diferencias proporcionales de las variables X8, X9, X10, X12 y X13 para las remediciones de 1982 y 1986. Además se presentan los resultados del análisis de medias por tratamiento para esas mismas variables, estableciendo de esta manera la 1er. fase del segundo objetivo.
- Apéndice 4. Salida de SAS donde se presentan los resultados respecto de la 3a. fase del análisis multivariado aplicando las mismas pruebas de hipótesis y contrastes establecidos anteriormente, utilizando los datos del área basal proporcional (ABP) y la variable combinada proporcional (VCp) para las remediciones de 1982 y 1986. También se presentan los resultados del análisis de medias de las mencionadas variables.

## RESUMEN

En este estudio se presentan los lineamientos generales para el establecimiento de sitios permanentes de experimentación forestal (SPEF), considerando las sugerencias dadas por Manzanilla (1981); además de establecer una base de datos organizada del SPEF "Cielito Azul" para análisis subsecuentes.

El estudio aborda un análisis multivariado sobre algunas variables dasométricas que consideramos importantes entre las que destacan: diámetro normal, diámetro del tocón, grosor de corteza, altura total y altura fustal; como respuesta a diferentes tratamientos de aclareos aplicados en rodales naturales de Pinus sp en el SPEF "Cielito Azul", en San Miguel de Cruces, Dgo. El análisis estadístico se aplicó sobre un diseño experimental en cuadro latino de 6 X 6, donde los tratamientos fueron los aclareos con intensidades de corta de 20, 30, 50, 70, 100% y un control, considerando un total de 1 652 observaciones para todos los tratamientos y realizando remediciones antes y después de los aclareos. Las remediciones utilizadas en este estudio fueron las de 1982 y 1986.

Se consideraron tres fases en el análisis estadístico:

La primera consistió en aplicar un análisis multivariado sobre

los tratamientos y establecer una serie de contrastes entre ellos; subsecuentemente se realizó una serie de 17 pruebas de hipótesis considerando únicamente los datos de la remediación de 1982 y las variables descritas anteriormente. Además se obtuvo un análisis de medias por tratamiento.

En la segunda fase se realizaron las mismas pruebas de hipótesis aplicadas en la primer fase, pero considerando únicamente los incrementos positivos de las variables en estudio. También se realizó un análisis de medias por tratamiento.

En la tercera fase también se aplicaron las mismas pruebas de hipótesis; sin embargo en este análisis consideramos los incrementos relativos positivos en área basal y variable combinada como una función de volumen, además de realizar un análisis de medias por tratamiento.

De la misma forma se presentan los resultados de las tres fases consideradas en este estudio

**RESPONSE OF *Pinus Cooperi* MARTINEZ, TO THINNINGS IN THE S.P.E.F. "CIELITO AZUL" IN SAN MIGUEL DE CRUCES, DURANGO.**

**SUMMARY**

The study comprise a multivariate analysis on dasometric variables which we considered important, diameter breast height (dbh), stump diameter (sd), bark thickness (bt), top height(h) and bole height(bh); as response to different thinning treatments applied in natural stands of *Pinus* sp in the SPEF "Cielito Azul" in San Miguel de Cruces, Dgo. The statistical analysis was done by 6x6 latin square experimental design; where the treatments were intensities of thinning of 20, 30, 50, 70, 100 % and a control. 1 656 observations were used, two times after thinning the variables were measured, these were in 1982 and 1986. The treatments were applied in 1971.

Three analysis are in this study: the first one was multivariate analysis on the variables described for the year 1982 to look for differences among the treatments; making a group of 17 hypotheses tests were made. Also means analysis for each variable was obtained.

The second analysis we considered the proportional increments of the variables with respect to 1982 that they had during the period from 1982 to 1986, the same hypotheses were carried out, also a means analysis by variable was done.

The third analysis the proportional increments with respect to 1982 of the basal area and the combined variables ( $HD^2$ ) were studied trying to distinguish among thinning treatments. As, in the above two, a means analysis was done. The results for this phases are presented.

## 1. INTRODUCCION

Durante los últimos decenios se han operado considerables cambios en la evolución de la Silvicultura. Los silvicultores y la sociedad entraron, como un todo, en una nueva era de preocupación general por la conservación o "uso racional" de nuestros recursos naturales; además la sociedad espera, con todo derecho, que sus bosques produzcan algo más que productos maderables. Pero el primordial objetivo de la Silvicultura es todavía la producción continua y eficiente de madera; sin embargo esto se debe realizar de manera simultánea con la obtención de otros satisfactores derivados del bosque (agua, fauna, recreación, etc.), sin degradación ambiental. Esto precipita conflictos en cuanto al uso de la tierra, origina cuestiones de compatibilidad de objetivos múltiples y demanda la participación del público en la toma de decisiones. De tal forma que nos enfrentamos a la necesidad de planificar el uso de la tierra, para lo que es necesaria la cuantificación de la "capacidad de producción" de los bosques y de los diversos bienes y servicios que se extraen de ellos y encontrar las formas de aprovechar mejor esa calidad.

La evaluación de los recursos forestales del país por parte de la Subsecretaría Forestal (1991) muestran que contamos con un Patrimonio Forestal constituido por 38 889 075 ha arboladas, de las cuales 27 482 917 (67.9 %), corresponden a bosques de clima templado frío, formados fundamentalmente por especies de coníferas y el resto de latifoliadas. Por otro lado, la superficie de clima tropical y subtropical es de 11 406 158 ha.

El volumen de madera de arbolado en pie, se estima en 3 125.6 millones de metros cúbicos en rollo, correspondiendo 1 984.4 millones de metros cúbicos en rollo a bosques de clima templado frío y 1 135.8 millones de metros cúbicos en rollo a selvas de clima tropical y subtropical.

La información relativa a las extracciones maderables realizadas durante 1991 indican que se produjo un volumen de 7.6 millones de metros cúbicos de madera en rollo, observándose un decremento del 15.5% con respecto al año inmediato anterior. Este notable retroceso es, sin duda, reflejo de los problemas que aquejan a esta actividad.

Los productos en que inicialmente se transformaron estos volúmenes extraídos, en términos generales son: Productos con escuadrías, principalmente aserrados (70.1%), productos celulósicos (21.2%), chapa y triplay (2.6%) y productos rollizos como postes, pilotes y morillos (1.2%).

Por lo que hace a las especies extraídas, tradicionalmente han sido las coníferas, especialmente el pino, las que representan más del 83 % de nuestra producción, el resto está formado por diversas especies latifoliadas, entre las que destaca el encino.

Si analizamos la producción forestal de manera regional, tenemos que en la Sierra Madre Occidental, principalmente a lo largo de los estados de Durango y Chihuahua, se extrajo el 46.9%, en la

Sierra Neovolcánica que comprende los estados de Jalisco, Michoacán, Veracruz, México y Puebla, se produjo un 31.7%, la Sierra Madre del Sur, que comprende los estados de Guerrero y Oaxaca, contribuyó con 9.6% y el resto de la producción se extrajo de otras áreas de clima templado y tropical.

De la misma forma se establece que únicamente el estado de Durango contribuye con 3 767 874 m3 en rollo de la producción total para ese año.

De acuerdo a lo anterior y analizando el panorama del comercio exterior, se ha calculado que las importaciones de productos maderables alcanzaron la cifra de 822.9 millones de dólares, en tanto que las exportaciones tuvieron un valor de 299.3 millones de dólares. De ello resulta un saldo negativo en nuestra balanza comercial de 523.6 millones de dólares (CNIF, 1992).

Como es bien conocido, el déficit más importante lo constituyen los productos celulósicos representando el 65.5% de nuestras compras, luego madera aserrada con el 20.2%, enseguida chapa y triplay con 8.4% y el resto lo forman conjuntamente postes, productos diversos y combustibles con el 5.5%.

Este breve esbozo nos conduce a la necesidad de cultivar los bosques, con las técnicas que en ellos se aplican como son, entre algunas de ellas, los aclareos.

Los aclareos son el acto de remoción de algunos árboles de un rodal inmaduro con la finalidad de proporcionar a los que quedan en pie, mejores condiciones de crecimiento y producción de madera de mejor calidad. El propósito principal es preparar al rodal para aprovechar el potencial de crecimiento y redistribuir el incremento en los árboles que quedan en pie.

La clasificación de árboles establecido por la I.U.F.R.O (Unión Internacional de Organismos de Investigación Forestal) en 1903, modificado por Assmann\* (1954) establece los siguientes tipos de árboles: dominantes, codominantes, intermedios y suprimidos.

Los métodos de aclareo a su vez son: por lo bajo, por lo alto, selectivo y libre. De tal modo que cada uno de éstos métodos de aclareo al aplicarse en los bosques remueven algún o algunos de los tipos de árboles.

Podemos mencionar que al aplicarse los aclareos en las masas forestales provocan efectos sobre el desarrollo de los rodales; afectando principalmente el crecimiento en altura, en diámetro en forma, el área basal, el volumen, la longitud de copa y la densidad de la madera, entre otras.

De la misma forma los aclareos también afectan la condición de resistencia que ofrece el rodal a diversos agentes como son: El viento, la nieve y hielo, los incendios forestales, los insectos y hongos.

De igual manera, en el suelo los aclareos también dejan sentir

su influencia por la cantidad de desperdicio acumulado después del mismo, afecta también la temperatura y duración del período de crecimiento; la cantidad de precipitación retenida, la descomposición del humus, las condiciones para la regeneración, etc. (Vuokila, 1962).

De tal forma que las respuestas a los aclareos suelen ser analizadas individualmente, trátase de los efectos que dejan en el desarrollo del rodal, en la resistencia del rodal a los daños o en los efectos que deja en el suelo.

Si nos referimos a los efectos que vierten los aclareos sobre las condiciones de desarrollo del rodal como suelen ser el crecimiento en altura, en diámetro y forma, etc.; estos se estudian y analizan normalmente en forma marginal (univariadamente). Sin embargo, dado que en la realidad se trata de abordar una respuesta global del árbol, manifestada en varias de sus características, es recomendable entonces un análisis multivariado.

### **1.1 Objetivos**

1. Hacer una valoración del efecto de aclareos (aplicados 14 años atrás) en *Pinus cooperi*, sobre varias respuestas conjuntamente (diámetro normal, diámetro del tocón, grosor de corteza, altura total, altura fustal).

2. Hacer una valoración de la capacidad de los aclareos aplicados 14 años atrás, para provocar efectos diferentes en variables dasométricas de *Pinus cooperi* conjuntamente, 4 años después (diámetro normal, diámetro del tocón, grosor de corteza, altura total y altura fustal).

3. Inferir con base en los resultados, el posible comportamiento de otras especies bajo los mismos tratamientos.

## **1.2 HIPOTESIS Y SUPUESTOS**

La aplicación de diferentes intensidades de aclareo no tiene efecto en la respuesta de algunas dimensiones de los árboles después de 14 años de la aplicación. Esta hipótesis se plantea como punto de partida en congruencia con la formulación de las pruebas de hipótesis estadísticas a que se recurre.

## **2. REVISION DELITERATURA**

### **2.1. Aclareos**

#### **2.1.1. Medidas de densidad**

Los grados de aclareo se han definido mediante la indicación de que clases de árboles o parte de dichas clases deben ser cortados (Schotte, Mc Donald\* 1931). Es ya una costumbre designar a los grados de aclareo, para el aclareo por lo bajo con A, B, C y D, indicando con A un aclareo ligero donde se extraen solamente los

\* Citado por Braathe (1957)

árboles muertos; mientras que con D se designa un aclareo fuerte, con el cual se cortan todos los árboles suprimidos y los intermedios, además parte de los codominantes.

La necesidad de una medida de densidad no se centra en saber cuantos árboles deben extraerse, pero sí cuales deben dejarse. Esto hace necesaria la definición de densidad rodal remanente más que el grado de aclareo. Esta necesidad de tener una medida de la densidad ha sido satisfecha en parte indicando el área basal, el volumen o el número de árboles por hectárea; pero estos factores dicen muy poco a no ser que se comparen con tablas de producción para el respectivo sitio, edad, etc.

Por esta razón, los investigadores han estado indagando una forma más objetiva de medir la densidad, pero poco se ha avanzado. La medida más prometedora es la relación del número de árboles con la altura, preferentemente la altura mayor. El primer forestal que propuso y usó ésta relación como una medida de la densidad fue Hart\* (1928) en sus experimentos de aclareos en Java.

Ferguson\* (1933) preparó una tabla en la que se presenta el número de árboles que se deben dejar después de un aclareo en función de varias alturas (dominantes), como en Holanda, se considera el promedio de los 40 árboles más altos por acre (98.8 árboles/ha.) como medida de densidad.

La comparación entre densidades de rodales utilizando número de árboles a ciertas alturas y en algunas ocasiones calculando el ancho de los anillos de crecimiento y el incremento en área basal expresado en porcentaje ha sido utilizado por Braathe, (1957).

Sin embargo se presentaron dos proposiciones donde se indicaba que la antigua definición de grados de aclareo resultaba insatisfactoria, por lo que la I.U.F.R.O. y Hummel\* (1953) presentaron un sistema de índices de densidad que denominaron densidad de tipo estándar al espaciamiento resultante del 20 % de la altura dominante considerando los árboles distribuidos en cuadros. El sistema de índices de densidad fue desarrollado para rodales coetáneos tratados con aclareos por lo bajo o con aclareo libre, pero Hummel sostiene que puede utilizarse en aclareos por lo alto.

#### **2.1.2. Efecto sobre la altura**

En parcelas de aclareo de *Picea* sp en Prusia, se demuestra que hay algún incremento en altura, resultado de la comparación de aclareos fuertes con aclareos ligeros, siendo particularmente cierto en rodales jóvenes. Este incremento se debe, en parte, al hecho de que en un aclareo fuerte se extrae una gran proporción de cada clase diamétrica, y los árboles que se dejan representan la mejor parte de la población. El incremento en estas parcelas es, sin embargo, tan grande que no es posible explicarlo solamente por este "efecto indirecto" y puede ser atribuido a que los aclareos fuertes han estimulado el crecimiento en altura de los árboles. Se ha encontrado que este efecto alcanza alrededor del 2 % para cada 10 % de área basal extraída (Eide y Langsaeter\*, 1941).

En una plantación de *Picea abies* (Norway spruce), en Dinamarca, se llevó a cabo una serie de aclareos en 1932. Para 1948 y a una edad de 59 años, el máximo incremento en altura fue de 38.10 cm y se

obtuvo en el aclareo más fuerte, mientras que en el aclareo más ligero se obtuvo solamente un incremento de 26.67 cm por año durante el período de la investigación (Moller\*, 1954).

### 2.1.3. Efecto sobre el diámetro

En el experimento Hartrup de Dinamarca, establecido en una plantación de 30 años de *Picea abies*, se obtuvo el incremento anual en diámetro de los últimos 10 años y las mediciones se continuaron durante 22 años. Los grados de aclareo corresponden a las definiciones dadas por la Comisión Forestal de la Gran Bretaña. El grado D es un aclareo en extremo fuerte. Para realizar comparaciones, se calcularon los índices de densidad aproximados para cada grado de aclareo. En el experimento se mostró un gran efecto del aclareo sobre el incremento del diámetro normal. La estimulación fué grande, tanto en los rodales jóvenes como en las clases diamétricas medias. Para las clases diamétricas más grandes, en rodales viejos, la estimulación es muy pequeña pero apreciable. Estos resultados han sido confirmados universalmente mediante aclareos experimentales (Bornebusch\* 1933). La estimulación del incremento en diámetro debido a un aclareo en coníferas lo han informado Hummel\* (1947), Burger\* (1951), Zimmerle\* (1951), Wiedeman\* (1950), Bone-mann\* (1939), Vanselow\* (1937) y Henriksen\* (1951).

### 2.1.4. Efecto sobre el índice de forma.

Se analizaron 483 árboles de Pinus sp y Picea sp en la parte

central y norte de Suecia y se informó que el índice de forma (la relación del diámetro a la mitad del fuste y el diámetro normal) incrementó rápidamente durante los primeros años y posteriormente permaneció más o menos constante por un período largo. Después de una corta fuerte el índice de forma tendió a disminuir. Hagberg\* (1942), Petrini\* (1957), de los resultados del análisis de 10 árboles de la zona externa de un bosque de Picea, obtuvo el mismo patrón de comportamiento del índice de forma en el rodal.

#### **2.1.5. Efecto sobre el área basal.**

El incremento en diámetro es el componente principal en el incremento del volumen de un rodal. Por consiguiente el crecimiento en diámetro es una parte importante de una tabla de producción. La mejor manera de obtener resultados de muchas mediciones y poderlas utilizar al máximo, es recurrir al análisis estadístico. Peterson\* 1937 fué el primero en utilizar el análisis de regresión para trazar y predecir el crecimiento diamétrico, obtuvo un ejemplo de un análisis de correlación en sitios de pino en Suecia.

Eide y Langsaeter\* (1941), basándose en los principios presentados por Petterson prepararon la primera tabla de producción construida en base al análisis de regresión. La ecuación la basaron en el porcentaje de incremento en área basal. Se ha encontrado que no existe regla definida para el incremento del área basal, excepto para los aclareos muy fuertes en los cuales puede disminuir hasta el 20 % Badoux\*, (1939).

#### 2.1.6. Efectos sobre el volumen

En casi todos los experimentos de aclareo se discute la producción de volumen como resultado final. El cálculo del volumen no solo depende de el área basal y de la altura, sino tambien del factor de forma. Muchos experimentos no revelan efecto alguno dentro de un amplio rango de aclareo; algunos muestran descenso en la producción de volumen al menos para aclareos de grado D y más fuertes, otros mostraron un incremento en la producción de volumen con los aclareos. Algunos autores creyeron encontrar una culminación en cortas medianas (Bornebusch, Moller, Hummel\* 1933), otros con cortas ligeras o sin cortas (Badoux, Eide, Petterson\* 1936). Sin embargo, la mayoría de los experimentos mostraron un descenso para aclareos de grado D y más fuertes.

De cualquier manera el efecto del aclareo en la producción de volumen real es tan pequeño que juega un papel poco importante en la Silvicultura práctica.

#### 2.1.7. Efecto sobre copas.

Es claro que las copas serán más cortas y más angostas en un rodal denso que en uno abierto. Bornebusch\* (1953) demostró que la longitud de la copa viva en relación a la altura en rodales de *Fagus* sp., se incrementó como resultado de un aclareo fuerte. Wiedeman\* (1937), encontró que la longitud de la copa es de 40-50 % de la altura de el árbol en rodales jóvenes de Picea abies y del 30-45 % en rodales más viejos.

### 2.1.8. Efecto sobre la densidad de la madera

La densidad de la madera o gravedad específica de las coníferas, está íntimamente correlacionada con la anchura de los anillos anuales. Dado que el ancho de los anillos es estimulado grandemente por el aclareo, la densidad decrecerá Klem\* (1934).

### 2.2. La relación interespecífica tamaño - densidad entre rodales densos y sus implicaciones por la regla de la potencia de los $-3/2$ de autoaclareo.

Weller, (1989) presenta un modelo que explica la relación interespecífica en rodales densos en términos de dos descriptores del volumen; la densidad de biomasa por unidad de volumen y la proporción de altura. El modelo predice que las dimensiones del rodal forman una banda lineal con pendiente de  $-3/2$  cuando el logaritmo de biomasa del rodal es graficado contra el logaritmo de la densidad de la planta. La banda interespecífica encierra líneas de autoaclareo dinámico que difieren ampliamente en pendiente en los diversos grupos de plantas (herbáceas mono y dicotiledóneas y árboles).

### 2.3. Respuesta de una población joven de *Pseudotsuga menziesii* a 16 años de aclareo intensivo

Tappeiner, (1982) aplicó aclareos precomerciales en parcelas jóvenes (20 años) de 0.2 acres (800 m<sup>2</sup>aprox.) de *Pseudotsuga menziesii*, los tratamientos fueron 8 diversas intensidades de aclareo y un control repetidos 3 veces, se les dió seguimiento durante 16 años. La comparación entre tratamientos fué estadísticamente probada con

un análisis de varianza para un diseño completamente aleatorio; encontrando que la aplicación de esos aclareos fuertes precomerciales, incrementan sustancialmente el crecimiento en diámetro y mantienen un alto crecimiento en volumen.

#### **2.4. Uso del índice de competencia para estimar el crecimiento en diámetro de rodales aclareados de Pseudotsuga menziesii.**

Smith and Bell, (1983) desarrollaron un modelo en donde el problema central consistía en cuantificar el efecto de una prescripción Silvícola o la competencia experimentada por los árboles en el rodal. Los resultados de este estudio indican que una función lineal simple del índice de competencia inicial y el cambio del índice de competencia inicial, contribuyen significativamente a la predicción del crecimiento periódico del diámetro en el crecimiento temprano de Pseudotsuga menziesii. Los resultados sugieren que funciones del índice de competencia inicial, son variables concomitantes importantes en la determinación del desarrollo y crecimiento del árbol y pueden ser incorporadas dentro de modelos predictivos más complejos en estudios futuros de predicción sobre crecimiento y rendimiento para rodales manejados.

#### **2.5. Estudios sobre aclareos en México.**

Flores, (1986) reporta el establecimiento de un experimento con Pinus patula donde probó 4 niveles de densidad residual en un rodal puro y coetáneo con una edad promedio de 38 años; encontrando en su análisis estadístico que las medias aritméticas, en diámetro normal y altura de la masa intervenida, incrementaron sus valores

respecto a antes de la corta. En cambio el volumen, área basal, incremento corriente y medio anual, bajaron.

Mass, (1988) aplicó cortas intermedias (A=testigo, B=15 % ligero, C=25 % mediano, D=35 % fuerte) en un rodal de 30 años de edad de Pinus pseudostrobus, P. herrerae, P. michoacana y P. oocarpa con una calidad de estación muy buena, bajo un diseño en bloques completos, siendo las cortas los tratamientos y realizó una valoración 14 años después de aplicadas estas últimas. Encontrando que por apariencia física mediante observaciones directas en cada parcela y cada tratamiento, se puede determinar la bondad de los aclareos al mostrar mejor conformación, limpieza, calidad y mayores diámetros en los tratamientos donde la intensidad de corta fue alta en comparación con el testigo. De igual forma sucede con el área basal y el volumen, ya que ha resultado que la mejor respuesta se obtuvo con el tratamiento D (35 %).

Gonzalez, (1993) en una plantación de Pinus radiata en Ayotoxtla, Gro., estableció un experimento sobre aclareos, siendo los tratamientos intensidades de corta de 100, 80, 70, 60 y 50 % de área basal residual con 3 repeticiones por tratamiento, bajo un diseño completamente aleatorio; encontró según las curvas de crecimiento e incremento obtenidas con el análisis troncal, que el arbolado presenta una disminución en sus incrementos en diámetro y volumen. De la misma forma las medias aritméticas del diámetro normal y el diámetro de copa incrementaron sus valores en las parcelas intervenidas con respecto a antes de la corta.

## 2.6. Análisis conjunto de variables

En lo referente al análisis multivariado, se dice que es la parte de la estadística matemática utilizada para analizar simultáneamente conjuntos de datos de dos o más variables; para ello agrupa los datos y reduce o simplifica la información (Marriott, 1974, Johnson y Wichern, 1988), citados por Argüelles, (1990).

Los indicadores del desarrollo de un bosque (rodal) se encuentra en conjunto o en forma interactuante y a la vez en combinación con varios factores del medio, es decir, en forma multivariada.

El caso multivariado implica diferentes relaciones:

- a) varios indicadores y un objeto indicado (factor),
- b) varios factores del medio y un solo tipo de organismo, y
- c) varios indicadores y varios factores del medio, simultáneamente.

Por la gran cantidad de información y ante la imposibilidad de analizarla conjuntamente, es necesario someter la información a una selección de lo más importante y omitir el resto, o ruido.

También se elimina la información correlacionada o redundante (González - Bernaldez, 1981). Gauch (1982), citado por Argüelles, (1990), corrobora lo antes anotado, puesto que los propósitos del análisis multivariado son: Resumir la redundancia, reducir el ruido, establecer relaciones de los datos y encontrar su estructura.

En el noroeste de Nevada, se estudiaron las relaciones existentes entre Artemisia sp y las variables del medio que le afectan en su distribución y asociación con otras especies. Así

se evaluaron las relaciones entre la humedad del suelo, tipo del suelo, y diferentes especies del género Artemisia sp, utilizando el análisis multivariado por medio de la ordenación y clasificación con los procedimientos de DECORANA y TWINSpan respectivamente Jensen (1990), citado por Perez, P.A., (1992).

### 3. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

#### 3.1. El Predio, Nombre, Localización, Superficie y Límites.

El bosque donde se desarrolló el presente trabajo se ubica en el Suroeste del Estado de Durango, en el municipio de San Dimas, pertenecen a la pequeña propiedad del Sr. Heriberto Soto Soto, según escritura pública no. 1692 de fecha 15 de Junio de 1950, inscrita en el Registro Público Nacional de la Propiedad Forestal bajo el no. 60, folio 20, libro I, tomo VI, volumen I, de la sección III.

El paraje es conocido con el nombre de "El Cielito Azul", del predio denominado "Lote no. 4 del fraccionamiento Las Veredas" concesionado a la Unidad Industrial de Explotación Forestal de Triplay y Maderas de Durango (hasta 1989) y posteriormente paso a los de la Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal no. 3, (UCODEFO), situado a 12.5 km del poblado de San Miguel de Cruces, Dgo., por el camino principal a San Miguel de Cruces - Puente de las Animas.

El predio está ubicado entre los paralelos 24° 20' 44" y 24° 21' 16" de latitud norte y los meridianos 105° 52 ' 17 " y 105 ° 53 ' 43 " de longitud oeste. La altura promedio del sitio es de 2 300 msnm. De acuerdo al plano de dotación de la propiedad, ésta

tiene las siguientes colindancias:

Norte: Lote No. 4 P.P. San Antonio de la Borrega.

Sur: Lotes No. 6 y 7 P.P. Las Veredas.

Este: Lote No. 5 P.P. Las Veredas.

Oeste: Lote No. 3 P.P. Las Veredas.

En las actas de posesión y deslinde del predio "Las Veredas" se establece que este tiene una superficie de 779.6 ha de monte alto y agostadero cerril.

### **3.2. Comunicaciones**

El predio se encuentra ubicado al Oeste de la ciudad de Durango, comunicado por la carretera Federal No.40 (Durango - Mazatlán), esta comunicación con la misma es como sigue; tramo Durango - Coyotes 90 kilómetros sobre carretera pavimentada, tramo Coyotes - San Miguel de Cruces 130 km por el camino principal de terracería transitable durante todo el año, tramo San Miguel de Cruces - P.P. Las Veredas Lote 4, 20 km de bordo de segundo orden. La distancia mayor de la ciudad de Durango al predio son 240 km aproximadamente. El predio es cruzado por el camino vecinal, transitable todo el año, que comunica el poblado San Miguel de Cruces (cabecera municipal) y Puente de las Animas del municipio de San Dimas. En El Salto se encuentra la estación terminal del ferrocarril llamada Aserraderos, dicha vía lo comunica con la ciudad de Durango.

Además posee una red caminera en regular y mal estado con problemas de construcción, la cual es utilizada para comunicar las rancherías del predio y de manera principal para la extracción de productos forestales.

### 3.3. Fisiografía

El Predio Las Veredas, se localiza en el macizo montañoso denominado " Sierra Madre Occidental " incluido en la provincia fisiográfica del mismo nombre y en las subprovincias Gran Meseta, Cañones Duranguenses y Mesetas y Cañadas del Sur (INEGI, 1986). Con un sistema de topoforma de meseta escalonada asociada con cañadas. El terreno es en su mayoría ondulado, presentando algunas quebradas no muy pronunciadas y pocas partes planas. Se presenta una variación altitudinal entre los 1 895 y 2 706 msnm.

### 3.4. Geología, Hidrografía, Clima y Edafología

El tipo de roca predominante en el predio son rocas ígneas extrusivas ácidas (DETENAL 1982) .El suelo es variable en profundidad y textura de acuerdo con la exposición y grado de pendiente, predominando las profundidades de 30 a 60 cm de color café rojizo, areno-arcilloso con buena cantidad de materia orgánica, salvo en pequeños lugares en que aflora la roca madre. Las texturas predominantes son las franjas arcillosas, el PH varía de 4.4 a 5.5; son ricos en materia orgánica, en nitrógeno, medianos en fósforo y ricos en potasio. Terreno casi plano con pendientes que van del 0 al 30 %, predominando la exposición norte , cenital y suroeste, el drenaje superficial es muy rápido. Limita al Sureste con el Cerro Pelón con altitud de 3 000 msnm y al Sur con los Cerros Las Ubres de la misma altitud (SARH, 1982).

El predio se encuentra localizado en la región Hidrológica No. 10 Sinaloa (INEGI, 1986), el lote No. 4 comprendido en la cuenca

(B) Río San Lorenzo, subcuenca (b) Río Los Remedios, alimentada por la microcuenca RH10Bb05 a la cual pertenecen los arroyos Veredas y San Ignacio que drenan los flancos occidental y oriental respectivamente. Los escurrimientos permanentes principales drenan sus aguas sobre el afluente de el Río Piaxtla, de la Cuenca de el mismo nombre y descarga sus aguas en el litoral del Océano Pacífico en Costas Sinaloenses.

El clima que se registra en el área de acuerdo a las Cartas de INEGI, 1986 es C(W) se localiza en grandes áreas de las zonas montañosas, esta clasificación general se fracciona en otras más específicas. C (E) (W2). Clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano, porcentaje de precipitación invernal mayor de 10.2 mm, con precipitación del mes más seco menor a 40 mm, con temperatura media anual entre 5° y 18°C y temperatura del mes más frío entre -3° y 12°C.

### 3.5. Topografía

El terreno es en su mayoría plano y ondulado, presentando algunas áreas quebradas en baja proporción. La altura sobre el nivel del mar varía desde 1 895 msnm, en la parte de las quebradas con presencia de Pinus y Cupressus y los 2 706 msnm, en la zona de bosque de pino, siendo la más frecuente 2 300 msnm.

### 3.6. Distribución y Tipos de Vegetación

Dentro del área de estudio el tipo de vegetación más abundante, es el bosque de coníferas y Quercus, que se asocia con climas semifrío subhúmedos integrado por especies de los géneros: Pinus sp, Quercus sp, Alnus sp, Arbutus sp, Cupressus sp, Juniperus sp, Abies

sp y Pseudotsuga sp.

El género Pinus, es el de mayor distribución e importancia económica, encontrándose en el Predio Las veredas, las especies: P. cooperi Blanco, P. durangensis Martinez, P. cooperi var ornelasi Martinez, P. teocote Schl et Cham, P. leiophylla Schl et Cham, P. ayacahuite Ehrenby y P. engelmannii.

Existen también aunque en menor cuantía áreas de pastizal con predominación de gramíneas y áreas de matorral con especies arbustivas como Arctostaphylos sp. (manzanilla) y Quercus sp. (Encinilla).

Los rodales naturales, bosquetes de pino y pino - encino, son los más frecuentes, encontrándose también mezclas de pino y otras coníferas en baja proporción.

Pinus cooperi y su variedad ornelassi son los más abundantes, seguidos de Pinus durangensis, los cuales llegan a formar masas puras o mezcladas, ya sea entre ellos o con otras especies.

Pinus cooperi, se localiza en todo tipo de condiciones de sitio y Pinus durangensis principalmente en áreas de buen índice de sitio y de mayor humedad.

Los géneros principales que se aprovechan son : Pinus sp, Quercus sp, Pseudotsuga sp, Juniperus sp y Cupressus sp todas de interés comercial por su madera, la cual se destina a la producción de una diversidad de productos como chapa para triplay, madera aserrada, muebles, durmientes, polines, palo para escoba, tableta para caja de empaque, tarimas, celulosa para papel, leña y otros. El Encino tiene poca utilidad ya sea para madera aserrada, durmientes, postes

o carbón; pero su utilidad principal es como material celulósico o leña de uso doméstico al igual que el Juniperus sp (táscate), Cupressus sp. (cedro blanco) y Arbutus sp (madroño).

### 3.7. Sanidad

En el área forestal del SPIF Cielito Azul, encontramos variedad de insectos con diferentes grados de frecuencia y distribución, los cuales no se han presentado en niveles epidémicos graves. Algunos de ellos son descortezadores de los géneros Dendroctonus sp y Pseudoile-sinus sp, barrenadores de conos como las especies Conophthorus, sp Megastigmus sp y Diorictria sp, encontrándose principalmente en las especies de Pinus. Otra especie importante es Rhyacionia sp., que es un barrenador de yemas, este se ha localizado en un gran número de subbrodales (80%).

En el rubro de patógenos se tienen identificados a las plantas parásitas conocidas como muérdago: Arceuthobium sp. y Phoradendron sp.; siendo el primer género el de mayor impacto sobre el género Pinus sp.

## 4. METODOLOGIA.

### 4.1. Areas Experimentales, Los aclareos y Las Mediciones.

En los diversos estudios dasonómicos que se han elaborado para regir los aprovechamientos de los bosques de la UIEF, hoy UCODEFO

No.3, San Miguel de Cruces, se han llegado a establecer bases generales que pretenden conducir dichos bosques a un estado en que sea posible la obtención de un rendimiento sostenido en tiempo y calidad.

Sin embargo, hasta la fecha no se han establecido sitios bien localizados en los que se pueda llevar a cabo la colección de información, que permita medir a diferentes intervalos de tiempo, la reacción de los bosques sometidos a diferentes prácticas silvícolas y determinar cual de ellas favorece más la consecución del objetivo mencionado.

A fin de ir subsanando esta deficiencia, que es general en nuestro país, se han elaborado proyectos por instituciones como la SARH, INIFAP, algunas Universidades, etc; para el establecimiento de Sitios Permanentes de Experimentación Forestal (SPEF) cuyos objetivos, metodologías e instrucciones generales para su establecimiento, se presentan a continuación y en particular las que competen al área de estudio en cuestión.

En el Estado de Durango, en 1966 se iniciaron las primeras acciones tendientes a conocer el comportamiento de las masas forestales, mediante la aplicación de diferentes intensidades de corta, con la creación y establecimiento de un sitio permanente de investigación forestal por parte de la Unidad Industrial de Explotación Forestal "Triplay y Maderas de Durango"; el objetivo buscado fue determinar cual es el volumen que debe tenerse en pie, para que al mismo tiempo se asegure la regeneración natural, se obtenga el

incremento más favorable y el mejor resultado económico de los bosques de pino de la unidad.

Los sitios permanentes de experimentación forestal establecidos por técnicos forestales en el Estado de Durango, son un reflejo de la inquietud de dichos técnicos por conocer el comportamiento de las masas arboladas y la aplicación de diferentes metodologías en cuanto se refiere al manejo del recurso.

Uno de éstos sitios lo constituye el sitio permanente de experimentación forestal "Cielito Azul", el cual se estableció en los años 1966 - 1968, con el objeto de evaluar diferentes intensidades de corta y determinar cual de ellas conduce más acertadamente al bosque hacia un rendimiento óptimo y sostenido.

El INIFAP a través del CIFONOR, sección Durango; se hizo cargo del mencionado sitio y se siguieron los lineamientos establecidos en el proyecto "Los sitios permanentes de investigación Silvícola del INIF", presentado en Guadalajara Jalisco en 1980 por Manzanilla, (1980).

Las intensidades de corta aplicadas en éste sitio fueron: 20, 30, 50, 70, 100 % y un testigo 0 % ; el diseño experimental utilizado fue "cuadro latino" con 6 repeticiones, dando un total de 36 unidades experimentales de 1 hectárea cada una, con fajas de aislamiento de 10 metros por los cuatro lados y una franja de protección en el perímetro del sitio de 5 metros de ancho, sumando una superficie total de 53.29 hectáreas como se ilustra en la Figura 1.

En el Estado de Durango se estableció el primer sitio de inves-

tigación forestal por el INIF y en el que se han realizado mediciones en los años de 1966, 1971, 1981, 1982 y 1986; las cuales no se han analizado por lo que hay indefinición si en la actualidad se ha logrado el objetivo por ellos planteado originalmente.

|    | X2 | 1           | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            |
|----|----|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| X1 |    |             |              |              |              |              |              |
| 1  |    | 1966<br>1 F | 1966<br>12 E | 1967<br>13 D | 1967<br>24 C | 1967<br>25 B | 1968<br>36 A |
| 2  |    | 1966<br>2 E | 1966<br>11 C | 1967<br>14 A | 1967<br>23 D | 1967<br>26 F | 1968<br>35 B |
| 3  |    | 1966<br>3 B | 1966<br>10 A | 1967<br>15 F | 1967<br>22 E | 1967<br>27 D | 1968<br>34 C |
| 4  |    | 1966<br>4 A | 1966<br>9 B  | 1967<br>16 E | 1967<br>21 F | 1967<br>28 C | 1967<br>33 D |
| 5  |    | 1966<br>5 D | 1966<br>8 F  | 1967<br>17 C | 1967<br>20 B | 1967<br>29 A | 1967<br>32 E |
| 6  |    | 1966<br>6 C | 1966<br>7 D  | 1967<br>18 B | 1967<br>19 A | 1967<br>30 E | 1967<br>31 F |

1966— Año de aplicación del tratamiento  
1 F— Tratamiento según el Cuadro Latino

└ Número progresivo de la unidad experimental

Figura 1. Ubicación y características de las unidades experimentales del SPEF "Cielito Azul"

#### 4.2 La base de datos

Para la toma de datos en el campo, se diseñó un formato de silvicultura y manejo (se explica en el Apéndice 1). En ésta forma se anota básicamente toda la información general correspondiente a cuestiones dendrométricas y epidométricas obtenidas de los sitios de 100 x 100 m.

### **4.3. Materiales y equipo**

Para el establecimiento de estos sitios, permanentes de investigación forestal, el levantamiento y procesamiento de la información, fueron necesarios los siguientes materiales y equipo:

#### **Materiales:**

Bolsas de plástico  
Bote de pintura  
Estacas de madera  
Frascos  
Mojoneras de preferencia de concreto  
Papelería (gomas, lápices, plumas etc.).  
Papel bond para impresión en la computadora.

#### **Equipo:**

Altímetro  
Brochas  
Brújula Brunton  
Cinta diamétrica graduada en mm  
Clinómetro o clisímetro que permita medir alturas de árboles aproximadas al 0,5 m y pendientes en por ciento.  
Cuerdas compensadas para medir distancias  
Derroñador (de los empleados para resinación)  
Flexómetro  
Machetes  
Medidor de corteza  
Pala

Pico

Prensa para ejemplares botánicos

#### **Equipo de cómputo y Software:.**

Una computadora de disco duro con capacidad de 40 MB, AT 286, color, VGA.

Un graficador Harvard Graphics versión 3.1

Una impresora Star NX-1001 de puntos.

Un manejador de base de datos Quatro Pro Versión 3.1

Un procesador de palabras WordStar versión 7.0

Uso del Sistema de Análisis Estadístico (SAS) versión 6.04

#### **Recursos Humanos Empleados**

Un Ingeniero Forestal

Un Guarda técnico forestal

Tres auxiliares

Un capturista de datos.

#### **4.4. Fuente de Información y Organización de los Datos**

Teniendo todos los elementos para levantar la información del campo del SPEF "Cielito Azul", se procedió a la toma de datos bajo los lineamientos anteriormente mencionados, desde el año de 1966 por la UIEF; posteriormente y hasta la fecha a cargo del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (CIFAP) Sección Durango.

|       |                             |   |    |    |
|-------|-----------------------------|---|----|----|
| X18 : | Posición en la coordenada   | X | cm | m  |
| X19 : | Posición en la coordenada   | Y | cm | m  |
| X20 : | Proyección Norte de la copa |   | dm | dm |
| X21 : | Proyección Sur de la copa   |   | dm | dm |
| X22 : | Proyección Este de la copa  |   | dm | dm |
| X23 : | Proyección Oeste de la copa |   | dm | dm |

#### 4.5. Problemas Detectados y Depuraciones Realizadas

Se dividió la base de datos en dos remediciones 1982 y 1986, y se particionó en archivos por sitio para facilitar la lectura y depuración de la información.

Se eliminaron todos los individuos que correspondían a incorporación los cuales aparecían en la base original. Se eliminaron las variables X2, X3, X4 y X7 de la base de datos original ya que no son útiles para el análisis de interés.

Se añadieron 3 variables al principio de la base original y fueron: X1 : hilera, X2 : columna y X3 : Tratamiento. Posteriormente se usaron para declarar el diseño en cuadro latino, utilizado en el experimento cuando se hizo el análisis estadístico.

Se cambiaron las unidades en las que estaban expresadas las variables X9, X10, X13, X14, X18, y X19 de la remediación 1982 para hacerlas coincidir con las establecidas en 1986.

A la variable X7 (tipo de individuo) en la remediación de 1986 se le cambio un valor para que las dos remediciones coincidieran en todos sus valores.

Se fueron leyendo todos y cada uno de los árboles por número de individuo y coordenadas en las dos remediciones , para todos los

sitios y cuadrantes respectivamente, y todos aquellos que aparecían en una remediación y en la otra no fueron eliminados, mientras los que coincidían en información se mantuvieron.

Algunos árboles que aparecían como muertos en las dos remediciones respectivamente, fueron eliminados de las dos bases de datos.

Todos aquellos árboles que en una remediación contaban con información mientras que en la otra no, fueron eliminados.

En los sitios 4, 12, 14 y 15 entre otros, se encontró que algunas observaciones estaban cambiadas respecto a su posición original, por lo que se hicieron coincidir rearreglándolas en las dos remediciones.

El sitio y cuadrante que eran las variables X1 y X5 respectivamente en las dos remediciones originales fueron cambiadas a las posiciones X4 y X5 para un mejor manejo de la información de la base de datos actual.

La variable X7 (tipo de individuo), se eliminó de la base de datos en las dos remediciones, ya que no sería útil para la manipulación estadística de la información.

Se concatenaron todos los archivos que contenían información de los sitios del 1 al 36 de las dos remediciones respectivamente, quedando un archivo únicamente para cada una de las remediciones en estudio.

Se elaboró un programa para obtener "los estadísticos descriptivos" de las dos remediciones con el fin de observar la variación entre medias de tratamientos

Se elaboró un programa para dejar únicamente la información

correspondiente a la especie Pinus cooperi con clave 44, en las dos remediciones respectivamente y se grabo en un archivo para cada una de las remediciones.

Inicialmente la base de datos contaba con 4 700 observaciones aproximadamente de los 36 sitios de los que consta el SPEF Cielito Azul. Sin embargo dadas las anomalías que se presentaron y que se explicaron anteriormente, logramos quedarnos con 1 652 observaciones distribuidas en todas las parcelas; siendo estas observaciones las que se caracterizan por tener incrementos positivos entre una remediación y otra, además de ser consistentes en las variables empleadas en ambas remediciones y pueden ser consideradas como una muestra aleatoria que representa el 35 % aproximadamente de la población total.

Después de haber realizado una revisión concienzuda y una depuración adecuada a nuestras necesidades de la información de la base de datos mencionada, se procedió a la elaboración de un programa donde se estableciera el análisis estadístico multivariado que se deseaba realizar, el cual se explica enseguida:

#### **4.6. El Diseño Experimental, El Modelo, La Matriz Diseño, y La Matriz de Parámetros del Diseño**

Para poder establecer nuestro modelo estadístico, es necesario contar con la base de datos ya depurada y organizada de tal forma que convenga a las necesidades planteadas en este estudio; las variables de la base de datos final quedaron como se muestra a continuación:

| COLUMNA | DESCRIPCION                 |
|---------|-----------------------------|
| X1      | Hilera                      |
| X2      | Columna                     |
| X3      | Tratamiento                 |
| X4      | Sitio                       |
| X5      | Cuadrante                   |
| X6      | Número de individuo         |
| X7      | Especie                     |
| X8      | Diámetro normal             |
| X9      | Diámetro del tocón          |
| X10     | Grosor de la corteza        |
| X11     | Daños                       |
| X12     | Altura total                |
| X13     | Altura del fuste            |
| X14     | Piso                        |
| X15     | Vitalidad                   |
| X16     | Tendencia dinámica          |
| X17     | Posición en la coordenada X |
| X18     | Posición en la coordenada Y |
| X19     | Proyección N de la copa     |
| X20     | Proyección S de la copa     |
| X21     | Proyección E de la copa     |
| X22     | Proyección W de la copa     |

Como podemos apreciar nuestra base de datos quedó integrada por 22 variables (columnas), con 2,883 observaciones (hileras) de los 36 sitios en cada una de las remediciones; considerando únicamente la especie *Pinus cooperi*. De tal forma que para iniciar nuestro estudio lo hacemos planteando el modelo en forma matricial del diseño cuadro latino del experimento de aclareos. Las variables que estudiaremos (variables dependientes) son las siguientes:

[ X8 X9 X10 X12 X13 ]

Las observaciones de estas variables conforman una matriz que se denomina matriz de datos y se denotará por X.

El modelo se puede escribir como:

$$X = A \epsilon + E$$

Donde, A : Matriz del diseño

$\epsilon$  : Matriz de parámetros del diseño

E : Matriz de errores experimentales.

Recordemos que los tratamientos aplicados (aclareos) en los sitios forestales del SPEF "Cielito Azul" son los siguientes:

Tratamientos : TRT (Intensidades de Corta)

A : 20 %

B : 30 %

C : 50 %

D : 70 %

E : 100 %

F : 0 %

Para describir la matriz de datos se hace un cambio de notación en las variables de interés quedando como sigue:

Y1 : Diámetro normal (DN - cm)

Y2 : Diámetro del tocón (DT - cm)

Y3 : Grosor de corteza (GC - mm)

Y4 : Altura total (AT - m)

Y5 : Altura del Fuste (AF - m)

Todo lo anterior se enmarca entonces en un diseño "cuadro latino" multivariado ya que las mediciones descritas anteriormente representan la respuesta múltiple, y los aclareos los tratamientos asignados en cuadro latino con 6 repeticiones. El modelo univariado para cada respuesta simple es:

$$Y_{ijkl} = \mu + H_i + C_j + \delta_k + e_{ijkl}$$

donde:

$Y_{ijkl}$  : Es la respuesta de la l-ésima observación en el k-ésimo tratamiento, j-ésima columna e i-ésima hilera.

$\mu$  : Efecto de la media general

$H_i$  : Efecto de la i-ésima hilera.

$C_j$  : Efecto de la j-ésima columna.

$\delta_k$  : Efecto del k-ésimo tratamiento.

$e_{ijkl}$  : Error de la l-ésima observación en el k-ésimo tratamiento, j-ésima columna e i-ésima hilera.

Las matrices del modelo multivariado, se describen enseguida

$$X = \begin{bmatrix} Y_{1111} & Y_{1112} & . & . & . & Y_{1115} \\ Y_{1121} & Y_{1122} & . & . & . & Y_{1125} \\ . & . & & & & \\ . & . & & & & \\ . & . & & & & \\ Y_{11n \ 1} & Y_{11n \ 2} & . & . & . & Y_{11n \ 5} \\ 11 & 11 & & & & 11 \\ \\ Y_{1211} & Y_{1212} & . & . & . & Y_{1215} \\ Y_{1221} & Y_{1222} & . & . & . & Y_{1225} \\ . & . & & & & \\ . & . & & & & \\ . & . & & & & \\ Y_{12n \ 1} & Y_{12n \ 2} & . & . & . & Y_{12n \ 5} \\ 12 & 12 & & & & 12 \\ \\ . & . & & & & \\ . & . & & & & \\ . & . & & & & \\ \\ Y_{6611} & Y_{6612} & . & . & . & Y_{6615} \\ Y_{6621} & Y_{6622} & . & . & . & Y_{6625} \\ . & . & & & & \\ . & . & & & & \\ . & . & & & & \\ Y_{66n \ 1} & Y_{66n \ 2} & . & . & . & Y_{66n \ 5} \\ 66 & 66 & & & & 66 \end{bmatrix}$$

donde:

$Y_{ijlh}$  : La observación l-ésima en la hilera i, columna j de la variable h.

$n_{ij}$  : número de observaciones en la hilera i, columna j.

La matriz diseño es:

| $\mu$ | H1 | H2 | H3 | H4 | H5 | H6 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | A | B | C | D | E | F |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|
| 1 1   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 1   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| 1 1   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 1   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 1   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| 1 1   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| 1 1   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| 1 1   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 1   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| 1 1   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 0   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 0   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| 1 0   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 0   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 0   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| 1 0   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 0   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| 1 0   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 0   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| 1 0   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

continúa la matriz diseño

continúa la matriz diseño

continuación de la matriz diseño

| $\mu$ | H1 | H2 | H3 | H4 | H5 | H6 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | A | B | C | D | E | F |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|
| 1     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| 1     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| 1     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| .     | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | . | . | . | . | . | . |
| 1     | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | . | . | . | . | . | . |

La matriz de parámetros es:

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccccc}
 \text{X8} & \text{X9} & \text{X10} & \text{X12} & \text{X13} \\
 \text{DN} & \text{DT} & \text{GC} & \text{AT} & \text{AF}
 \end{array} \\
 \mathbf{F} = \begin{bmatrix}
 \mu_1 & \mu_2 & \mu_3 & \mu_4 & \mu_5 \\
 \text{H11} & \text{H12} & \text{H13} & \text{H14} & \text{H15} \\
 \text{H21} & \text{H22} & \text{H23} & \text{H24} & \text{H25} \\
 \text{H31} & \text{H32} & \text{H33} & \text{H34} & \text{H35} \\
 \text{H41} & \text{H42} & \text{H43} & \text{H44} & \text{H45} \\
 \text{H51} & \text{H52} & \text{H53} & \text{H54} & \text{H55} \\
 \text{H61} & \text{H62} & \text{H63} & \text{H64} & \text{H65} \\
 \text{C11} & \text{C12} & \text{C13} & \text{C14} & \text{C15} \\
 \text{C21} & \text{C22} & \text{C23} & \text{C24} & \text{C25} \\
 \text{C31} & \text{C32} & \text{C33} & \text{C33} & \text{C34} \\
 \text{C41} & \text{C42} & \text{C43} & \text{C44} & \text{C45} \\
 \text{C51} & \text{C52} & \text{C53} & \text{C54} & \text{C55} \\
 \text{C61} & \text{C62} & \text{C63} & \text{C64} & \text{C65} \\
 \\ 
 \text{A1} & \text{A2} & \text{A3} & \text{A4} & \text{A5} \\
 \text{B1} & \text{B2} & \text{B3} & \text{B4} & \text{B5} \\
 \text{C1} & \text{C2} & \text{C3} & \text{C4} & \text{C5} \\
 \text{D1} & \text{D2} & \text{D3} & \text{D4} & \text{D5} \\
 \text{E1} & \text{E2} & \text{E3} & \text{E4} & \text{E5} \\
 \text{F1} & \text{F2} & \text{F3} & \text{F4} & \text{F5}
 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

donde:

- $\mu_h$  : Efecto medio de la variable h.
- $H_{ih}$  : Efecto de la hilera i sobre la variable h.
- $C_{jh}$  : Efecto de la columna j sobre la variable h.
- $A_h$  : Efecto del tratamiento A sobre la variable h.
- $B_h$  : Efecto del tratamiento B sobre la variable h.
- $C_h$  : Efecto del tratamiento C sobre la variable h.
- $D_h$  : Efecto del tratamiento D sobre la variable h.
- $E_h$  : Efecto del tratamiento E sobre la variable h.
- $F_h$  : Efecto del tratamiento F sobre la variable h.

Finalmente, la matriz de errores es igual a la matriz X de datos en cuanto a los índices se refiere pero en lugar de usar la notación de Y usamos la de E.

Teniendo todos estos elementos se procedió a analizar, para satisfacer el primer objetivo, la remediación de 1982, y considerando, como se dijo, a la especie *Pinus cooperi* y las variables X8, X9, X10, X12 y X13 (descritas anteriormente) bajo un diseño "cuadro latino" multivariado de 6x6. Este análisis consistió en probar las siguientes hipótesis, en donde es necesario considerar que:

|           |                                               |
|-----------|-----------------------------------------------|
| A : 20 %  | $\underline{A}' = ( A1 \ A2 \ A3 \ A4 \ A5 )$ |
| B : 30 %  | $\underline{B}' = ( B1 \ B2 \ B3 \ B4 \ B5 )$ |
| C : 50 %  | $\underline{C}' = ( C1 \ C2 \ C3 \ C4 \ C5 )$ |
| D : 70 %  | $\underline{D}' = ( D1 \ D2 \ D3 \ D4 \ D5 )$ |
| E : 100 % | $\underline{E}' = ( E1 \ E2 \ E3 \ E4 \ E5 )$ |
| F : 0 %   | $\underline{F}' = ( F1 \ F2 \ F3 \ F4 \ F5 )$ |

Las pruebas de hipótesis fueron:

- 1)  $H_0: \underline{A}' = \underline{B}' = \underline{C}' = \underline{D}' = \underline{E}' = \underline{F}'$  vs  $H_a$ : al menos dos hileras son diferentes
- 2)  $H_0: \underline{A}' = \underline{F}'$  vs  $H_a: \underline{A}' \neq \underline{F}'$
- 3)  $H_0: \underline{B}' = \underline{F}'$  vs  $H_a: \underline{B}' \neq \underline{F}'$
- 4)  $H_0: \underline{C}' = \underline{F}'$  vs  $H_a: \underline{C}' \neq \underline{F}'$
- 5)  $H_0: \underline{D}' = \underline{F}'$  vs  $H_a: \underline{D}' \neq \underline{F}'$
- 6)  $H_0: \underline{E}' = \underline{F}'$  vs  $H_a: \underline{E}' \neq \underline{F}'$
- 7)  $H_0: \underline{A}' = \underline{B}' = \underline{C}' = \underline{D}' = \underline{E}'$  vs  $H_a$ : Al menos dos son diferentes
- 8)  $H_0: \underline{A}' = \underline{B}'$  vs  $H_a: \underline{A}' \neq \underline{B}'$
- 9)  $H_0: \underline{A}' = \underline{C}'$  vs  $H_a: \underline{A}' \neq \underline{C}'$
- 10)  $H_0: \underline{A}' = \underline{D}'$  vs  $H_a: \underline{A}' \neq \underline{D}'$
- 11)  $H_0: \underline{A}' = \underline{E}'$  vs  $H_a: \underline{A}' \neq \underline{E}'$
- 12)  $H_0: \underline{B}' = \underline{C}'$  vs  $H_a: \underline{B}' \neq \underline{C}'$
- 13)  $H_0: \underline{B}' = \underline{D}'$  vs  $H_a: \underline{B}' \neq \underline{D}'$
- 14)  $H_0: \underline{B}' = \underline{E}'$  vs  $H_a: \underline{B}' \neq \underline{E}'$
- 15)  $H_0: \underline{C}' = \underline{D}'$  vs  $H_a: \underline{C}' \neq \underline{D}'$
- 16)  $H_0: \underline{C}' = \underline{E}'$  vs  $H_a: \underline{C}' \neq \underline{E}'$
- 17)  $H_0: \underline{D}' = \underline{E}'$  vs  $H_a: \underline{D}' \neq \underline{E}'$

Además se agregó en el programa una prueba de comparación múltiple (univariada) para cada una de las variables usando la t-Dunnett ya que nos interesaba comparar los tratamientos de aclareo con el control.

Enseguida se realizó un programa para determinar los estadísticos descriptivos, de los cuales nos interesan las medias por tratamiento de las variables que usamos en esta fase del análisis estadístico, sobre la remediación 1982.

Para cubrir el segundo objetivo se elaboró otra base donde se mezclaron las dos bases de datos correspondientes a las remediciones de 1982 y 1986 respectivamente, quedando la base de datos con 44 variables, 22 para cada remediación, como se muestra en la página 68.

Como se trataba de obtener los incrementos proporcionales a las mediciones de 1982 en algunas variables dasométricas, entonces se elaboró una serie de programas para dejar únicamente en la base los incrementos proporcionales no negativos (diferencia entre la medición de 1986 y la medición de 1982, dividida entre la medición de 1982) considerados en el análisis, ya que no incluimos las observaciones que indicaban que estas variables decrecían en el período considerado de cuatro años, lo cual se debe sin lugar a dudas a errores en la toma de información. Los incrementos proporcionales considerados, fueron en esta etapa, los correspondientes a las

variables estudiadas en el primer objetivo, i.e.,

- X8p : incremento proporcional del diámetro normal
- X9p : incremento proporcional del diámetro del tocón
- X10p : incremento proporcional del grosor de corteza
- X12p : incremento proporcional de altura total
- X13p . incremento proporcional de altura fustal

Las 17 pruebas de hipótesis que se hicieron en el primer análisis también se efectuaron en éste. Se incorporó al análisis el vector de medias correspondiente a cada tratamiento.

Finalmente, y también en relación al segundo objetivo se elaboró otro programa donde se transformó el diámetro normal a área basal y el diámetro normal (DN) y la altura total (AT) se transformaron a la variable combinada  $DN^2 \times AT$ , por ser el volumen una función de esta variable, ya que desde el punto de vista silvícola son las variables dasométricas de rendimiento de mayor interés.

Obtenidas las anteriores variables, se obtuvieron sus incrementos proporcionales como se explicó en el punto anterior, es decir,

Incremento en área basal

Incremento en la variable combinada

Se sometieron a un análisis de varianza multivariado, bajo el diseño mencionado. Las pruebas de hipótesis realizadas en este

análisis de nueva cuenta fueron las 17 realizadas en el primer análisis y se determinaron los vectores de medias de las variables correspondientes por tratamiento para usarlas en los análisis y resultados.

## 5. ANALISIS Y RESULTADOS

### 5.1. Análisis de la remediación de 1982.

Se realizaron las pruebas de hipótesis, estableciendo los contrastes que se indican en la página 75; en ésta misma sección realizamos el análisis univariado de cada una de las variables analizadas Y1 - Y5 y los contrastes de cada uno de los tratamientos A, B, C, D, E, contra el control F, usando la prueba de comparación múltiple t-Dunnett que es específica para este caso. (La salida de resultados de estas pruebas se muestran en el Apéndice 1).

Los resultados fueron:

- \*R 1)  $H_0: \underline{A}' = \underline{B}' = \underline{C}' = \underline{D}' = \underline{E}' = \underline{F}'$  vs  $H_a$ : al menos dos hileras son diferentes
- R 2)  $H_0: \underline{A}' = \underline{F}'$  vs  $H_a: \underline{A}' \neq \underline{F}'$
- R 3)  $H_0: \underline{B}' = \underline{F}'$  vs  $H_a: \underline{B}' \neq \underline{F}'$
- R 4)  $H_0: \underline{C}' = \underline{F}'$  vs  $H_a: \underline{C}' \neq \underline{F}'$
- R 5)  $H_0: \underline{D}' = \underline{F}'$  vs  $H_a: \underline{D}' \neq \underline{F}'$
- R 6)  $H_0: \underline{E}' = \underline{F}'$  vs  $H_a: \underline{E}' \neq \underline{F}'$
- R 7)  $H_0: \underline{A}' = \underline{B}' = \underline{C}' = \underline{D}' = \underline{E}'$  vs  $H_a$ : Al menos dos son diferentes
- R 8)  $H_0: \underline{A}' = \underline{B}'$  vs  $H_a: \underline{A}' \neq \underline{B}'$

|          |                                       |    |                                          |
|----------|---------------------------------------|----|------------------------------------------|
| R 9)     | Ho: $\underline{A}' = \underline{C}'$ | vs | Ha: $\underline{A}' \neq \underline{C}'$ |
| R 10)    | Ho: $\underline{A}' = \underline{D}'$ | vs | Ha: $\underline{A}' \neq \underline{D}'$ |
| R 11)    | Ho: $\underline{A}' = \underline{E}'$ | vs | Ha: $\underline{A}' \neq \underline{E}'$ |
| R 12)    | Ho: $\underline{B}' = \underline{C}'$ | vs | Ha: $\underline{B}' \neq \underline{C}'$ |
| R 13)    | Ho: $\underline{B}' = \underline{D}'$ | vs | Ha: $\underline{B}' \neq \underline{D}'$ |
| R 14)    | Ho: $\underline{B}' = \underline{E}'$ | vs | Ha: $\underline{B}' \neq \underline{E}'$ |
| **NR 15) | Ho: $\underline{C}' = \underline{D}'$ | vs | Ha: $\underline{C}' \neq \underline{D}'$ |
| R 16)    | Ho: $\underline{C}' = \underline{E}'$ | vs | Ha: $\underline{C}' \neq \underline{E}'$ |
| R 17)    | Ho: $\underline{D}' = \underline{E}'$ | vs | Ha: $\underline{D}' \neq \underline{E}'$ |

\*R: Se rechaza Ho

\*\*NR: No se rechaza Ho

El resumen de las anteriores pruebas queda como sigue:

|      |                  |
|------|------------------|
| 0%   | $\underline{F}'$ |
| 20%  | $\underline{A}'$ |
| 30%  | $\underline{B}'$ |
| 50%  | $\underline{C}'$ |
| 70%  | $\underline{D}'$ |
| 100% | $\underline{E}'$ |

Aclareos (tratamientos) unidos con la misma línea son iguales, i.e., producen el mismo efecto sobre las variables Y1, Y2, Y3, Y4 y Y5, simultáneamente; aclareos no conectados por la misma línea producen efectos diferentes sobre las variables Y1, Y2, Y3, Y4 y Y5 conjuntamente (aún encontramos diferencias significativas entre tratamientos a 14 años de distancia de haber sido aplicados).

De igual forma en ésta misma sección, obtuvimos las medias (la salida de resultados se muestra en el Apéndice 1) por tratamiento considerando las variables estudiadas DN, DT, GC, AT y AF, para la remediación de 1982, agrupando los resultados como sigue (Ver Cuadro 13):

Cuadro 13. Medias por tratamiento considerando las variables DN, DT, GC, AT, y AF para la remediación 1982.

|    | Y1<br>X8<br>— | Y2<br>X9<br>— | Y3<br>X10<br>— | Y4<br>X12<br>— | Y5<br>X13<br>— |     |
|----|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----|
|    | DN            | DT            | GC             | AT             | AF             | N   |
| F' | 19.76         | 22.97         | 11.42          | 13.28          | 8.26           | 119 |
| A' | 20.50         | 23.74         | 12.47          | 12.91          | 7.64           | 118 |
| B' | 17.30         | 20.30         | 11.32          | 10.95          | 6.57           | 107 |
| C' | 13.65         | 16.17         | 9.60           | 8.29           | 4.37           | 162 |
| D' | 13.07         | 15.64         | 9.38           | 7.77           | 3.86           | 157 |
| E' | 9.96          | 12.77         | 6.73           | 5.26           | 1.52           | 989 |

T o t a l = 1 652

Sobre las pruebas de Dunnet, practicadas individualmente a cada variable estudiada (Apéndice 2) muestra en todas ellas que el aclareo de control (0 %) produce un efecto estadísticamente diferente que el efecto provocado por los aclareos con intensidades mayores o iguales al 30 % , y por supuesto las dimensiones ( DN, DT, GC, AT y AF) de los árboles de las parcelas aclareadas, son menores a las dimensiones de los árboles en la parcela de control.

Si analizamos el Cuadro 13 podemos apreciar que los aclareos fuertes 50, 70 % aún no recuperan la forma del control, mostrando dimensiones más pequeñas. Mientras en el aclareo más fuerte 100 % aún ni siquiera recupera la forma de los aclareos fuertes 50 y 70 %, y por supuesto están muy lejanas sus dimensiones comparadas (pequeñas) con las del control.

Podemos apreciar en este mismo cuadro que cuando se aplican aclareos suaves A y B ( 20 y 30 %), en forma general, las medias de las variables estudiadas en las parcelas que tienen asignados esos tratamientos, aunque no son estadísticamente iguales a las del control, parece que esas parcelas ya se han recuperado del aclareo a 14 años de que se les aplicó.

Lo anterior es más notorio en la intensidad de 20 % que en la de 30 % aunque esta última no está muy lejos de la del control.

Por lo anterior se puede pensar que el ciclo de corta de estas intensidades suaves de aclareo oscila alrededor de 15 años, dicho ciclo asegura que se recuperan totalmente las variables dasométricas promedio del sitio. Por supuesto se puede reducir hasta los 10 años el ciclo de corta pero el volumen que se extraiga será menor.

En cuanto a las intensidades fuertes del 50 y 70 %, las dimensiones promedio alcanzadas oscilan alrededor de los  $\frac{2}{3}$  de las obtenidas para el control, lo que de manera simplista lleva a pensar que el ciclo de corta en este caso esta alrededor de 20 años.

La intensidad más fuerte del 100 % indica dimensiones promedio alrededor de la mitad de las del control, lo que haría pensar en un ciclo de corta en el rango de 25 a 30 años para esta intensidad.

Por último, de las dimensiones del DN en el Cuadro 13 los aclareos suaves proporcionan en un ciclo de 15 años madera de grandes dimensiones para aserrío.

## 5.2. Análisis de incrementos de las variables originales.

Respecto al análisis multivariado sobre los incrementos hasta 1986 proporcionales a 1982 de las variables originales a través de las mismas pruebas de hipótesis planteadas anteriormente (la salida de los resultados dados por SAS se muestran en el Apéndice 3) obtuvimos los resultados que se agrupan a continuación.

\*R 1)  $H_0: \underline{A}' = \underline{B}' = \underline{C}' = \underline{D}' = \underline{E}' = \underline{F}'$  vs  $H_a$ : al menos dos hileras son diferentes

\*\*NR 2)  $H_0: \underline{A}' = \underline{F}'$  vs  $H_a: \underline{A}' \neq \underline{F}'$

NR 3)  $H_0: \underline{B}' = \underline{F}'$  vs  $H_a: \underline{B}' \neq \underline{F}'$

R 4)  $H_0: \underline{C}' = \underline{F}'$  vs  $H_a: \underline{C}' \neq \underline{F}'$

R 5)  $H_0: \underline{D}' = \underline{F}'$  vs  $H_a: \underline{D}' \neq \underline{F}'$

R 6)  $H_0: \underline{E}' = \underline{F}'$  vs  $H_a: \underline{E}' \neq \underline{F}'$

R 7)  $H_0: \underline{A}' = \underline{B}' = \underline{C}' = \underline{D}' = \underline{E}'$  vs  $H_a$ : Al menos dos son diferentes

NR 8)  $H_0: \underline{A}' = \underline{B}'$  vs  $H_a: \underline{A}' \neq \underline{B}'$

R 9)  $H_0: \underline{A}' = \underline{C}'$  vs  $H_a: \underline{A}' \neq \underline{C}'$

R 10)  $H_0: \underline{A}' = \underline{D}'$  vs  $H_a: \underline{A}' \neq \underline{D}'$

R 11)  $H_0: \underline{A}' = \underline{E}'$  vs  $H_a: \underline{A}' \neq \underline{E}'$

R 12)  $H_0: \underline{B}' = \underline{C}'$  vs  $H_a: \underline{B}' \neq \underline{C}'$

R 13)  $H_0: \underline{B}' = \underline{D}'$  vs  $H_a: \underline{B}' \neq \underline{D}'$

R 14)  $H_0: \underline{B}' = \underline{E}'$  vs  $H_a: \underline{B}' \neq \underline{E}'$

NR 15)  $H_0: \underline{C}' = \underline{D}'$  vs  $H_a: \underline{C}' \neq \underline{D}'$

R 16)  $H_0: \underline{C}' = \underline{E}'$  vs  $H_a: \underline{C}' \neq \underline{E}'$   
R 17)  $H_0: \underline{D}' = \underline{E}'$  vs  $H_a: \underline{D}' \neq \underline{E}'$

\* R: Se rechaza  $H_0$

\*\* NR: No se rechaza  $H_0$

Desde el punto de vista del ciclo de corta los aclareos suaves son buenos ya que en 15 años se recuperan las dimensiones, como se aprecia en el Cuadro 13; teniendo a partir de ese momento incrementos semejantes a los del control como se ve en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Medias por tratamiento considerando las diferencias proporcionales de las variables DN, DT, GC, AT y AF, para las remediciones 1982 y 1986.

|       |          | <u>DNP</u> | <u>DTP</u> | <u>GCP</u> | <u>ATP</u> | <u>AFP</u> | <u>N</u> |
|-------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
| 0 %   | <u>F</u> | .1103      | .1024      | .3168      | .1929      | .4762      | 119      |
| 20 %  | <u>A</u> | .0945      | .0796      | .2823      | .1786      | .3897      | 118      |
| 30 %  | <u>B</u> | .0938      | .0702      | .4020      | .1966      | .8092      | 107      |
| 50 %  | <u>C</u> | .1524      | .1135      | .3057      | .3238      | .6867      | 162      |
| 70 %  | <u>D</u> | .1658      | .1180      | .3228      | .4465      | .6085      | 157      |
| 100 % | <u>E</u> | .3192      | .2237      | .5087      | .4406      | 1.1721     | 989      |
|       |          |            |            |            |            |            | 1 652    |

En lo referente a los tratamientos aplicados, si observamos las medias de los incrementos proporcionales de las variables consideradas encontramos que los aclareos suaves son estadísticamente iguales al control; no así los aclareos fuertes que tienen en general medias de los incrementos mayores a los del control, especialmente en las variables DN y AT; aún mas fuerte es la diferencia de las medias de los incrementos entre el control y la intensidad del 100 % .

Observe también atendiendo a las medias de los incrementos, que la intensidad de aclareo más pequeña que es recomendable usarse, es mayor al 30 % para encontrar diferencias significativas en el promedio del incremento del diámetro y altura total para la especie y lugar de estudio.

Las medias de los incrementos proporcionales de la Altura total (AT) en el Cuadro 14 de los aclareos fuertes son muy superiores a los de los aclareos suaves, aunque ello se debe únicamente a que la altura total de los árboles de los aclareos fuertes en 1982 es más pequeña (aproximadamente 8 m) que la de los árboles en los aclareos suaves (aproximadamente 11.5 m).

Los incrementos considerados, como se mencionó antes, fueron proporcionales a la medición de 1982, para tener una idea más confiable de ellos, a continuación se presenta el Cuadro 15 que contiene los incrementos absolutos (medición 1986 - medición 1982, ver medias al final del Apéndice 2) de las variables en estudio de cada uno de los tratamientos.

Cuadro 15. Medias de los incrementos absolutos de las variables en estudio DN, DT, GC, AT y AF.

|       |    | ▲DN  | ▲DT  | ▲GC  | ▲AT  | ▲AF  |
|-------|----|------|------|------|------|------|
| 0 %   | F' | 1.81 | 2.06 | 2.90 | 2.06 | 2.08 |
| 20 %  | A' | 1.65 | 1.81 | 3.01 | 1.89 | 1.43 |
| 30 %  | B' | 1.38 | 1.31 | 2.85 | 1.82 | 1.85 |
| 50 %  | C' | 1.80 | 1.68 | 2.56 | 1.99 | 1.50 |
| 70 %  | D' | 1.92 | 1.70 | 2.77 | 1.79 | 1.45 |
| 100 % | E' | 3.17 | 2.89 | 3.12 | 2.16 | 1.32 |

Si comparamos los resultados de los Cuadros 14 y 15 respecto a las dimensiones originales, medias de incrementos proporcionales e incrementos absolutos, con los obtenidos por algunos investigadores en otros países, podemos confirmar que encontramos resultados semejantes, ya que por ejemplo cuando consideramos el diámetro normal (DN), éste es grandemente estimulado por el aclareo en parcelas permanentes de *Pinus silvestris* en Finlandia (Braathe, 1953; Vuokila, 1962); en nuestro caso se puede apreciar en los Cuadros 14 y 15. Otro ejemplo es la variable Altura total (AT), de acuerdo al Cuadro 15, los incrementos obtenidos en los tratamientos suaves y fuertes son básicamente los mismos, comparativamente el más intenso es aproximadamente 16 % mayor que el de los tratamientos suaves, es decir, los aclareos no modifican grandemente los incrementos en altura, lo que concuerda con Braathe, 1953.

### 5.3. Análisis de incrementos en area basal y variable combinada

Respecto a la 3a fase del análisis sobre el área basal proporcional y la variable combinada proporcional como explicatoria del volumen, se tienen los siguientes resultados (la salida de los resultados se muestran en el Apéndice 4):

- \*R 1)  $H_0: \underline{A}' = \underline{B}' = \underline{C}' = \underline{D}' = \underline{E}' = \underline{F}'$  vs  $H_a$ : al menos dos hileras son diferentes
- \*\*NR 2)  $H_0: \underline{A}' = \underline{F}'$  vs  $H_a: \underline{A}' \neq \underline{F}'$
- NR 3)  $H_0: \underline{B}' = \underline{F}'$  vs  $H_a: \underline{B}' \neq \underline{F}'$

|        |                                                                                          |    |                                          |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------|
| R 4)   | Ho: $\underline{C}' = \underline{F}'$                                                    | vs | Ha: $\underline{C}' \neq \underline{F}'$ |
| R 5)   | Ho: $\underline{D}' = \underline{F}'$                                                    | vs | Ha: $\underline{D}' \neq \underline{F}'$ |
| R 6)   | Ho: $\underline{E}' = \underline{F}'$                                                    | vs | Ha: $\underline{E}' \neq \underline{F}'$ |
| R 7)   | Ho: $\underline{A}' = \underline{B}' = \underline{C}' = \underline{D}' = \underline{E}'$ | vs | Ha: Al menos dos son diferentes          |
| NR 8)  | Ho: $\underline{A}' = \underline{B}'$                                                    | vs | Ha: $\underline{A}' \neq \underline{B}'$ |
| R 9)   | Ho: $\underline{A}' = \underline{C}'$                                                    | vs | Ha: $\underline{A}' \neq \underline{C}'$ |
| R 10)  | Ho: $\underline{A}' = \underline{D}'$                                                    | vs | Ha: $\underline{A}' \neq \underline{D}'$ |
| R 11)  | Ho: $\underline{A}' = \underline{E}'$                                                    | vs | Ha: $\underline{A}' \neq \underline{E}'$ |
| R 12)  | Ho: $\underline{B}' = \underline{C}'$                                                    | vs | Ha: $\underline{B}' \neq \underline{C}'$ |
| R 13)  | Ho: $\underline{B}' = \underline{D}'$                                                    | vs | Ha: $\underline{B}' \neq \underline{D}'$ |
| R 14)  | Ho: $\underline{B}' = \underline{E}'$                                                    | vs | Ha: $\underline{B}' \neq \underline{E}'$ |
| NR 15) | Ho: $\underline{C}' = \underline{D}'$                                                    | vs | Ha: $\underline{C}' \neq \underline{D}'$ |
| R 16)  | Ho: $\underline{C}' = \underline{E}'$                                                    | vs | Ha: $\underline{C}' \neq \underline{E}'$ |
| R 17)  | Ho: $\underline{D}' = \underline{E}'$                                                    | vs | Ha: $\underline{D}' \neq \underline{E}'$ |

\* R: Se rechaza Ho

\*\* NR: No se rechaza Ho.

Cuadro 16. Medias por tratamiento considerando el incremento del área basal proporcional (ABp) y el incremento de la variable combinada proporcional (VCp) para las remediciones de 1982 y 1986.

|       |                  | ABP   | VCP    | N   |
|-------|------------------|-------|--------|-----|
| 0 %   | $\underline{F}'$ | .2404 | .4847  | 119 |
| 20 %  | $\underline{A}'$ | .2038 | .4276  | 118 |
| 30 %  | $\underline{B}'$ | .2001 | .4448  | 107 |
| 50 %  | $\underline{C}'$ | .3357 | .7806  | 162 |
| 70 %  | $\underline{D}'$ | .3702 | 1.0567 | 157 |
| 100 % | $\underline{E}'$ | .7602 | 1.5616 | 989 |

1 652

En el Cuadro 16, podemos darnos cuenta que la aplicación de aclareos ligeros A y B (20 y 30 %) tienen los mismos efectos sobre las variables ABP y VCP que los del control (aproximadamente 21 % y 45 % respectivamente). Sin embargo con la aplicación de aclareos fuertes ( 50 y 70 %) los efectos varían considerablemente (aproximadamente 35 % y 99 % respectivamente) y aún mas cuando se aplica el aclareo E (aproximadamente 76 % y 156 % respectivamente).

El Cuadro 16 también muestra lo que se vió en el Cuadro 14 respecto a los incrementos proporcionales de las variables originales, esto es, que después de aproximadamente 15 años el área basal y la variable combinada como representante del volúmen, para los aclareos suaves, tienen tasas de crecimiento similares a las del control indicando con ello que el arbolado con estas intensidades de aclareo ha regresado a su condición original, mientras que los aclareos fuertes aún muestran incrementos asociados a un arbolado de dimensiones mas pequeñas que las del original. Lo mismo que el aclareo mas intenso donde se tienen dimensiones aún mas chicas.

Esto nos conduce a pensar que entre más fuerte sea el aclareo, más claramente se manifiesta este efecto. Resultados similares obtuvieron Braathe, 1953; Voukila, 1962; Hawley y Smith, 1972; Clutter, et. al., 1983.

De igual forma podemos establecer analizando el mismo Cuadro, que el promedio del incremento en área basal porcentual es diferente comparado con el del volumen y además es menor que este último; lo

que nos indica que el efecto que vierten los aclareos sobre el área basal es menor que el que dejan sentir sobre el volumen.

También podemos afirmar que a medida que se aumenta la intensidad de aclareo podemos observar cambios tendientes a incrementar las dimensiones en dichas variables y como consecuencia establecer diferencias significativas entre tratamientos.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. De manera general y en forma conjunta en las variables dasométricas, diámetro normal (DN), diámetro del tocón (DT), grosor de corteza (GC), altura total (AT) y altura fustal (AF), muestran diferencias significativas a los tratamientos de aclareo ensayados, 14 años después de haber sido aplicados. Es notorio que estas dimensiones regresan a sus condiciones iniciales en 15 años cuando los aclareos son suaves, definiendo así una cota superior para el ciclo de corta (Cuadro 13). En el caso extremo del aclareo al 100 % se alcanzan dimensiones al menos del 50 % de las originales en el lapso de tiempo señalado. Siendo 15 años una cota superior, para el ciclo de corta se puede pensar que el usado por la UCODEFO No. 3 " San Miguel de Cruces " de 10 años es probablemente correcto o cercano al deseable en esta zona de estudio. No obstante la intensidad de aclareo que la Unidad usa, para obtener dimensiones de aserrío es entre 40 y 50 %, lo cual resulta superior al máximo determinado en este estudio que es del 30 %.

2. Lo anterior puede ser extendido a todas las intensidades de aclareo por abajo del 25 %, aunque quizás pueda extenderse hasta un 30 %. De lo anterior se desprende que si se desean ciclos de corta uniformes alrededor de 10 años para obtener madera de aserrío de grandes dimensiones, la intensidad de aclareo debe ser alrededor del 30 %. El hacer aclareos alrededor del 50 % en ciclos de 10 años ocasionará obtener en cada intervención un menor volumen.

3. En contraste con la aplicación de aclareos ligeros A y B (20 y 30 %), la aplicación de aclareos fuertes C, D y E (50, 70 y 100 %) tienen efectos bien marcados ya que el crecimiento en las variables dasométricas descritas anteriormente, se ve fuertemente estimulado con la aplicación de éstos y más aún cuando el aclareo es más fuerte como el del tratamiento E. De tal forma que la aplicación de aclareos fuertes paga por los incrementos obtenidos en esas variables dasométricas, ya que como se ve en los Cuadros 14 y 15 las medias de los incrementos relativos ( a 1982 ) como las medias de los incrementos absolutos ( de 1982 a 1986 ) son menores en los aclareos suaves que en los aclareos fuertes y estos a su vez menores que en el extremo del 100 % para las variables dasométricas más importantes como son DN y AT.

4. Es notorio también en la información analizada, que cuando hay una diferencia mayor al 30 % en los aclareos, los efectos son estadísticamente diferentes conjuntamente sobre las variables de los 3 grupos analizados: variables originales, incrementos de las variables originales e incrementos del área basal y variable combinada.

5. Con los lineamientos aquí establecidos sobre el establecimiento de sitios permanentes de experimentación forestal (SPEF), podemos afirmar que son los elementos básicos que nos ayudarán para el establecimiento de futuros SPEF y como consecuencia integran los elementos básicos que nos ayudaron a conformar la base de datos de este estudio.

6. En lo referente al análisis multivariado y donde se consideran las medias de incrementos en área basal por tratamiento, encontramos diferencias significativas entre tratamientos después de 14 años aproximadamente de aplicados los aclareos, por lo que es recomendable que cuando se desee abordar estudios de este tipo para encontrar aún efectos de los tratamientos se realicen remediciones 10 o 15 años después de aplicados los tratamientos.

7. De igual manera se recomienda que si se desea utilizar la base de datos establecida en este estudio, para conocer mejor los efectos de los aclareos; los datos de las remediciones originales en este caso las de los años 1966 (antes del tratamiento) y 1968 (después del tratamiento), son las más adecuadas para ese fin.

8. Confirmando que la técnica del análisis multivariado para encontrar respuestas sobre los tratamientos aplicados es adecuada en ingeniería forestal, ya que podemos determinar cuáles son los tratamientos significativos sobre un conjunto de variables en lugar de una sola, teniendo una evaluación más completa del tratamiento sobre el arbolado aplicado, es decir, se tiene una medición del efecto

sobre los árboles que se acerca más a la realidad por ser menos parcial.

9. Coincido con Tappeiner, (1982) referente al tamaño de los sitios permanentes de los sitios de experimentación forestal, en cuanto que deben ser de 0.2 acres ( 800 m<sup>2</sup> aproximadamente ) a diferencia de Manzanilla, (1981) quien lo recomienda de una hectárea, ya que ésto último acarrea graves problemas en el levantamiento de los datos en campo, la codificación y captura de los mismos lo que trae como consecuencia bases de datos inmanejables para el procesamiento y análisis estadístico.

10. Para complementar estos resultados es necesario establecer análisis similares en donde se considere un estudio financiero de los distintos tratamientos de aclareos en rodales con diferente calidad de estación a la establecida en este trabajo, para indagar cual tratamiento es el óptimo en esas condiciones, además de abordar estudios de impacto ambiental o ecológico; como sería el establecer las pérdidas de suelo originadas por la aplicación de aclareos.

11. Con base en los elementos dasométricos analizados en este estudio, propongo que intensidades de aclareo del 70 al 100 % son las más favorables para obtener los máximos rendimientos en un ciclo de corta de aproximadamente 15 años, para la especie en estudio y en estos rodales. De igual manera pueden inferirse las mismas conclusiones para otras especies que crecen conjuntamente en estas condiciones del bosque; sin descuidar los métodos de repoblación que nos

garanticen el establecimiento de esta última.

12. El trabajo y los programas utilizados que se plantean en los apéndices del mismo, pueden ser una herramienta para realizar análisis multivariados semejantes para otras especies y en otras regiones del país.

13. Los aclareos menores o iguales al 30 % nos conducen a un rendimiento sostenido y con aprovechamientos cuando mucho cada 15 años aproximadamente.

## 7. LITERATURA CITADA

- ARGUELLES, C.J.H. 1990. Selección de variables en el análisis de componentes principales. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México 72 p.
- BRAATHE, P. 1957. Los Aclareos en Rodales Coetaneos Trad. M.A. Musalem y F. Becerra. 2da. ed. Departamento de Bosques U.A.CH. 145 p.
- CANO, C.J. 1988. El Sistema de Manejo Regular en los bosques de México, DICIFO, U.A.CH. Chapingo, Méx. 128 p.
- CLUTTER, J.L., J.M., FORTSON, L.V., PIENAAR, G.H., BRISTER, AND R.L., BAILEY. 1983. Timber Management: A quantitative approach John Wiley and sons. New York, USA. 333 p.
- C N I F. 1992. Memoria Económica. Cámara Nacional de la Industria Forestal. México, D.F. 48 p.
- CORIA, Q. F. 1992. Sistema de Planeación para el Manejo Integral de Recursos Forestales: Caso Ejido La Victoria, P.N. Dgo. Tesis DICIFO UACH. 120 P.
- DANIEL, P.N. et.al. 1982. Principios de Silvicultura. 2da. ed. McGraw - Hill Trad. Elizondo M.R. U.N.A.M. y Sierra, P.A. U.A.CH. México 13 D.F. p407 - 418p.
- DETENAL. 1982. Anuario estadístico del estado de Durango. 840 p.
- FLORES, A. E. 1986. Establecimiento de un sitio experimental sobre aclareos en Pinus patula Schl. et Cham. en Tlaxcala. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx. 93 p.
- GONZALEZ, D.P. 1993. Establecimiento de parcelas experimentales sobre aclareos en una plantación de Pinus radiata D. Don., en Ayotxtla, Gro. Tesis profesional. UACH, Chapingo, Méx. 100 p.
- GUERRA, L.C. 1990. Fundamentos Técnicos de los modelos de crecimiento y rendimiento para las principales especies de Pinus en la región de El Salto, P.N. Dgo. Tesis DICIFO UACH 140 p.
- HAWLEY, C.R. y M.D., SMITH. 1972. Silvicultura Práctica Ediciones Omega, S.A. Barcelona España. p337- 456p
- INEGI. 1986. Anuario estadístico del Estado de Durango. 924 p.
- KEITHLEY, M.E. y J.P., SCHREINER. 1980. Manual para la Elaboración de tesis, monografías e informes. South - Western publishing Co. Cincinnati, U.S.A. 107 p.

- KOTZ, S. and L.J., NORMAN. 1985. Enciclopedia of Statistical Sciences. Multivariate analysis to plackett and Burman Designs. Vol. 6 John Wiley and sons. New York, U.S.A. pp27 - 36.
- MANZANILLA, B. H. 1981. Los sitios permanentes de investigación silvícola INIF - SARH. Inédito. Guadalajara, Jal. 76 p.
- MARDIA, K.V., J.T., KENT and J.M., BIBBY. 1989. Multivariate Analysis. 2a. ed. academic press incorporation. San Diego Ca. p 120 - 184, 333 - 359 p.
- MASS, P. 1988. Efecto de las intensidades de intervención por cortas intermedias sitio dos aguas. Mimeografiado inédito. Chapingo, Méx. 80 p.
- MORRISON, D.F. 1976. Multivariate Statistical Methods 2a. ed. Mc Graw - Hill Inc. 170 - 190 p.
- PEREZ, P.A. 1992. Paisaje y Aprovechamiento del Suelo y la vegetación en Tlaquilpa, Ver. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados Montecillo, Méx. 135 p.
- SARH. 1991. Algunos reportes de marcaeo de las UCODEFO. Archivos de los Distritos de Desarrollo Rural, SARH. México.
- SAS, INSTITUTE. 1991. SAS Statistical User's Guide. Release 6.04. 3rd printing. Edit. SAS Institute Inc. 623 - 625 p.
- SAS, INSTITUTE. 1991. Statistical User's Guide. Release 6.0 3rd. printing. Edit. SAS Institute Inc. 823 p.
- SMITH, H.S. and J.F., BELL. 1983. Using competitive Stress Index to estimate diameter growth for thinned Douglas - Fir Stands. Forest Science vol. 29 No.3. p 491 - 499 p.
- STEEL, R.G. y J.H., TORRIE. 1990. Bioestadística Principios y Procedimientos. 2a ed. Editorial Mc Graw - Hill Méx, D.F. pp 392 - 424.
- TAPPEINER, J.C. et.al. 1982. Response of young Douglas - Fir to 16 years of intensive thinning. Forest research lab. Research bulletin 38. Oregon State University. U.S.A. 18 p.
- VOUKILA, Y. 1962. El efecto de los aclareos en el incremento de los rodales de pino y abedul. trad. del Ingles por Becerra, L. F. CIFF. Helsinki, Finlandia 24 p.
- WELLER, D. 1989. The interespecific size - density Relationship among crowded plant stand and its implications for the  $-3/2$  power rule of self - thinning. The American Naturalist vol. 133, No.1 University of Tennessee, Knoxville, Tennessee U.S.A. 41 p.

A P P E N D I C E

**APENDICE 1. Formato de Silvicultura y Manejo usado en el SPEF "Cielito Azul".**

- Espacio 1. **S.A.R.H.** Siglas de la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Espacio 2. **I.N.I.F.** Siglas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales.
- Espacio 3. **S.F.F.** Siglas de la Subsecretaría Forestal y de la Fauna.
- Espacio 4. **Silvicultura y Manejo** (0.01) Los números entre paréntesis indican un control interno en donde el primer dígito indica sitio permanente de investigación forestal, los dos próximos el número de forma.
- Espacio 5. **S.P.I.S.** ( 10 000 m<sup>2</sup>) Siglas de Sitios Permanentes de Investigación Silvícola. Los números entre paréntesis corresponden a la superficie total de un Sitio cuadrado de 100 x 100 m.
- Espacio 6. **Hoja** ( ) Se anotará el número progresivo de hoja en caso de que sea necesario ocupar más de una hoja de forma (cuadro 1).
- Espacio 7. De( ) Anotar el no. de la última hoja en todas las hojas
- Espacio 8. **Datos Dendrométricos** Este espacio se refiere al tipo de datos que se van a tomar.
- Espacio 9. **Estado** ( ) Se anota la clave de la Entidad Federativa por ejemplo : Michoacán tiene la clave 16, según se puede apreciar en el cuadro 2.
- Espacio 10. **Lugar ("Cielito Azul")** Se anota el nombre local del paraje o lugar donde se encuentre el sitio.

Espacio 11. **UCODEFO** (No. 3 "San Miguel de Cruces") se anota el nombre de la unidad de administración forestal dentro de la cual se encuentre situado el sitio.

Espacio 12. **No. de sitio** ( ) Se deberá llevar un control de números progresivos por cada unidad de administración que irá desde el 001 hasta el 999.

Espacio 13. **No. de cuadrante** ( ) se refiere al número de cuadrante donde se encuentre el sitio (figura 2) de acuerdo con su posición orientada magnéticamente a partir del centro de la hectárea.

Espacio 14. **Fecha de inicio** ( ) se anotará día, mes y las dos últimas cifras del año. Por ejemplo el día 5 de Enero de 1982, se anotará 05 01 82.

Espacio 15. **Cuadrilla** ( ) Se llevará una clave por cuadrilla anotándose primeramente el tipo de cuadrilla según el número y el nivel de los integrantes (cuadro 3) y en los siguientes dos espacios se llevará el control de quien es el responsable la cuadrilla.

Espacio 16. **Posición en la pendiente** ( ) se anotará una clave de acuerdo con la posición en la pendiente en donde se encuentre ubicado el sitio (figura 3).

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES S.F.F SILVICUL-  
TURA Y MANEJO (0.01) S.P.I.S. HOJA \_ DE \_ ESTADO \_  
LUGAR \_ U.A.F.NO. \_ NO. DE SITIO \_ NO. DE CUADRANTE \_ FECHA  
INICIO \_ CUADRILLA \_ POS.PENDIENTE \_ A.S.N.M. \_ RODAL \_ AÑO ULT.  
INTERV. \_ USO FINAL \_ FECHA TERMINO \_ TIEMPO \_ HRS \_

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25

donde :

- 1 : Número de individuo
- 2 : Tipo de individuo
- 3 : Género ó especie
- 4 : Diámetro normal(cm)
- 5 : Diámetro del tocón(cm)
- 6 : Grosor de corteza (mm)
- 7 : Daños
- 8 : Altura total (m)
- 9 : Altura del fuste limpio (m)
- 10 : Piso
- 11 : Vitalidad
- 12 : Tendencia dinámica
- 13 : Forma
- 14 : No. de trozas
- 15 : Incremento 5 mm
- 16 : Incremento 10 mm
- 17 : Incremento 15 mm
- 18 : Tiempo de paso
- 19 : Edad en años
- 20 : Posición del individuo eje X (cm)
- 21 : Posición del individuo eje Y (cm)
- 22 : Proyección de copa N (dm)
- 23 : " " S
- 24 : " " E
- 25 : " " O

Cuadro 1. Formato utilizado para la toma de datos en el campo en los SPEF.

| CLAVE | ENTIDAD FEDERATIVA  |
|-------|---------------------|
| 01    | Aguascalientes      |
| 02    | Baja California     |
| 03    | Baja California Sur |
| 04    | Campeche            |
| 05    | Coahuila            |
| 06    | Colima              |
| 07    | Chiapas             |
| 08    | Chihuahua           |
| 09    | Distrito Federal    |
| 10    | Durango             |
| 11    | Guanajuato          |
| 12    | Guerrero            |
| 13    | Hidalgo             |
| 14    | Jalisco             |
| 15    | Edo. de México      |
| 16    | Michoacán           |
| 17    | Morelos             |
| 18    | Nayarit             |
| 19    | Nuevo León          |
| 20    | Oaxaca              |
| 21    | Puebla              |
| 22    | Querétaro           |
| 23    | Quintana Roo        |
| 24    | San Luis Potosí     |
| 25    | Sinaloa             |
| 26    | Sonora              |
| 27    | Tabasco             |
| 28    | Tamaulipas          |
| 29    | Tlaxcala            |
| 30    | Veracruz            |
| 31    | Yucatán             |
| 32    | Zacatecas           |

Cuadro 2. Clave que corresponde a cada una de las Entidades Federativas de la República Mexicana (I.N.I.F. 1979).

| POSICION DEL CUADRANTE | NUMERO DE CUADRANTE |
|------------------------|---------------------|
| NE                     | 1                   |
| NW                     | 2                   |
| SW                     | 3                   |
| SE                     | 4                   |

|   |   |
|---|---|
| 2 | 1 |
| 3 | 4 |

Figura 2. Posición de los cuadrantes respecto al sitio.

| CLAVE | ING. FORESTAL | GUARDA T. F. | AUXILIARES |
|-------|---------------|--------------|------------|
| 01    | 1             | 1            | 1          |
| 02    | 1             | 1            | 2          |
| 03    | 1             | 1            | 3          |
| 04    | 1             | 1            | 4          |
| 05    | 1             | 1            | 5          |

Cuadro 3. Tipo de cuadrillas más comunes según el número y el nivel de las personas que la integran.

Figura 3. Ubicación del sitio según la posición de la pendiente.

Espacio 17. **A.S.N.M.**( ) Se determina la altura sobre el nivel del mar en metros exactamente al centro del sitio de 100 x 100 m que se esté midiendo.

Espacio 18. **Rodal** Se anota la clave convencional del rodal de acuerdo con lo indicado en el cuadro 4. Se cuenta con espacio para 6 números y/o letras. Los primeros dos espacios servirán para anotar la del género dominante, si está compuesto por una sola letra usar solamente el

primer espacio. Los dos segundos espacios servirán para anotar las siglas del género codominante ó dominado, si está compuesto por una sola letra usar solamente el primer espacio. En los dos últimos espacios se anotarán los números de espesura y altura del arbolado respectivamente.

| Primer término<br>GENERO BOTANICO<br>(primeros 4 espacios) |               |       | Segundo término<br>ESPESURA<br>(5o. espacio) |                            | Tercer término<br>ALTURA ARBOLADO<br>(6o. espacio) |             |       |
|------------------------------------------------------------|---------------|-------|----------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------|-------------|-------|
| Nombre común                                               | Género        | Clave | Concepto                                     | %                          | Clave                                              | Limites     | Clave |
| Oyamel                                                     | Abies sp.     | A     | Muy aclarada                                 | 5                          | 1                                                  | < de 5m     | 1     |
| Pino                                                       | Pinus sp.     | P     | Aclarada                                     | 20                         | 2                                                  | de 6 a 10m  | 2     |
| Cedro bco.                                                 | Cupressus sp. | C     | Media                                        | 50                         | 3                                                  | de 11 a 15m | 3     |
| Tascate                                                    | Juniperus sp. | J     | Semicerrada                                  | 70                         | 4                                                  | de 16 a 20m | 4     |
| Encino                                                     | Quercus sp.   | Q     | Cerrada                                      | >80                        | 5                                                  | de 21 a 25m | 5     |
| Madroño                                                    | Arbutus sp.   | Ar    |                                              |                            |                                                    | de 26 a 30m | 6     |
| Tepamo                                                     | Alnus sp.     | Al    |                                              |                            |                                                    | > de 40 m   | 7     |
| Alamo                                                      | Populus sp.   | Po    |                                              |                            |                                                    |             |       |
| MEZCLAS                                                    |               | %     | CLAVE                                        | Ej: P q 3 3 Masa dominante |                                                    |             |       |
| Masa pura                                                  | 90 a 100      |       | Mayúscula                                    | de pino sobre arbolado     |                                                    |             |       |
| Dominante                                                  | 60 a 89       |       | Mayúscula                                    | de encino; espesura        |                                                    |             |       |
| Codominantes                                               | 40 a 59       |       | Mayúscula                                    | media y alturas de 6 a     |                                                    |             |       |
| Dominada(s)                                                | 11 a 39       |       | Mayúscula(s)                                 | 10 m.                      |                                                    |             |       |

Cuadro 4. Clave de foto interpretación para manejo de bosques de clima templado - frío.

Espacio 19. **Año de la última intervención** ( ) Se anota el año solamente si se sabe con seguridad cuando se haya realizado la última corta.

Espacio 20. **Uso final** ( ) Se anotará el uso que actualmente se le dé a los árboles en la región según el tipo de industria establecida de acuerdo con el cuadro 5. Se podrán

anotar los tres más importantes de izquierda a derecha y por su orden de importancia.

Espacio 21. **Fecha de término** ( ) Se anotará la fecha en que se termine el trabajo , día, mes y año.

Espacio 22. **Tiempo** \_\_ hrs\_\_ min\_\_. Al inicio de cualquier trabajo que una vez se termine, se determina el tiempo efectivo de trabajo que es el que se anota. No se consideran tiempos muertos por comidas, descansos, etc.

Espacio 23. **Número de individuo** ( ) En la columna correspondiente a éste espacio se anotarán todos los individuos de un D.N. de 7.6 en adelante, que se encuentren dentro del cuadrado de 100 x 100 m que se esté midiendo dentro de los límites del cuadrado.

| CLAVE | ESPECIFICACION |
|-------|----------------|
| 1     | Ninguno        |
| 2     | Triplay        |
| 3     | Aserrió        |
| 4     | Celulosa       |
| 5     | Tablero        |
| 6     | Combustible    |
| 7     | Resinación     |

Cuadro 5. Uso final que se dará a los árboles en la región bajo estudio.

| CLAVE | ESPECIFICACION                      |
|-------|-------------------------------------|
| 1     | Tocón aprovechamiento autorizado    |
| 2     | Tocón aprovechamiento no autorizado |
| 3     | Tronco (árbol muerto en pie)        |
| 4     | Arbol muerto (por daños)            |
| 5     | Arbol vivo (1982)                   |
| 0     | Arbol vivo (1986)                   |

Cuadro 6. Tipos de individuo como se les clasifica en los S.P.E.F.

- Espacio 24. **Tipo de individuo** ( ) para los fines de este trabajo tendremos las claves anotadas en el cuadro 6.
- Espacio 25. **Género, especie** (--) se anotará la clave del género y/o especie según se anota en el cuadro 7.
- Espacio 26. **D.N.** (mm) Se anotará en esta columna el diámetro del árbol a 1.30 m sobre el nivel del suelo por la parte superior de la pendiente. Se usará cinta para medir diámetros y se aproximará al mm.
- Espacio 27. **Diámetro del tocón** (--) Se anotará en esta columna el diámetro del tocón a 0.30 m sobre el nivel del suelo por la parte superior de la pendiente, se usará cinta para medir diámetros y se aproximará al mm.
- Espacio 28. **Corteza** (mm) Se anotará en esta columna el grosor de la corteza medida a 1.30 m sobre el nivel del suelo por la parte superior pendiente. Se determinará con el medidor de corteza aproximado al mm.
- Espacio 29. **Daños** (--) En esta columna tenemos espacio para anotar dos dígitos. El primero corresponde a la clasificación general del daño, el segundo al agente causal (cuadro 8). Se estimarán los daños de los individuos con claves. En los casos en que el arbolado además de plagado por descortezador, el siguiente daño mas notable es el de estar resinado, en la primera columna anotamos como daño la clave correspondiente a resinado (4) y en la siguiente, anotamos el tipo de

| CLAVE |    | ESPECIFICACION            |
|-------|----|---------------------------|
| 00    | -- | Se desconoce              |
| 01    | -- | Hojosa                    |
| 02    | -- | Pinus sp.                 |
| 03    | -- | Quercus sp. (encino)      |
| 04    | -- | Fraxinus sp.              |
| 05    | -- | Alnus sp. (aliso)         |
| 06    | -- | Abies sp.                 |
| 07    | -- | Cupressus sp. (cedro bco) |
| 08    | -- | Arbutus sp.               |
| 09    | -- | Liquidambar sp.           |
| 10    | -- | Taxodium sp.              |
| 11    | -- | Oletra sp.                |
| 12    | -- | Ilex sp.                  |
| 13    | -- | Bocconia sp.              |
| 14    | -- | Prunus sp                 |
| 15    | -- | Balmea sp.                |
| 16    | -- | Verbesina sp.             |
| 17    | -- | Carpinus sp.              |
| 18    | -- | Bursera sp.               |
| 19    | -- | Persea sp.                |
| 20    | -- | Picea sp.                 |
| 21    | -- | Pinus michoacana          |
| 22    | -- | P. douglasiana            |
| 23    | -- | P. herrerae               |
| 24    | -- | P. oocarpa                |
| 25    | -- | P. pseudostrobus          |
| 26    | -- | P. leiophylla             |
| 27    | -- | P. pringlei               |
| 28    | -- | P. lawsoni                |
| 29    | -- | P. ayacahuite             |
| 30    | -- | P. patula                 |
| 31    | -- | P. montezumae             |
| 32    | -- | P. rudis                  |
| 33    | -- | P. gregii                 |
| 34    | -- | P. teocote                |
| 35    | -- | P. lumholtzi              |
| 36    | -- | P. arizónica              |
| 37    | -- | P. ponderosa              |
| 38    | -- | P. cembroides             |
| 40    | -- | P. hartwegii              |
| 41    | -- | P. durangensis            |
| 42    | -- | P. engelmanni             |
| 43    | -- | P. chihuahuana            |
| 44    | -- | P. cooperi                |
| 45    | -- | Populus sp.               |
| 50    | -- | Abies religiosa           |
| 51    | -- | Abies sp                  |
| 52    | -- | Juniperus (tascate)       |
| 53    | -- | Pseudotsuga               |

CUADRO 7. Clave según el género y/o especie en los SPEF.

Espacio 30. **Altura** ( ) En este espacio tenemos dos columnas, la correspondiente a la altura total y la del fuste limpio. Ambas se medirán con un clinómetro aproximado hasta 0.5m. La altura del fuste limpio se medirá hasta donde se encuentren las primeras ramas vivas. Se medirán las alturas totales de los individuos clasificados con clave 4 y 5. Las alturas del fuste limpio solo se obtendrán de clasificados con clave 5.

Espacio 31. **Piso** ( ) La posición en el piso se estimará una vez que conozcamos la altura total de los árboles dominantes. De preferencia se calculará un promedio con base a la altura de los tres mas altos en la Ha. Se anotará en la columna correspondiente el mismo número 1, 2 ó 3, según se encuentre en el primero, segundo o tercer piso respectivamente (cuadro 9), Se clasificarán los individuos con clave 4 y 5 solamente.

Espacio 32. **Vitalidad** ( ) Se clasificará la vitalidad del árbol según el tipo de desarrollo (cuadro 10). Se clasificarán únicamente los individuos con clave 5.

Espacio 33. **Tendencia dinámica** ( ) Se refiere básicamente a la capacidad que tiene un árbol para cambiar de posición en relación con el piso en que se encuentre (cuadro 11). Se clasificarán los individuos con clave 5.

Espacio 34. **Forma** ( ) Se clasificarán los individuos con clave 5 (cuadro 12).

| 1er dígito | Especificación | 2do dígito | Especificación |
|------------|----------------|------------|----------------|
| 1          | Ningún daño    | 1          | Sano           |
| 2          | Plaga          | 2          | Descortezador  |
| 3          | Enfermedad     | 3          | Barrenador     |
| 4          | Resinado       | 4          | Defoliador     |
| 5          | Puntiseco      | 5          | Muérdago       |
| 6          | Rayado         | 6          | Roya           |
| 7          | Punta quebrada | 7          | Insecto        |
| 8          | Fuste dañado   | 8          | Hongo          |
| 9          | Quemado        | 9          | Roedor         |
| 10         | Cinchado       | 10         | Fuego          |
| 11         | Calado         | 11         | Rayo           |
| 12         | Tumor          | 12         | Hombre         |
|            |                | 13         | Aves           |

Cuadro 8. Claves que corresponden al daño que se encuentre en cada árbol.

| Resultado del promedio (Altura mt). | Rango en metros y su ubicación en el piso. |               |            |
|-------------------------------------|--------------------------------------------|---------------|------------|
|                                     | Piso 1                                     | Piso 2        | Piso 3     |
| 45                                  | 30.1 a 54.0                                | > 15.1 a 30.0 | 0.1 a 15.0 |
| 44                                  | 29.5 a 44.0                                | 14.8 a 29.4   | 0.1 a 14.7 |
| 43                                  | 28.7 a 43.0                                | 14.4 a 28.6   | 0.1 a 14.3 |
| 42                                  | 28.1 a 42.0                                | 14.1 a 28.0   | 0.1 a 14.0 |
| 41                                  | 27.5 a 41.0                                | 13.8 a 27.4   | 0.1 a 13.7 |
| 40                                  | 26.7 a 40.0                                | 13.4 a 26.6   | 0.1 a 13.3 |
| 39                                  | 26.1 a 39.0                                | 13.1 a 26.6   | 0.1 a 13.0 |
| 38                                  | 25.5 a 38.0                                | 12.8 a 25.4   | 0.1 a 12.7 |
| 37                                  | 24.7 a 37.0                                | 12.4 a 24.6   | 0.1 a 12.3 |
| 36                                  | 24.1 a 36.0                                | 12.1 a 24.0   | 0.1 a 12.0 |
| 35                                  | 23.5 a 35.0                                | 11.8 a 23.4   | 0.1 a 11.7 |
| 34                                  | 22.7 a 34.0                                | 11.4 a 22.6   | 0.1 a 11.3 |
| 33                                  | 22.1 a 33.0                                | 11.1 a 22.0   | 0.1 a 11.0 |
| 32                                  | 21.5 a 32.0                                | 10.8 a 21.4   | 0.1 a 10.7 |
| 31                                  | 20.7 a 31.0                                | 10.4 a 20.6   | 0.1 a 10.3 |
| 30                                  | 20.1 a 30.0                                | 10.1 a 20.0   | 0.1 a 10.0 |
| 29                                  | 19.5 a 29.0                                | 9.8 a 19.4    | 0.1 a 9.7  |
| 28                                  | 18.7 a 28.0                                | 9.4 a 18.6    | 0.1 a 9.3  |
| 27                                  | 18.1 a 27.0                                | 9.1 a 18.0    | 0.1 a 9.0  |
| 26                                  | 17.5 a 26.0                                | 8.8 a 17.4    | 0.1 a 8.7  |
| 25                                  | 16.7 a 25.0                                | 8.4 a 16.6    | 0.1 a 8.3  |

continúa cuadro 9

continuación cuadro 9

|    |             |            |           |
|----|-------------|------------|-----------|
| 24 | 16.1 a 24.0 | 8.1 a 16.0 | 0.1 a 8.0 |
| 23 | 15.5 a 23.0 | 7.8 a 15.4 | 0.1 a 7.7 |
| 22 | 14.7 a 22.0 | 7.4 a 14.6 | 0.1 a 7.3 |
| 21 | 14.1 a 21.0 | 7.1 a 14.0 | 0.1 a 7.0 |
| 20 | 13.5 a 20.0 | 6.8 a 13.4 | 0.1 a 6.7 |
| 19 | 12.7 a 19.0 | 6.4 a 12.6 | 0.1 a 6.3 |
| 18 | 12.1 a 18.0 | 6.1 a 12.0 | 0.1 a 6.0 |
| 17 | 11.5 a 17.0 | 5.8 a 11.4 | 0.1 a 5.7 |
| 16 | 10.7 a 16.0 | 5.4 a 10.6 | 0.1 a 5.3 |
| 15 | 10.1 a 15.0 | 5.1 a 10.0 | 0.1 a 5.0 |
| 14 | 9.5 a       | 4.8 a 9.4  | 0.1 a 4.7 |
| 13 | 8.7 a       | 4.4 a 8.6  | 0.1 a 4.3 |
| 12 | 8.1 a       | 4.1 a 8.0  | 0.1 a 4.0 |
| 11 | 7.5 a       | 3.8 a 7.4  | 0.1 a 3.7 |
| 10 | 6.7 a       | 3.4 a 6.6  | 0.1 a 3.3 |
| 9  | 6.1 a       | 3.1 a 6.0  | 0.1 a 3.0 |
| 8  | 5.5 a       | 2.8 a 5.4  | 0.1 a 2.7 |
| 7  | 4.7 a       | 2.4 a 4.6  | 0.1 a 2.3 |
| 6  | 4.1 A       | 2.1 a 4.0  | 0.1 a 2.0 |

Cuadro 9. Rango de altura en metros según el piso en que debe estar el árbol.

- |   |                                                |
|---|------------------------------------------------|
| 1 | Arbol exuberante desarrollado (exuberante)     |
| 2 | Arbol normalmente desarrollado (Normal)        |
| 3 | Arbol raquíticamente desarrollado (raquíptico) |

Cuadro 10.- Clasificación del arbolado de acuerdo con su vitalidad.

- 
- |   |                                                    |
|---|----------------------------------------------------|
| 1 | Tendencia a cambiar de posición (progresiva)       |
| 2 | Tendencia a permanecer en su posición (estable)    |
| 3 | Tendencia a desaparecer de su posición (regresiva) |
- 

Cuadro 11.- Clasificación del arbolado según su tendencia dinámica

---

CLAVE

FORMA

---

- |   |                                          |
|---|------------------------------------------|
| 1 | Arbol recto vertical con un fuste        |
| 2 | Arbol recto vertical con 2 o más fustes  |
| 3 | Arbol inclinado con un fuste             |
| 4 | Arbol inclinado con 2 o más fustes       |
| 5 | Arbol curvo vertical con un fuste        |
| 6 | Arbol curvo vertical con 2 o más fustes  |
| 7 | Arbol curvo inclinado con un fuste       |
| 8 | Arbol curvo inclinado con 2 o más fustes |
- 

Cuadro 12. Forma de los árboles según ciertas características del fuste.

Espacio 35. **Uso** (--) En esta columna se anotarán el número de trozas que se obtengan del fuste del árbol de clave 5, según la calidad de las mismas. Se considerarán cuatro diferentes niveles de calidad según las mismas normas señaladas por

el inventario Nacional Forestal 1979.

**Calidad A.** Trozas cuyo uso óptimo es el triplay de alta calidad, sus diámetros mínimos deben ser de 40 cm, de longitud 2.5m. con las características que se describen en seguida.

**Defectos primarios.** Se acepta una de diámetro mínimo cualquier que sea su posición dentro del fuste.

**Defectos secundarios.** Se aceptan los que puedan quedar agrupados en un área que no sea mayor de  $1/5$  de la superficie de la troza.

**Calidad B.** Trozas de uso óptimo para madera aserrada de alta calidad cuyos diámetros mínimos sean de 30 cm. longitud, de 2.5 m. Esta troza puede usarse también para triplay de baja calidad.

**Calidad C.** Trozas que darían madera aserrada de baja calidad, cuyos diámetros mínimos sean de 30 cm, y longitud de 2.5 m, sus características serían: Defectos primarios los que tengan hasta  $1/6$  del diámetro de la troza en el lugar de inserción en que se encuentran y que no haya más de 24, con diámetros cercanos al máximo mencionado.

**Calidad D.** Longitud del fuste comercial a partir de los 30 cm, hasta 10 cm. de diámetro, así como aquellas trozas que tienen más de 24 defectos primarios del diámetro máximo permitido; su uso puede ser celulosa, leña, carbón, etc.

Espacio 36. **Incremento** (mm) ( ) Se anotará la longitud en mm. que

tengan 5, 10 y 15 anillos de crecimiento externo, en la columna que le corresponda obtenidos con el taladro de Pressler a 1.30 m. sobre el nivel del suelo por la parte superior de la pendiente. Por ejemplo: Si la medida de los 5, 10 y 15 anillos da 6, 18 y 25 mm. respectivamente se anotará (6 1 8 2 5).

Espacio 37. **Tiempo de paso.** ( ) Para determinar la edad se contarán el número de anillos que se tengan en los 2.5 cm. exteriores.

Espacio 38. **Edad** (años). ( ) Para determinar la edad se contarán los anillos anuales del crecimiento que existan desde el centro del árbol hasta su periferia a la altura del D.N. La muestra la obtendremos por la parte superior de la pendiente con un taladro de Pressler de preferencia de 14 pulgadas de longitud. Los orificios que deja el taladro al extraer la viruta deben ser tapados con la misma o con un pedazo de rama para evitar la entrada de insectos o pudriciones. Lo más recomendable es introducir una pasta que sea fungicida para evitar el establecimiento de colonias de hongos que manchen o pudran la madera.

Espacio 39. **Posición del individuo.** ( ) Se localizará la base de todos los tocones, troncos y árboles que se encuentren dentro de los cuadrados de 25 X 25m (cuadrantes), mediante el sistema de localización de coordenadas. Para

localizar la base de un individuo se mide su distancia paralela al eje de las "X" y la que se tenga sobre el eje de las "Y"; la combinación de las 2 mediciones aproximadas al cm, nos dan la ubicación del individuo en el espacio. Se debe tener especial cuidado de corregir los errores por pendiente y de que el punto de que se localice sea realmente el centro del árbol y no un punto de la periferia del mismo, o sea al llegar hasta el árbol a la distancia que tengamos, le debemos sumar la mitad del diámetro obtenido del tocón. Los valores serán anotados en "cm" y así por ejemplo: 24.45 m se anotará (2 4 4 5).

Espacio 40 **Proyección de copa**(dm) Para determinar la superficie de la copa se tomarán cuatro medidas de radios. Dos paralelos de las "X" (Radio E y Radio O) y pasando por la base del fuste del árbol y dos paralelas al eje de las "Y" (Radio N y Radio S). Los resultados se anotarán aproximando al decímetro sin colocar el punto decimal.

Espacio 41. **Observaciones.** Se anotan cuestiones aclaratorias sobre la forma donde se están capturando los datos.

APENDICE 2. PROGRAMA PARA OBTENER EL ANALISIS MULTIVARIADO SOBRE CONTRASTES Y PRUEBAS DE HIPOTESIS DE LAS VARIABLES DN DT GC AT AF DE CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS A, B, C, D CONTRA EL CONTROL F, USANDO LA PRUEBA DE COMPARACION MULTIPLE T-DUNNETT EN EL ANALISIS UNIVARIADO, ADEMAS DEL ANALISIS DE MEDIAS UTILIZANDO LOS DATOS DE LA REMEDICION DE 1982.

ANALISIS DE LA REMEDICION 1982: CUADRO LATINO

/\* Cuadro Latino para Pinus cooperi \*/;

```
data a;
infile 'b:a2-8286.dat';input x1 x2 x3 $ x8 x9 x10 x12 x13 y8 y9 y10 y12
keep x1 x2 x3 x8 x9 x10 x12 x13;
proc glm;classes x1 x2 x3;
model x8 x9 x10 x12 x13=x1 x2 x3/nouni;
means x3/dunnett ('F');
contrast 'f vs a' x3 1 0 0 0 0 -1;
contrast 'f vs b' x3 0 1 0 0 0 -1;
contrast 'f vs c' x3 0 0 1 0 0 -1;
contrast 'f vs d' x3 0 0 0 1 0 -1;
contrast 'f vs e' x3 0 0 0 0 1 -1;
contrast '= trts nof' x3 1 -1 0 0 0 0,
                     x3 0 1 -1 0 0 0,
                     x3 0 0 1 -1 0 0,
                     x3 0 0 0 1 -1 0;

CONTRAST 'A VS B' X3 1 -1 0 0 0 0;
CONTRAST 'A VC C' X3 1 0 -1 0 0 0;
CONTRAST 'A VS D' X3 1 0 0 -1 0 0;
CONTRAST 'A VC E' X3 1 0 0 0 -1 0;
CONTRAST 'B VS C' X3 0 1 -1 0 0 0;
CONTRAST 'B VC D' X3 0 1 0 -1 0 0;
CONTRAST 'B VS E' X3 0 1 0 0 -1 0;
CONTRAST 'C VC D' X3 0 0 1 -1 0 0;
CONTRAST 'C VS E' X3 0 0 1 0 -1 0;
CONTRAST 'D VC E' X3 0 0 0 1 -1 0;
manova h=x3;
run;
```

```

/* Cuadro Latino para Pinus cooperi */;
data a;
infile 'b:a2-8286.dat';input x1 x2 x3 $ x8 x9 x10 x12 x13 y8 y9 y10 y12 y13;
keep x1 x2 x3 x8 x9 x10 x12 x13;
proc glm;classes x1 x2 x3;
model x8 x9 x10 x12 x13=x1 x2 x3/nouni;
means x3/dunnett ('F');
contrast 'f vs a' x3 1 0 0 0 0 -1;
contrast 'f vs b' x3 0 1 0 0 0 -1;
contrast 'f vs c' x3 0 0 1 0 0 -1;
contrast 'f vs d' x3 0 0 0 1 0 -1;
contrast 'f vs e' x3 0 0 0 0 1 -1;
contrast '= trts nof' x3 1 -1 0 0 0 0,
                    x3 0 1 -1 0 0 0,
                    x3 0 0 1 -1 0 0,
                    x3 0 0 0 1 -1 0;
CONTRAST 'A VS B' X3 1 -1 0 0 0 0;
CONTRAST 'A VS C' X3 1 0 -1 0 0 0;
CONTRAST 'A VS D' X3 1 0 0 -1 0 0;
CONTRAST 'A VS E' X3 1 0 0 0 -1 0;
CONTRAST 'B VS C' X3 0 1 -1 0 0 0;
CONTRAST 'B VS D' X3 0 1 0 -1 0 0;
CONTRAST 'B VS E' X3 0 1 0 0 -1 0;
CONTRAST 'C VS D' X3 0 0 1 -1 0 0;
CONTRAST 'C VS E' X3 0 0 1 0 -1 0;
CONTRAST 'D VS E' X3 0 0 0 1 -1 0;
manova h=x3;
run;

```

General Linear Models Procedure  
Class Level Information

| Class | Levels | Values      |
|-------|--------|-------------|
| X1    | 6      | 1 2 3 4 5 6 |
| X2    | 6      | 1 2 3 4 5 6 |
| X3    | 6      | A B C D E F |

Number of observations in data set = 1652

13

General Linear Models Procedure

Dunnett's T tests for variable: X8

NOTE: This tests controls the type I experimentwise error for comparisons of all treatments against a control.

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 1636 MSE= 33.95123  
Critical Value of Dunnett's T= 2.492

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

| X3 Comparison |     | Simultaneous Lower Confidence Limit | Difference Between Means | Simultaneous Upper Confidence Limit |     |
|---------------|-----|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-----|
| A             | - F | -1.138                              | 0.749                    | 2.635                               |     |
| B             | - F | -4.396                              | -2.462                   | -0.527                              | *** |
| C             | - F | -7.862                              | -6.109                   | -4.356                              | *** |
| D             | - F | -8.454                              | -6.689                   | -4.925                              | *** |
| E             | - F | -11.200                             | -9.791                   | -8.382                              | *** |

General Linear Models Procedure

Dunnett's T tests for variable: X9

NOTE: This tests controls the type I experimentwise error for comparisons of all treatments against a control.

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 1636 MSE= 44.59299  
Critical Value of Dunnett's T= 2.492

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

| X3 Comparison |     | Simultaneous Lower Confidence Limit | Difference Between Means | Simultaneous Upper Confidence Limit |     |
|---------------|-----|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-----|
| A             | - F | -1.391                              | 0.771                    | 2.933                               |     |
| B             | - F | -4.880                              | -2.663                   | -0.446                              | *** |
| C             | - F | -8.803                              | -6.794                   | -4.785                              | *** |
| D             | - F | -9.348                              | -7.326                   | -5.303                              | *** |
| E             | - F | -11.814                             | -10.200                  | -8.585                              | *** |

# General Linear Models Procedure

Dunnett's T tests for variable: X10

NOTE: This tests controls the type I experimentwise error for comparisons of all treatments against a control.

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 1636 MSE= 10.127  
Critical Value of Dunnett's T= 2.492

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

| X3 Comparison |     | Simultaneous Lower Confidence Limit | Difference Between Means | Simultaneous Upper Confidence Limit |     |
|---------------|-----|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-----|
| A             | - F | 0.016                               | 1.046                    | 2.076                               | *** |
| B             | - F | -1.159                              | -0.102                   | 0.954                               |     |
| C             | - F | -2.779                              | -1.821                   | -0.864                              | *** |
| D             | - F | -3.002                              | -2.038                   | -1.074                              | *** |
| E             | - F | -5.459                              | -4.689                   | -3.920                              | *** |

# General Linear Models Procedure

Dunnett's T tests for variable: X12

NOTE: This tests controls the type I experimentwise error for comparisons of all treatments against a control.

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 1636 MSE= 10.13581  
Critical Value of Dunnett's T= 2.492

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

| X3 Comparison |     | Simultaneous Lower Confidence Limit | Difference Between Means | Simultaneous Upper Confidence Limit |     |
|---------------|-----|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-----|
| A             | - F | -1.400                              | -0.370                   | 0.661                               |     |
| B             | - F | -3.380                              | -2.323                   | -1.266                              | *** |
| C             | - F | -5.942                              | -4.984                   | -4.026                              | *** |
| D             | - F | -6.474                              | -5.510                   | -4.545                              | *** |
| E             | - F | -8.790                              | -8.020                   | -7.250                              | *** |

# General Linear Models Procedure

Dunnett's T tests for variable: X13

NOTE: This tests controls the type I experimentwise error for comparisons of all treatments against a control.

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 1636 MSE= 5.698441  
Critical Value of Dunnett's T= 2.492

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '\*\*\*'.

| X3 Comparison |     | Simultaneous Lower Confidence Limit | Difference Between Means | Simultaneous Upper Confidence Limit |     |
|---------------|-----|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-----|
| A             | - F | -1.393                              | -0.620                   | 0.153                               |     |
| B             | - F | -2.473                              | -1.681                   | -0.888                              | *** |
| C             | - F | -4.599                              | -3.881                   | -3.163                              | *** |
| D             | - F | -5.123                              | -4.400                   | -3.677                              | *** |
| E             | - F | -7.313                              | -6.736                   | -6.159                              | *** |

# General Linear Models Procedure

Multivariate Analysis of Variance

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Type III SS&CP Matrix for X3 E = Error SS&CP Matrix

Characteristic Root Percent Characteristic Vector V'EV=1

|              |       | X8<br>X12                  | X9<br>X13                 | X10         |
|--------------|-------|----------------------------|---------------------------|-------------|
| 1.2662601135 | 96.16 | 0.00448998<br>0.00595688   | -0.00730738<br>0.00663662 | 0.00321317  |
| 0.0399683682 | 3.04  | -0.00860757<br>0.00347775  | 0.01145322<br>-0.00025934 | -0.01115390 |
| 0.0093802242 | 0.71  | -0.00679870<br>-0.00181542 | 0.00158218<br>0.01059149  | -0.00063549 |
| 0.0012152724 | 0.09  | -0.01760652<br>-0.00622670 | 0.01551804<br>0.00598780  | 0.00520394  |
| 0.0000103313 | 0.00  | -0.01161870<br>0.01543653  | 0.00454241<br>-0.01141915 | 0.00358027  |

Manova Test Criteria and F Approximations for  
the Hypothesis of no Overall X3 Effect  
H = Type III SS&CP Matrix for X3 E = Error SS&CP Matrix

S=5 M=-0.5 N=815

| Statistic              | Value      | F        | Num DF | Den DF   | Pr > F |
|------------------------|------------|----------|--------|----------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.41983957 | 63.8362  | 25     | 6064.113 | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.60769386 | 45.2695  | 25     | 8180     | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 1.31683431 | 85.8787  | 25     | 8152     | 0.0    |
| Roy's Greatest Root    | 1.26626011 | 414.3203 | 5      | 1636     | 0.0001 |

NOTE: F Statistic for Roy's Greatest Root is an upper bound.

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for f vs a E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                            |             |
|---------------------|---------|------------------------------|----------------------------|-------------|
|                     |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                  | X10         |
| 0.0157334684        | 100.00  | -0.00855275<br>0.00305857    | 0.00631256<br>0.00840881   | -0.00747810 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00451558<br>-0.00676593   | 0.00651931<br>0.00907671   | 0.00227904  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00044542<br>-0.00522807   | -0.00529216<br>0.01068097  | 0.00881806  |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.01309223<br>0.01061412     | -0.01497481<br>-0.00184037 | 0.00235463  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.01789724<br>0.01152424    | 0.01067327<br>-0.00720954  | 0.00553341  |

General Linear Models Procedure  
Multivariate Analysis of Variance

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall f vs a Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for f vs a E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=1.5 N=815

| Statistic              | Value      | F      | Num DF | Den DF | Pr > F |
|------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.98451024 | 5.1354 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.01548976 | 5.1354 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.01573347 | 5.1354 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.01573347 | 5.1354 | 5      | 1632   | 0.0001 |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for f vs b E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                           |             |
|---------------------|---------|------------------------------|---------------------------|-------------|
|                     |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                 | X10         |
| 0.0242076524        | 100.00  | -0.00059291<br>0.00755168    | 0.00069101<br>0.00390293  | -0.00669894 |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.00128006<br>0.00121997     | -0.00760225<br>0.00860935 | 0.00331901  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00228706<br>0.00478538    | -0.00247976<br>0.00035183 | 0.01091474  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.01891603<br>0.01114735    | 0.01300443<br>-0.00873593 | -0.00000163 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.01484653<br>-0.01105684   | 0.01466234<br>0.01251991  | 0.00011818  |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall f vs b Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for f vs b E = Error SS&CP Matrix

| Statistic              | S=1        | M=1.5  | N=815  |        |        |  |
|------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--|
|                        | Value      | F      | Num DF | Den DF | Pr > F |  |
| Wilks' Lambda          | 0.97636451 | 7.9014 | 5      | 1632   | 0.0001 |  |
| Pillai's Trace         | 0.02363549 | 7.9014 | 5      | 1632   | 0.0001 |  |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.02420765 | 7.9014 | 5      | 1632   | 0.0001 |  |
| Roy's Greatest Root    | 0.02420765 | 7.9014 | 5      | 1632   | 0.0001 |  |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for f vs c E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                            |             |
|---------------------|---------|------------------------------|----------------------------|-------------|
|                     |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                  | X10         |
| 0.1262556562        | 100.00  | -0.00049271<br>0.00678230    | -0.00097769<br>0.00622469  | -0.00213376 |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.01132360<br>-0.01452484    | -0.00816454<br>0.01393549  | 0.00256726  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00782897<br>0.00443436    | -0.00140781<br>0.00403786  | 0.00944049  |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.00027449<br>0.00070417     | -0.00006668<br>-0.00525665 | 0.00856953  |

General Linear Models Procedure  
Multivariate Analysis of Variance

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for f vs c E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                          |             |
|---------------------|---------|------------------------------|--------------------------|-------------|
|                     |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                | X10         |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.01989024<br>-0.00712762   | 0.01946583<br>0.00675729 | -0.00115480 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall f vs c Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for f vs c E = Error SS&CP Matrix

| Statistic              | S=1        | M=1.5   | N=815  |        |        |  |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|--|
|                        | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr > F |  |
| Wilks' Lambda          | 0.88789787 | 41.2098 | 5      | 1632   | 0.0001 |  |
| Pillai's Trace         | 0.11210213 | 41.2098 | 5      | 1632   | 0.0001 |  |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.12625566 | 41.2098 | 5      | 1632   | 0.0001 |  |
| Roy's Greatest Root    | 0.12625566 | 41.2098 | 5      | 1632   | 0.0001 |  |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for f vs d E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                           |             |
|---------------------|---------|------------------------------|---------------------------|-------------|
|                     |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                 | X10         |
| 0.1493062830        | 100.00  | 0.00013303<br>0.00678282     | -0.00160707<br>0.00630136 | -0.00205946 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.02247122<br>0.00740239    | 0.01818623<br>-0.00560018 | -0.00064334 |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.00031165<br>-0.00488859    | 0.00338452<br>-0.00206576 | 0.00471913  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00488629<br>0.00015676    | -0.00274506<br>0.00611302 | 0.01176621  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00751730<br>-0.01425511   | 0.00980858<br>0.01448574  | -0.00310933 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall f vs d Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for f vs d E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=1.5 N=815

| Statistic              | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr > F |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.87009008 | 48.7336 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.12990992 | 48.7336 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.14930628 | 48.7336 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.14930628 | 48.7336 | 5      | 1632   | 0.0001 |

General Linear Models Procedure  
Multivariate Analysis of Variance

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for f vs e E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                           |             |
|---------------------|---------|------------------------------|---------------------------|-------------|
|                     |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                 | X10         |
| 0.6207419803        | 100.00  | 0.00326499<br>0.00633256     | -0.00594573<br>0.00698978 | 0.00171338  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.02306258<br>0.00519532    | 0.01800782<br>-0.00200262 | 0.00255798  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00521850<br>-0.00931241   | 0.00168197<br>0.01460611  | 0.00262999  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00170971<br>-0.01058827   | 0.00889166<br>0.00725364  | -0.00780031 |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.00357176<br>-0.00787452    | -0.00264506<br>0.00192901 | 0.00988921  |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall f vs e Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for f vs e E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=1.5 N=815

| Statistic              | Value      | F        | Num DF | Den DF | Pr > F |
|------------------------|------------|----------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.61700136 | 202.6102 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.38299864 | 202.6102 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.62074198 | 202.6102 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.62074198 | 202.6102 | 5      | 1632   | 0.0001 |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for = trts nof E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                           |             |
|---------------------|---------|------------------------------|---------------------------|-------------|
|                     |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                 | X10         |
| 0.9602064057        | 97.72   | 0.00525504<br>0.00565414     | -0.00818367<br>0.00641995 | 0.00416199  |
| 0.0190152792        | 1.94    | -0.00443677<br>0.00378238    | 0.00934801<br>-0.00508555 | -0.00853065 |
| 0.0031595983        | 0.32    | -0.01745089<br>-0.00308444   | 0.01370900<br>0.01135254  | -0.00239579 |
| 0.0002379786        | 0.02    | -0.01167191<br>-0.00283219   | 0.00987282<br>-0.00164963 | 0.00870140  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00986858<br>0.01625184    | 0.00295863<br>-0.01112935 | 0.00186780  |

General Linear Models Procedure  
Multivariate Analysis of Variance  
Manova Test Criteria and F Approximations for  
the Hypothesis of no Overall = trts nof Effect

H = Contrast SS&CP Matrix for = trts nof E = Error SS&CP Matrix

| Statistic              | S=4<br>Value | M=0<br>F | N=815<br>Num DF | Den DF   | Pr > F |
|------------------------|--------------|----------|-----------------|----------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.49893518   | 63.1309  | 20              | 5413.682 | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.51189766   | 47.9890  | 20              | 6540     | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.98261926   | 80.1080  | 20              | 6522     | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.96020641   | 313.9875 | 5               | 1635     | 0.0001 |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for A VS B E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                            |             |
|---------------------|---------|------------------------------|----------------------------|-------------|
|                     |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                  | X10         |
| 0.0122119920        | 100.00  | 0.00868821<br>0.00741843     | -0.00604915<br>-0.00378094 | -0.00126666 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00367877<br>0.01255631    | -0.00535520<br>-0.00266261 | 0.00781123  |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.00357812<br>-0.00876918    | -0.00437311<br>0.01707352  | 0.00271028  |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.00066453<br>-0.00586640    | -0.00049352<br>-0.00214822 | 0.01024815  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.02198166<br>0.00198136    | 0.01907570<br>0.00224439   | -0.00021686 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall A VS B Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for A VS B E = Error SS&CP Matrix

| Statistic              | S=1 M=1.5 N=815 |        |  | Num DF | Den DF | Pr > F |
|------------------------|-----------------|--------|--|--------|--------|--------|
|                        | Value           | F      |  |        |        |        |
| Wilks' Lambda          | 0.98793534      | 3.9860 |  | 5      | 1632   | 0.0013 |
| Pillai's Trace         | 0.01206466      | 3.9860 |  | 5      | 1632   | 0.0013 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.01221199      | 3.9860 |  | 5      | 1632   | 0.0013 |
| Roy's Greatest Root    | 0.01221199      | 3.9860 |  | 5      | 1632   | 0.0013 |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for A VC C E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                           |            |
|---------------------|---------|------------------------------|---------------------------|------------|
|                     |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                 | X10        |
| 0.0867085031        | 100.00  | 0.00319251<br>0.00667247     | -0.00394294<br>0.00365121 | 0.00077700 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.02259848<br>0.00325947    | 0.01548176<br>0.00400640  | 0.00338858 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00228220<br>-0.00186761   | 0.00298544<br>-0.00673034 | 0.00825518 |

General Linear Models Procedure  
Multivariate Analysis of Variance

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for A VC C E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                            |            |
|---------------------|---------|------------------------------|----------------------------|------------|
|                     |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                  | X10        |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.00674893<br>0.00646012     | -0.01338123<br>-0.00112235 | 0.00903356 |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.00371701<br>-0.01508528    | -0.00230620<br>0.01570359  | 0.00363286 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall A VC C Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for A VC C E = Error SS&CP Matrix

| Statistic              | S=1 M=1.5 N=815 |         |  | Num DF | Den DF | Pr > F |
|------------------------|-----------------|---------|--|--------|--------|--------|
|                        | Value           | F       |  |        |        |        |
| Wilks' Lambda          | 0.92020997      | 28.3017 |  | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.07979003      | 28.3017 |  | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.08670850      | 28.3017 |  | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.08670850      | 28.3017 |  | 5      | 1632   | 0.0001 |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for A VS D E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                            |            |
|---------------------|---------|------------------------------|----------------------------|------------|
|                     |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                  | X10        |
| 0.1023524774        | 100.00  | 0.00350526<br>0.00671904     | -0.00434835<br>0.00406146  | 0.00052522 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.02201214<br>-0.00305119   | 0.01834631<br>0.00692508   | 0.00178489 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00442899<br>0.01029176    | -0.00352928<br>0.00064365  | 0.00148921 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00120969<br>0.00421010    | -0.00328272<br>-0.00657173 | 0.01206124 |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.00821924<br>-0.01224060    | -0.00835423<br>0.01464541  | 0.00488713 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall A VS D Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for A VS D E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=1.5 N=815

| Statistic              | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr > F |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.90715086 | 33.4078 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.09284914 | 33.4078 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.10235248 | 33.4078 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.10235248 | 33.4078 | 5      | 1632   | 0.0001 |

General Linear Models Procedure  
Multivariate Analysis of Variance

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for A VC E E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                            |             |
|---------------------|---------|------------------------------|----------------------------|-------------|
|                     |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                  | X10         |
| 0.5766724153        | 100.00  | 0.00531946<br>0.00606013     | -0.00768001<br>0.00559855  | 0.00343935  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.01316334<br>0.01462337    | 0.00968170<br>-0.01248990  | -0.00122999 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00262242<br>0.00455537    | -0.00543732<br>-0.00091097 | 0.01012122  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00568710<br>0.00295686    | 0.00270200<br>0.00723306   | -0.00684600 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.01856518<br>-0.00691885   | 0.01609153<br>0.00905836   | 0.00351971  |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall A VC E Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for A VC E E = Error SS&CP Matrix  
S=1 M=1.5 N=815

| Statistic              | Value      | F        | Num DF | Den DF | Pr > F |
|------------------------|------------|----------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.63424716 | 188.2259 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.36575284 | 188.2259 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.57667242 | 188.2259 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.57667242 | 188.2259 | 5      | 1632   | 0.0001 |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for B VS C E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                            |             |
|---------------------|---------|------------------------------|----------------------------|-------------|
|                     |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                  | X10         |
| 0.0392360115        | 100.00  | -0.00035602<br>0.00540129    | -0.00223885<br>0.00744172  | 0.00184802  |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.01164297<br>-0.01267158    | -0.01067740<br>0.01264425  | 0.00440604  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00327585<br>-0.00145653   | 0.00212465<br>-0.00455232  | 0.01030276  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00724625<br>0.00888812    | -0.00200828<br>-0.00124956 | 0.00675172  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.01966040<br>-0.00755447   | 0.01791518<br>0.00921959   | -0.00069009 |

General Linear Models Procedure  
Multivariate Analysis of Variance

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall B VS C Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for B VS C E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=1.5 N=815

| Statistic              | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr > F |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.96224533 | 12.8066 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.03775467 | 12.8066 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.03923601 | 12.8066 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.03923601 | 12.8066 | 5      | 1632   | 0.0001 |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for B VC D E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                           |             |
|---------------------|---------|------------------------------|---------------------------|-------------|
|                     |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                 | X10         |
| 0.0496722007        | 100.00  | 0.00062304<br>0.00564663     | -0.00305258<br>0.00739778 | 0.00133160  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00729119<br>-0.01418500   | 0.01068563<br>0.01343590  | -0.00413890 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00748845<br>-0.00343135   | 0.00552790<br>-0.00092678 | 0.01041181  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.01042147<br>0.00234541    | 0.00193917<br>0.00599517  | 0.00533551  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.01916305<br>0.00880678    | 0.01704997<br>-0.00710569 | -0.00438861 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall B VC D Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for B VC D E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=1.5 N=815

| Statistic              | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr > F |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.95267837 | 16.2130 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.04732163 | 16.2130 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.04967220 | 16.2130 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.04967220 | 16.2130 | 5      | 1632   | 0.0001 |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for B VS E E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                           |             |
|---------------------|---------|------------------------------|---------------------------|-------------|
|                     |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                 | X10         |
| 0.4014843054        | 100.00  | 0.00418492<br>0.00532279     | -0.00749616<br>0.00729843 | 0.00424718  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.02153192<br>0.00458164    | 0.01784067<br>-0.00290621 | 0.00251189  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00972365<br>-0.00387455   | 0.00699615<br>0.01212560  | -0.00461666 |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.00222955<br>-0.01525849    | 0.00415211<br>0.00972238  | -0.00099756 |

General Linear Models Procedure  
Multivariate Analysis of Variance

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for B VS E E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                           |            |
|----------------|---------|------------------------------|---------------------------|------------|
|                |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                 | X10        |
| 0.0000000000   | 0.00    | -0.00219063<br>-0.00554760   | -0.00280223<br>0.00439026 | 0.01133050 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall B VS E Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for B VS E E = Error SS&CP Matrix

| Statistic              | S=1        | M=1.5    | N=815  |        |        |  |
|------------------------|------------|----------|--------|--------|--------|--|
|                        | Value      | F        | Num DF | Den DF | Pr > F |  |
| Wilks' Lambda          | 0.71352922 | 131.0445 | 5      | 1632   | 0.0001 |  |
| Pillai's Trace         | 0.28647078 | 131.0445 | 5      | 1632   | 0.0001 |  |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.40148431 | 131.0445 | 5      | 1632   | 0.0001 |  |
| Roy's Greatest Root    | 0.40148431 | 131.0445 | 5      | 1632   | 0.0001 |  |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for C VC D E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                            |             |
|---------------------|---------|------------------------------|----------------------------|-------------|
|                     |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                  | X10         |
| 0.0020599528        | 100.00  | 0.00548984<br>0.00651755     | -0.00693659<br>0.00670780  | -0.00134089 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.01962585<br>-0.00394827   | 0.01926572<br>0.00657283   | -0.00303047 |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.00159991<br>-0.00195802    | -0.00068661<br>-0.00222293 | 0.00846673  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00849044<br>0.00140204    | -0.00017911<br>0.00615324  | 0.00960736  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00977224<br>0.01625011    | 0.00536029<br>-0.01383987  | 0.00026151  |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall C VC D Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for C VC D E = Error SS&CP Matrix

| Statistic              | S=1        | M=1.5  | N=815  |        |        |  |
|------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--|
|                        | Value      | F      | Num DF | Den DF | Pr > F |  |
| Wilks' Lambda          | 0.99794428 | 0.6724 | 5      | 1632   | 0.6444 |  |
| Pillai's Trace         | 0.00205572 | 0.6724 | 5      | 1632   | 0.6444 |  |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.00205995 | 0.6724 | 5      | 1632   | 0.6444 |  |
| Roy's Greatest Root    | 0.00205995 | 0.6724 | 5      | 1632   | 0.6444 |  |

General Linear Models Procedure  
Multivariate Analysis of Variance

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for C VS E E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                           |             |
|---------------------|---------|------------------------------|---------------------------|-------------|
|                     |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                 | X10         |
| 0.2065292096        | 100.00  | 0.00678547<br>0.00503577     | -0.01038801<br>0.00688299 | 0.00552979  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.02228648<br>0.00410004    | 0.01813953<br>0.00203844  | 0.00012924  |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.00191998<br>-0.01605598    | 0.00328791<br>0.01401231  | -0.00226307 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00624782<br>-0.00436278   | -0.00005670<br>0.00660855 | 0.00770587  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00006911<br>-0.00298921   | 0.00086810<br>-0.00556720 | 0.00894090  |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall C VS E Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for C VS E E = Error SS&CP Matrix

| Statistic              | S=1        | M=1.5   | N=815  |        |        |      |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|------|
|                        | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr > F | (12) |
| Wilks' Lambda          | 0.82882370 | 67.4111 | 5      | 1632   | 0.0001 |      |
| Pillai's Trace         | 0.17117630 | 67.4111 | 5      | 1632   | 0.0001 |      |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.20652921 | 67.4111 | 5      | 1632   | 0.0001 |      |
| Roy's Greatest Root    | 0.20652921 | 67.4111 | 5      | 1632   | 0.0001 |      |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for D VC E E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |                           |             |
|---------------------|---------|------------------------------|---------------------------|-------------|
|                     |         | X8<br>X12                    | X9<br>X13                 | X10         |
| 0.1435323618        | 100.00  | 0.00680993<br>0.00472040     | -0.01062584<br>0.00675232 | 0.00634348  |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.00744376<br>-0.01631569    | -0.00310487<br>0.00852712 | 0.00436848  |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.00461690<br>0.00570180    | 0.00116228<br>-0.01121767 | 0.00953792  |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.00205930<br>0.00085994     | 0.00406676<br>-0.00435532 | -0.00459667 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.02140362<br>-0.00248977   | 0.01755228<br>0.00770920  | 0.00190065  |

General Linear Models Procedure  
Multivariate Analysis of Variance

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall D VC E Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for D VC E E = Error SS&CP Matrix

| Statistic              | S=1        | M=1.5   | N=815  |        |        |      |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|------|
|                        | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr > F | (12) |
| Wilks' Lambda          | 0.87448334 | 46.8490 | 5      | 1632   | 0.0001 |      |
| Pillai's Trace         | 0.12551666 | 46.8490 | 5      | 1632   | 0.0001 |      |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.14353236 | 46.8490 | 5      | 1632   | 0.0001 |      |
| Roy's Greatest Root    | 0.14353236 | 46.8490 | 5      | 1632   | 0.0001 |      |

1982

| T=A   |          |     |           |            |            |            |
|-------|----------|-----|-----------|------------|------------|------------|
| N Obs | Variable | N   | Minimum   | Maximum    | Mean       | Std Dev    |
| 118   | X1       | 118 | 6.2000000 | 56.8000000 | 20.5050847 | 11.1998691 |
|       | X2       | 118 | 8.0000000 | 66.6000000 | 23.7398305 | 12.5682760 |
|       | X3       | 118 | 3.0000000 | 38.0000000 | 12.4661017 | 5.9795695  |
|       | X4       | 118 | 3.5000000 | 26.0000000 | 12.9084746 | 6.0382481  |
|       | X5       | 118 | 1.0000000 | 20.0000000 | 7.6364407  | 4.0000142  |

| T=B   |          |     |           |            |            |           |
|-------|----------|-----|-----------|------------|------------|-----------|
| N Obs | Variable | N   | Minimum   | Maximum    | Mean       | Std Dev   |
| 107   | X1       | 107 | 7.6000000 | 40.7000000 | 17.2943925 | 8.2540880 |
|       | X2       | 107 | 9.4000000 | 44.5000000 | 20.3056075 | 9.2982939 |
|       | X3       | 107 | 1.0000000 | 33.0000000 | 11.3177570 | 5.2532077 |
|       | X4       | 107 | 3.0000000 | 23.0000000 | 10.9551402 | 5.1465364 |
|       | X5       | 107 | 0.7000000 | 17.0000000 | 6.5757009  | 4.3507501 |

| T=C   |          |     |           |            |            |           |
|-------|----------|-----|-----------|------------|------------|-----------|
| N Obs | Variable | N   | Minimum   | Maximum    | Mean       | Std Dev   |
| 162   | X1       | 162 | 7.0000000 | 64.5000000 | 13.6475309 | 8.6419761 |
|       | X2       | 162 | 7.6000000 | 68.5000000 | 16.1753086 | 9.7092967 |
|       | X3       | 162 | 4.0000000 | 24.0000000 | 9.5987654  | 3.9128073 |
|       | X4       | 162 | 1.1000000 | 27.0000000 | 8.2938272  | 4.9087030 |
|       | X5       | 162 | 0.5000000 | 17.0000000 | 4.3753086  | 3.4680630 |

| T=D   |          |     |           |            |            |           |
|-------|----------|-----|-----------|------------|------------|-----------|
| N Obs | Variable | N   | Minimum   | Maximum    | Mean       | Std Dev   |
| 157   | X1       | 157 | 6.3000000 | 43.7000000 | 13.0668790 | 6.0736441 |
|       | X2       | 157 | 8.7000000 | 49.2000000 | 15.6433121 | 7.0891057 |
|       | X3       | 157 | 4.0000000 | 22.0000000 | 9.3821656  | 3.2315255 |
|       | X4       | 157 | 0.5000000 | 24.0000000 | 7.7684713  | 3.9800757 |
|       | X5       | 157 | 0.5000000 | 20.5000000 | 3.8566879  | 2.9546850 |

| T=E   |          |     |           |            |            |           |
|-------|----------|-----|-----------|------------|------------|-----------|
| N Obs | Variable | N   | Minimum   | Maximum    | Mean       | Std Dev   |
| 989   | X1       | 989 | 4.3000000 | 20.6000000 | 9.9654196  | 2.1115782 |
|       | X2       | 989 | 8.2000000 | 30.1000000 | 12.7693630 | 2.6270243 |
|       | X3       | 989 | 3.0000000 | 14.0000000 | 6.7310415  | 1.7216345 |
|       | X4       | 989 | 2.5000000 | 11.0000000 | 5.2580384  | 1.1296199 |
|       | X5       | 989 | 0.5000000 | 9.5000000  | 1.5202224  | 0.7146922 |

| T=F   |          |     |           |            |            |            |
|-------|----------|-----|-----------|------------|------------|------------|
| N Obs | Variable | N   | Minimum   | Maximum    | Mean       | Std Dev    |
| 119   | X1       | 119 | 4.5000000 | 48.6000000 | 19.7563025 | 10.4654528 |
|       | X2       | 119 | 8.1000000 | 52.7000000 | 22.9689076 | 12.0098388 |
|       | X3       | 119 | 2.0000000 | 27.0000000 | 11.4201681 | 4.6677687  |
|       | X4       | 119 | 5.0000000 | 28.0000000 | 13.2781513 | 5.9052140  |
|       | X5       | 119 | 1.0000000 | 20.0000000 | 8.2563025  | 4.7290419  |

1986

| N Obs | Variable | N   | Minimum   | Maximum    | Mean       | Std Dev    |
|-------|----------|-----|-----------|------------|------------|------------|
| T=A   |          |     |           |            |            |            |
|       | Y1       | 118 | 7.2000000 | 60.0000000 | 22.1542373 | 11.6491417 |
|       | Y2       | 118 | 9.0000000 | 76.4000000 | 25.5491525 | 13.4750022 |
|       | Y3       | 118 | 4.0000000 | 45.0000000 | 15.4745763 | 7.2155007  |
|       | Y4       | 118 | 5.0000000 | 28.0000000 | 14.8000000 | 6.2265766  |
|       | Y5       | 118 | 2.0000000 | 20.0000000 | 9.0644068  | 4.1339438  |
| T=B   |          |     |           |            |            |            |
| N Obs | Variable | N   | Minimum   | Maximum    | Mean       | Std Dev    |
|       | Y1       | 107 | 8.5000000 | 41.7000000 | 18.6691589 | 8.3993869  |
|       | Y2       | 107 | 9.7000000 | 46.5000000 | 21.6196262 | 9.6498454  |
|       | Y3       | 107 | 5.0000000 | 38.0000000 | 14.1682243 | 6.0430624  |
|       | Y4       | 107 | 3.5000000 | 29.5000000 | 12.7700935 | 5.5277553  |
|       | Y5       | 107 | 1.5000000 | 21.0000000 | 8.4252336  | 4.4688670  |
| T=C   |          |     |           |            |            |            |
| N Obs | Variable | N   | Minimum   | Maximum    | Mean       | Std Dev    |
|       | Y1       | 162 | 8.2000000 | 67.0000000 | 15.4506173 | 9.0702589  |
|       | Y2       | 162 | 9.0000000 | 71.2000000 | 17.8580247 | 10.2737967 |
|       | Y3       | 162 | 5.0000000 | 30.0000000 | 12.1543210 | 4.4212516  |
|       | Y4       | 162 | 3.5000000 | 27.0000000 | 10.2876543 | 5.1305293  |
|       | Y5       | 162 | 0.5000000 | 18.0000000 | 5.8802469  | 3.7735240  |
| T=D   |          |     |           |            |            |            |
| N Obs | Variable | N   | Minimum   | Maximum    | Mean       | Std Dev    |
|       | Y1       | 157 | 8.0000000 | 46.4000000 | 14.9840764 | 6.3653359  |
|       | Y2       | 157 | 9.2000000 | 53.7000000 | 17.3420382 | 7.5063232  |
|       | Y3       | 157 | 5.0000000 | 31.0000000 | 12.1528662 | 4.0701629  |
|       | Y4       | 157 | 4.0000000 | 25.0000000 | 9.5624204  | 3.8150245  |
|       | Y5       | 157 | 1.0000000 | 21.0000000 | 5.3031847  | 3.1322643  |
| T=E   |          |     |           |            |            |            |
| N Obs | Variable | N   | Minimum   | Maximum    | Mean       | Std Dev    |
|       | Y1       | 989 | 8.1000000 | 27.8000000 | 13.1354904 | 3.0728082  |
|       | Y2       | 989 | 9.6000000 | 32.3000000 | 15.6599899 | 3.7172099  |
|       | Y3       | 989 | 5.0000000 | 24.0000000 | 9.8513650  | 2.4114166  |
|       | Y4       | 989 | 3.0000000 | 12.0000000 | 7.4158746  | 1.2627571  |
|       | Y5       | 989 | 0.5000000 | 20.0000000 | 2.8239636  | 1.2416878  |
| T=F   |          |     |           |            |            |            |
| N Obs | Variable | N   | Minimum   | Maximum    | Mean       | Std Dev    |
|       | Y1       | 119 | 7.5000000 | 51.6000000 | 21.5638655 | 10.8481720 |
|       | Y2       | 119 | 9.5000000 | 54.3000000 | 25.0268908 | 12.5150804 |
|       | Y3       | 119 | 4.0000000 | 35.0000000 | 14.3193277 | 5.9374319  |
|       | Y4       | 119 | 6.6000000 | 29.3000000 | 15.3361345 | 5.9395362  |
|       | Y5       | 119 | 4.0000000 | 26.0000000 | 10.3344538 | 4.9319339  |

APENDICE 3. PROGRAMA PARA OBTENER EL MANOVA Y LOS CONTRASTES ESTABLECIDOS, EMPLEANDO LAS DIFERENCIAS PROPORCIONALES (1986 -1982/1982) DE LAS DOS REMEDICIONES 1982, 1986. ENSEGUIDA SE PRESENTAN LOS RESULTADOS DEL MANOVA DONDE SE APLICAN LAS MISMAS PRUEBAS DE HIPOTESIS ESTABLECIDAS PARA EL PRIMER OBJETIVO, UTILIZANDO LAS DIFERENCIAS PROPORCIONALES DE LAS VARIABLES X8, X9, X10, X12, X13 PARA LAS REMEDICIONES DE 1982 Y 1986. ADEMAS SE PRESENTAN LOS RESULTADOS DEL ANALISIS DE MEDIAS POR TRATAMIENTO PARA LAS MISMAS VARIABLES, ESTABLECIENDO DE ESTA MANERA LA 1er. FASE DEL SEGUNDO OBJETIVO.

```

data a;infile 'b:increp.sal';
input h c t $ dnp dtp gcp atp afp;
proc glm;classes h c t;
model dnp dtp gcp atp afp=h c t;
contrast 'a vs f' t 1 0 0 0 0 -1;
contrast 'b vs f' t 0 1 0 0 0 -1;
contrast 'c vs f' t 0 0 1 0 0 -1;
contrast 'd vs f' t 0 0 0 1 0 -1;
contrast 'e vs f' t 0 0 0 0 1 -1;
CONTRAST 'TRTS NOF' T 1 -1 0 0 0 0,
               T 0 1 -1 0 0 0,
               T 0 0 1 -1 0 0,
               T 0 0 0 1 -1 0;
contrast 'b vs a' t 1 -1 0 0 0 0;
contrast 'c vs a' t 1 0 -1 0 0 0;
contrast 'd vs a' t 1 0 0 -1 0 0;
contrast 'e vs a' t 1 0 0 0 -1 0;
contrast 'c vs b' t 0 1 -1 0 0 0;
contrast 'd vs b' t 0 1 0 -1 0 0;
contrast 'e vs b' t 0 1 0 0 -1 0;
contrast 'd vs c' t 0 0 1 -1 0 0;
contrast 'e vs c' t 0 0 1 0 -1 0;
contrast 'e vs d' t 0 0 0 1 -1 0;
manova h=t;
proc sort;by t;
proc means;by t;var dnp dtp gcp atp afp;
run;
  
```

## SAS

General Linear Models Procedure  
Class Level Information

| Class | Levels | Values      |
|-------|--------|-------------|
| H     | 6      | 1 2 3 4 5 6 |
| C     | 6      | 1 2 3 4 5 6 |
| T     | 6      | A B C D E F |

Number of observations in data set = 1652

General Linear Models Procedure  
Multivariate Analysis of Variance

Manova Test Criteria and F Approximations for  
the Hypothesis of no Overall T Effect  
H = Type III SS&CP Matrix for T E = Error SS&CP Matrix

S=5 M=-0.5 N=815

| Statistic              | Value      | F        | Num DF | Den DF   | Pr > F |
|------------------------|------------|----------|--------|----------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.62103501 | 33.1874  | 25     | 6064.113 | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.38624502 | 27.3919  | 25     | 8180     | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.59854972 | 39.0350  | 25     | 8152     | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.57865834 | 189.3370 | 5      | 1636     | 0.0001 |

NOTE: F Statistic for Roy's Greatest Root is an upper bound.

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall a vs f Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for a vs f E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=1.5 N=815

| Statistic              | Value      | F      | Num DF | Den DF | Pr > F |
|------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.99937262 | 0.2049 | 5      | 1632   | 0.9605 |
| Pillai's Trace         | 0.00062738 | 0.2049 | 5      | 1632   | 0.9605 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.00062777 | 0.2049 | 5      | 1632   | 0.9605 |
| Roy's Greatest Root    | 0.00062777 | 0.2049 | 5      | 1632   | 0.9605 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall b vs f Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for b vs f E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=1.5 N=815

| Statistic              | Value      | F      | Num DF | Den DF | Pr > F |
|------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.99212427 | 2.5910 | 5      | 1632   | 0.0242 |
| Pillai's Trace         | 0.00787573 | 2.5910 | 5      | 1632   | 0.0242 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.00793825 | 2.5910 | 5      | 1632   | 0.0242 |
| Roy's Greatest Root    | 0.00793825 | 2.5910 | 5      | 1632   | 0.0242 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall c vs f Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for c vs f E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=1.5 N=815

| Statistic              | Value      | F      | Num DF | Den DF | Pr > F |
|------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.97909249 | 6.9699 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.02090751 | 6.9699 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.02135397 | 6.9699 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.02135397 | 6.9699 | 5      | 1632   | 0.0001 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall d vs f Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for d vs f E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=1.5 N=815

| Statistic              | Value      | F      | Num DF | Den DF | Pr > F |
|------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.97459164 | 8.5095 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.02540836 | 8.5095 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.02607077 | 8.5095 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.02607077 | 8.5095 | 5      | 1632   | 0.0001 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall e vs f Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for e vs f E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=1.5 N=815

| Statistic              | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr > F |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.81807619 | 72.5848 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.18192381 | 72.5848 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.22238003 | 72.5848 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.22238003 | 72.5848 | 5      | 1632   | 0.0001 |

Manova Test Criteria and F Approximations for  
the Hypothesis of no Overall TRTS NOF Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for TRTS NOF E = Error SS&CP Matrix

S=4 M=0 N=815

| Statistic              | Value      | F        | Num DF | Den DF   | Pr > F |
|------------------------|------------|----------|--------|----------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.66046775 | 36.0623  | 20     | 5413.682 | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.34505690 | 30.8715  | 20     | 6540     | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.50574304 | 41.2307  | 20     | 6522     | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.48887548 | 159.8623 | 5      | 1635     | 0.0001 |

NOTE: F Statistic for Roy's Greatest Root is an upper bound.

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall b vs a Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for b vs a E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=1.5 N=815

| Statistic              | Value      | F      | Num DF | Den DF | Pr > F |
|------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.99262716 | 2.4244 | 5      | 1632   | 0.0336 |
| Pillai's Trace         | 0.00737284 | 2.4244 | 5      | 1632   | 0.0336 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.00742760 | 2.4244 | 5      | 1632   | 0.0336 |
| Roy's Greatest Root    | 0.00742760 | 2.4244 | 5      | 1632   | 0.0336 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall c vs a Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for c vs a E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=1.5 N=815

| Statistic              | Value      | F      | Num DF | Den DF | Pr > F |
|------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.97536497 | 8.2440 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.02463503 | 8.2440 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.02525724 | 8.2440 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.02525724 | 8.2440 | 5      | 1632   | 0.0001 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall d vs a Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for d vs a E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=1.5 N=815

| Statistic              | Value      | F      | Num DF | Den DF | Pr > F |
|------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.97290125 | 9.0914 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.02709875 | 9.0914 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.02785355 | 9.0914 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.02785355 | 9.0914 | 5      | 1632   | 0.0001 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall e vs a Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for e vs a E = Error SS&CP Matrix

| S=1 M=1.5 N=815        |            |         |        |        |        |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|
| Statistic              | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr > F |
| Wilks' Lambda          | 0.79637373 | 83.4578 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.20362627 | 83.4578 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.25569185 | 83.4578 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.25569185 | 83.4578 | 5      | 1632   | 0.0001 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall c vs b Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for c vs b E = Error SS&CP Matrix

| S=1 M=1.5 N=815        |            |        |        |        |        |
|------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| Statistic              | Value      | F      | Num DF | Den DF | Pr > F |
| Wilks' Lambda          | 0.97422061 | 8.6371 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.02577939 | 8.6371 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.02646156 | 8.6371 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.02646156 | 8.6371 | 5      | 1632   | 0.0001 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall d vs b Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for d vs b E = Error SS&CP Matrix

| S=1 M=1.5 N=815        |            |        |        |        |        |
|------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| Statistic              | Value      | F      | Num DF | Den DF | Pr > F |
| Wilks' Lambda          | 0.97186373 | 9.4496 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.02813627 | 9.4496 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.02895084 | 9.4496 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.02895084 | 9.4496 | 5      | 1632   | 0.0001 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall e vs b Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for e vs b E = Error SS&CP Matrix

| S=1 M=1.5 N=815        |            |         |        |        |        |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|
| Statistic              | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr > F |
| Wilks' Lambda          | 0.81591838 | 73.6400 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.18408162 | 73.6400 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.22561278 | 73.6400 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.22561278 | 73.6400 | 5      | 1632   | 0.0001 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall d vs c Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for d vs c E = Error SS&CP Matrix

| S=1 M=1.5 N=815        |            |        |        |        |        |
|------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| Statistic              | Value      | F      | Num DF | Den DF | Pr > F |
| Wilks' Lambda          | 0.99694628 | 0.9998 | 5      | 1632   | 0.4164 |
| Pillai's Trace         | 0.00305372 | 0.9998 | 5      | 1632   | 0.4164 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.00306307 | 0.9998 | 5      | 1632   | 0.4164 |
| Roy's Greatest Root    | 0.00306307 | 0.9998 | 5      | 1632   | 0.4164 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall e vs c Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for e vs c E = Error SS&CP Matrix

| S=1 M=1.5 N=815        |            |         |        |        |        |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|
| Statistic              | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr > F |
| Wilks' Lambda          | 0.89970654 | 36.3850 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.10029346 | 36.3850 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.11147353 | 36.3850 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.11147353 | 36.3850 | 5      | 1632   | 0.0001 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall e vs d Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for e vs d E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=1.5 N=815

| Statistic              | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr > F |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.90831097 | 32.9483 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.09168903 | 32.9483 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.10094454 | 32.9483 | 5      | 1632   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.10094454 | 32.9483 | 5      | 1632   | 0.0001 |

T=A

| N Obs | Variable | N   | Minimum | Maximum    | Mean      | Std Dev   |
|-------|----------|-----|---------|------------|-----------|-----------|
| 118   | IDN      | 118 | 0       | 0.5372549  | 0.0944887 | 0.0768152 |
|       | IDT      | 118 | 0       | 0.4416404  | 0.0796128 | 0.0669321 |
|       | IGC      | 118 | 0       | 1.6666667  | 0.2823373 | 0.3119388 |
|       | IAT      | 118 | 0       | 0.7142857  | 0.1785920 | 0.1367409 |
|       | IAF      | 118 | 0       | 10.0000000 | 0.3896690 | 1.2117312 |

T=B

| N Obs | Variable | N   | Minimum | Maximum    | Mean      | Std Dev   |
|-------|----------|-----|---------|------------|-----------|-----------|
| 107   | IDN      | 107 | 0       | 0.2711864  | 0.0937560 | 0.0622397 |
|       | IDT      | 107 | 0       | 0.3276836  | 0.0702180 | 0.0611827 |
|       | IGC      | 107 | 0       | 13.0000000 | 0.4019990 | 1.2814704 |
|       | IAT      | 107 | 0       | 0.8181818  | 0.1965745 | 0.1649978 |
|       | IAF      | 107 | 0       | 10.2500000 | 0.8092363 | 2.1721092 |

T=C

| N Obs | Variable | N   | Minimum | Maximum    | Mean      | Std Dev   |
|-------|----------|-----|---------|------------|-----------|-----------|
| 162   | IDN      | 162 | 0       | 0.4592593  | 0.1523975 | 0.0879751 |
|       | IDT      | 162 | 0       | 0.4705882  | 0.1135458 | 0.0724563 |
|       | IGC      | 162 | 0       | 1.5000000  | 0.3056761 | 0.2675668 |
|       | IAT      | 162 | 0       | 6.7272727  | 0.3237777 | 0.5358560 |
|       | IAF      | 162 | 0       | 12.0000000 | 0.6866803 | 1.5619566 |

T=D

| N Obs | Variable | N   | Minimum   | Maximum    | Mean      | Std Dev   |
|-------|----------|-----|-----------|------------|-----------|-----------|
| 157   | IDN      | 157 | 0.0095238 | 0.4666667  | 0.1658239 | 0.1056623 |
|       | IDT      | 157 | 0         | 0.4395604  | 0.1179616 | 0.0766514 |
|       | IGC      | 157 | 0         | 1.2000000  | 0.3227769 | 0.2678109 |
|       | IAT      | 157 | 0         | 14.0000000 | 0.4464593 | 1.4110697 |
|       | IAF      | 157 | 0         | 11.0000000 | 0.6085400 | 1.1055045 |

T=E

| N Obs | Variable | N   | Minimum | Maximum    | Mean      | Std Dev   |
|-------|----------|-----|---------|------------|-----------|-----------|
| 989   | IDN      | 989 | 0       | 1.4651163  | 0.3191731 | 0.1415279 |
|       | IDT      | 989 | 0       | 1.0727273  | 0.2236880 | 0.1146628 |
|       | IGC      | 989 | 0       | 3.3333333  | 0.5087196 | 0.3826815 |
|       | IAT      | 989 | 0       | 1.5000000  | 0.4405507 | 0.2373029 |
|       | IAF      | 989 | 0       | 15.0000000 | 1.1721340 | 1.3589552 |

T=F

| N Obs | Variable | N   | Minimum   | Maximum    | Mean      | Std Dev   |
|-------|----------|-----|-----------|------------|-----------|-----------|
| 119   | IDN      | 119 | 0.0101010 | 0.6666667  | 0.1103286 | 0.0872130 |
|       | IDT      | 119 | 0.0043573 | 0.2949640  | 0.1024405 | 0.0619214 |
|       | IGC      | 119 | 0         | 6.0000000  | 0.3167876 | 0.6054494 |
|       | IAT      | 119 | 0         | 0.6363636  | 0.1928469 | 0.1429481 |
|       | IAF      | 119 | 0         | 10.0000000 | 0.4761639 | 1.0546419 |

APENDICE 4. PROGRAMA PARA OBTENER EL MANOVA Y LOS CONTRASTES ESTABLECIDOS PARA EL AB PROPORCIONAL Y LA VARIABLE COMBINADA PARA LA FUNCION DE VOLUMEN. ENSEGUIDA SE PRESENTAN LOS RESULTADOS RESPECTO A LA 3a.FASE DEL MANOVA APLICANDO LAS MISMAS PRUEBAS DE HIPOTESIS Y CONTRASTES ESTABLECIDOS ANTERIORMENTE, UTILIZANDO LOS DATOS DEL AREA BASAL PROPORCIONAL(ABp) Y LA VARIABLE COMBINADA PROPORCIONAL (VCp) PARA LAS REMEDIACIONES DE 1982 Y 1986. TAMBIEN SE PRESENTAN LOS RESULTADOS DEL ANALISIS DE MEDIAS DE LAS MENCIONADAS VARIABLES.

```
data a;infile 'b:inabvcpl.res';
input h c t $ abp vcp;
proc glm;classes h c t;
model abp vcp=h c t;
contrast 'a vs f' t 1 0 0 0 0 -1;
contrast 'b vs f' t 0 1 0 0 0 -1;
contrast 'c vs f' t 0 0 1 0 0 -1;
contrast 'd vs f' t 0 0 0 1 0 -1;
contrast 'e vs f' t 0 0 0 0 1 -1;
CONTRAST 'TRTS NOF' T 1 -1 0 0 0 0,
              T 0 1 -1 0 0 0,
              T 0 0 1 -1 0 0,
              T 0 0 0 1 -1 0;
contrast 'b vs a' t 1 -1 0 0 0 0;
contrast 'c vs a' t 1 0 -1 0 0 0;
contrast 'd vs a' t 1 0 0 -1 0 0;
contrast 'e vs a' t 1 0 0 0 -1 0;
contrast 'c vs b' t 0 1 -1 0 0 0;
contrast 'd vs b' t 0 1 0 -1 0 0;
contrast 'e vs b' t 0 1 0 0 -1 0;
contrast 'd vs c' t 0 0 1 -1 0 0;
contrast 'e vs c' t 0 0 1 0 -1 0;
contrast 'e vs d' t 0 0 0 1 -1 0;
manova h=t;
proc sort;by t;
proc means;by t;var abp vcp;
run;
```

```
General Linear Models Procedure
Class Level Information
Class      Levels      Values

H           6          1 2 3 4 5 6
C           6          1 2 3 4 5 6
T           6          A B C D E F
Number of observations in data set = 1652
```

## General Linear Models Procedure

Dependent Variable: ABP

| Source          | DF   | Sum of Squares | Mean Square | F Value |
|-----------------|------|----------------|-------------|---------|
| Model           | 15   | 115.4469145    | 7.6964610   | 73.93   |
| Error           | 1636 | 170.3119567    | 0.1041027   |         |
| Corrected Total | 1651 | 285.7588712    |             |         |

|          |          |          |      |
|----------|----------|----------|------|
| R-Square | C.V.     | Root MSE | AB   |
| 0.404001 | 56.79818 | 0.322649 | 0.56 |

| Source | DF | Type I SS   | Mean Square | F Value |
|--------|----|-------------|-------------|---------|
| H      | 5  | 20.50818507 | 4.10163701  | 39.40   |
| C      | 5  | 26.62413566 | 5.32482713  | 51.15   |
| T      | 5  | 68.31459378 | 13.66291876 | 131.24  |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value |
|--------|----|-------------|-------------|---------|
| H      | 5  | 9.64203418  | 1.92840684  | 18.52   |
| C      | 5  | 4.18154344  | 0.83630869  | 8.03    |
| T      | 5  | 68.31459378 | 13.66291876 | 131.24  |

| Contrast | DF | Contrast SS | Mean Square | F Value |
|----------|----|-------------|-------------|---------|
| a vs f   | 1  | 0.02644171  | 0.02644171  | 0.25    |
| b vs f   | 1  | 0.02570626  | 0.02570626  | 0.25    |
| c vs f   | 1  | 2.05576423  | 2.05576423  | 19.75   |
| d vs f   | 1  | 2.13923364  | 2.13923364  | 20.55   |
| e vs f   | 1  | 25.58993367 | 25.58993367 | 245.81  |
| TRTS NOF | 4  | 58.02606047 | 14.50651512 | 139.35  |
| b vs a   | 1  | 0.00001249  | 0.00001249  | 0.00    |
| c vs a   | 1  | 2.47746440  | 2.47746440  | 23.80   |
| d vs a   | 1  | 2.48358055  | 2.48358055  | 23.86   |
| e vs a   | 1  | 29.04785644 | 29.04785644 | 279.03  |
| c vs b   | 1  | 2.35399230  | 2.35399230  | 22.61   |
| d vs b   | 1  | 2.28139386  | 2.28139386  | 21.91   |
| e vs b   | 1  | 26.90501434 | 26.90501434 | 258.45  |
| d vs c   | 1  | 0.00459045  | 0.00459045  | 0.04    |
| e vs c   | 1  | 13.51493966 | 13.51493966 | 129.82  |
| e vs d   | 1  | 11.13582424 | 11.13582424 | 106.97  |

## General Linear Models Procedure

Dependent Variable: VCP

| Source          | DF   | Sum of Squares | Mean Square | F Value |
|-----------------|------|----------------|-------------|---------|
| Model           | 15   | 527.9428617    | 35.1961908  | 35.20   |
| Error           | 1636 | 1635.8389295   | 0.9999015   |         |
| Corrected Total | 1651 | 2163.7817912   |             |         |

|          |          |          |      |
|----------|----------|----------|------|
| R-Square | C.V.     | Root MSE | VC   |
| 0.243991 | 82.90745 | 0.999951 | 1.20 |

| Source   | DF | Type I SS   | Mean Square | F Value |
|----------|----|-------------|-------------|---------|
| H        | 5  | 112.9986334 | 22.5997267  | 22.60   |
| C        | 5  | 102.8339677 | 20.5667935  | 20.57   |
| T        | 5  | 312.1102606 | 62.4220521  | 62.43   |
| Source   | DF | Type III SS | Mean Square | F Value |
| H        | 5  | 33.7769398  | 6.7553880   | 6.76    |
| C        | 5  | 39.0858907  | 7.8171781   | 7.82    |
| T        | 5  | 312.1102606 | 62.4220521  | 62.43   |
| Contrast | DF | Contrast SS | Mean Square | F Value |
| a vs f   | 1  | 0.0040476   | 0.0040476   | 0.00    |
| b vs f   | 1  | 0.2972053   | 0.2972053   | 0.30    |
| c vs f   | 1  | 17.1452287  | 17.1452287  | 17.15   |
| d vs f   | 1  | 31.3871052  | 31.3871052  | 31.39   |
| e vs f   | 1  | 134.5069944 | 134.5069944 | 134.52  |
| TRTS NOF | 4  | 246.1330160 | 61.5332540  | 61.54   |
| b vs a   | 1  | 0.2428201   | 0.2428201   | 0.24    |
| c vs a   | 1  | 15.9442049  | 15.9442049  | 15.95   |
| d vs a   | 1  | 28.6299485  | 28.6299485  | 28.63   |
| e vs a   | 1  | 138.8619503 | 138.8619503 | 138.88  |
| c vs b   | 1  | 11.4085876  | 11.4085876  | 11.41   |
| d vs b   | 1  | 21.5063843  | 21.5063843  | 21.51   |
| e vs b   | 1  | 114.4569509 | 114.4569509 | 114.47  |
| d vs c   | 1  | 3.0230648   | 3.0230648   | 3.02    |
| e vs c   | 1  | 53.0305593  | 53.0305593  | 53.04   |
| e vs d   | 1  | 22.8677048  | 22.8677048  | 22.87   |

### Multivariate Analysis of Variance

Characteristic Roots and Vectors of:  $E^{-1}H$ , where  
 $H$  = Type III SS&CP Matrix for T     $E$  = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector | $V'EV=1$   |
|---------------------|---------|-----------------------|------------|
|                     |         | ABP                   | VCP        |
| 0.4081892483        | 98.38   | 0.06882780            | 0.00400634 |
| 0.0067160513        | 1.62    | -0.06333481           | 0.02991300 |

Manova Test Criteria and F Approximations for  
the Hypothesis of no Overall T Effect  
 $H$  = Type III SS&CP Matrix for T     $E$  = Error SS&CP Matrix

S=2    M=1    N=816.5

| Statistic              | Value      | F        | Num DF | Den DF | Pr     |
|------------------------|------------|----------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.70539436 | 62.3425  | 10     | 3270   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.29653942 | 56.9592  | 10     | 3272   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.41490530 | 67.7955  | 10     | 3268   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.40818925 | 133.5595 | 5      | 1636   | 0.0001 |

NOTE: F Statistic for Roy's Greatest Root is an upper bound.

NOTE: F Statistic for Wilks' Lambda is exact.

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for a vs f E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |             |
|---------------------|---------|------------------------------|-------------|
|                     |         | ABP                          | VCP         |
| 0.0002685072        | 100.00  | 0.09310180                   | -0.01960049 |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.00897877                   | 0.02294906  |

#### General Linear Models Procedure Multivariate Analysis of Variance

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall a vs f Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for a vs f E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=0 N=816.5

|                        |            |        |   |      |        |
|------------------------|------------|--------|---|------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.99973156 | 0.2195 | 2 | 1635 | 0.7322 |
| Pillai's Trace         | 0.00026844 | 0.2195 | 2 | 1635 | 0.7322 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.00026851 | 0.2195 | 2 | 1635 | 0.7322 |
| Roy's Greatest Root    | 0.00026851 | 0.2195 | 2 | 1635 | 0.7322 |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for b vs f E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |            |
|---------------------|---------|------------------------------|------------|
|                     |         | ABP                          | VCP        |
| 0.0007785864        | 100.00  | -0.08189676                  | 0.02709730 |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.04518279                   | 0.01328814 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall b vs f Effect

H = Contrast SS&CP Matrix for b vs f    E = Error SS&CP Matrix

S=1    M=0    N=816.5

| Statistic              | Value      | F      | Num DF | Den DF | Pr     |
|------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.99922202 | 0.6365 | 2      | 1635   | 0.7698 |
| Pillai's Trace         | 0.00077798 | 0.6365 | 2      | 1635   | 0.7698 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.00077859 | 0.6365 | 2      | 1635   | 0.7698 |
| Roy's Greatest Root    | 0.00077859 | 0.6365 | 2      | 1635   | 0.7698 |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for c vs f    E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |            |
|---------------------|---------|------------------------------|------------|
|                     |         | ABP                          | VCP        |
| 0.0143804375        | 100.00  | 0.04870609                   | 0.01209559 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.07985162                  | 0.02765023 |

#### General Linear Models Procedure Multivariate Analysis of Variance

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall c vs f Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for c vs f    E = Error SS&CP Matrix

S=1    M=0    N=816.5

|                        |            |         |   |      |        |
|------------------------|------------|---------|---|------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.98582343 | 11.7560 | 2 | 1635 | 0.0560 |
| Pillai's Trace         | 0.01417657 | 11.7560 | 2 | 1635 | 0.0560 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.01438044 | 11.7560 | 2 | 1635 | 0.0560 |
| Roy's Greatest Root    | 0.01438044 | 11.7560 | 2 | 1635 | 0.0560 |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for d vs f    E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |            |
|---------------------|---------|------------------------------|------------|
|                     |         | ABP                          | VCP        |
| 0.0207745987        | 100.00  | 0.02585535                   | 0.01897709 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.08988918                  | 0.02346718 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall d vs f Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for d vs f    E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=0 N=816.5

| Statistic              | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr     |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.97964820 | 16.9832 | 2      | 1635   | 0.0002 |
| Pillai's Trace         | 0.02035180 | 16.9832 | 2      | 1635   | 0.0002 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.02077460 | 16.9832 | 2      | 1635   | 0.0002 |
| Roy's Greatest Root    | 0.02077460 | 16.9832 | 2      | 1635   | 0.0002 |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for e vs f E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |            |
|---------------------|---------|------------------------------|------------|
|                     |         | ABP                          | VCP        |
| 0.1564448983        | 100.00  | 0.06442399                   | 0.00600401 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.06780939                  | 0.02957686 |

# General Linear Models Procedure Multivariate Analysis of Variance

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall e vs f Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for e vs f E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=0 N=816.5

|                        |            |          |   |      |        |
|------------------------|------------|----------|---|------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.86471911 | 127.8937 | 2 | 1635 | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.13528089 | 127.8937 | 2 | 1635 | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.15644490 | 127.8937 | 2 | 1635 | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.15644490 | 127.8937 | 2 | 1635 | 0.0001 |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for TRTS NOF E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |            |
|---------------------|---------|------------------------------|------------|
|                     |         | ABP                          | VCP        |
| 0.3443220755        | 98.62   | 0.07068007                   | 0.00311538 |
| 0.0048303232        | 1.38    | -0.06126085                  | 0.03001888 |

Manova Test Criteria and F Approximations for  
the Hypothesis of no Overall TRTS NOF Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for TRTS NOF E = Error SS&CP Matrix

S=2 M=0.5 N=816.5

| Statistic              | Value      | F        | Num DF | Den DF | Pr     |
|------------------------|------------|----------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.74029350 | 66.3180  | 8      | 3270   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.26093774 | 61.3684  | 8      | 3272   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.34915240 | 71.3144  | 8      | 3268   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.34432208 | 140.8277 | 4      | 1636   | 0.0001 |

NOTE: F Statistic for Roy's Greatest Root is an upper bound.  
NOTE: F Statistic for Wilks' Lambda is exact.

# General Linear Models Procedure Multivariate Analysis of Variance

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for b vs a E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |            |
|---------------------|---------|------------------------------|------------|
|                     |         | ABP                          | VCP        |
| 0.0002269179        | 100.00  | -0.05500652                  | 0.03017522 |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.07564950                   | 0.00054260 |

the Hypothesis of no Overall b vs a Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for b vs a E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=0 N=816.5

| Statistic              | Value      | F      | Num DF | Den DF | Pr     |
|------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.99977313 | 0.1855 | 2      | 1635   | 0.9435 |
| Pillai's Trace         | 0.00022687 | 0.1855 | 2      | 1635   | 0.9435 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.00022692 | 0.1855 | 2      | 1635   | 0.9435 |
| Roy's Greatest Root    | 0.00022692 | 0.1855 | 2      | 1635   | 0.9435 |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for c vs a E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |            |
|---------------------|---------|------------------------------|------------|
|                     |         | ABP                          | VCP        |
| 0.0158487134        | 100.00  | 0.05803690                   | 0.00865055 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.07335041                  | 0.02891378 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall c vs a Effect

H = Contrast SS&CP Matrix for c vs a    E = Error SS&CP Matrix

S=1    M=0    N=816.5

| Statistic              | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr     |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.98439855 | 12.9563 | 2      | 1635   | 0.0251 |
| Pillai's Trace         | 0.01560145 | 12.9563 | 2      | 1635   | 0.0251 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.01584871 | 12.9563 | 2      | 1635   | 0.0251 |
| Roy's Greatest Root    | 0.01584871 | 12.9563 | 2      | 1635   | 0.0251 |

General Linear Models Procedure  
Multivariate Analysis of Variance

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for d vs a    E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |            |
|---------------------|---------|------------------------------|------------|
|                     |         | ABP                          | VCP        |
| 0.0205046269        | 100.00  | 0.03579443                   | 0.01621930 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.08641367                  | 0.02545138 |

the Hypothesis of no Overall d vs a Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for d vs a    E = Error SS&CP Matrix

S=1    M=0    N=816.5

| Statistic              | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr     |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.97990737 | 16.7625 | 2      | 1635   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.02009263 | 16.7625 | 2      | 1635   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.02050463 | 16.7625 | 2      | 1635   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.02050463 | 16.7625 | 2      | 1635   | 0.0001 |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for e vs a    E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |            |
|---------------------|---------|------------------------------|------------|
|                     |         | ABP                          | VCP        |
| 0.1749864909        | 100.00  | 0.06711608                   | 0.00480183 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.06514596                  | 0.02979565 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall e vs a Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for e vs a    E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=0 N=816.5

| Statistic              | Value      | F        | Num DF | Den DF | Pr     |
|------------------------|------------|----------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.85107361 | 143.0515 | 2      | 1635   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.14892639 | 143.0515 | 2      | 1635   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.17498649 | 143.0515 | 2      | 1635   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.17498649 | 143.0515 | 2      | 1635   | 0.0001 |

General Linear Models Procedure  
Multivariate Analysis of Variance

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for c vs b E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |            |
|---------------------|---------|------------------------------|------------|
|                     |         | ABP                          | VCP        |
| 0.0142075180        | 100.00  | 0.06673897                   | 0.00497371 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.06553223                  | 0.02976744 |

the Hypothesis of no Overall c vs b Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for c vs b E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=0 N=816.5

| Statistic              | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr     |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.98599151 | 11.6146 | 2      | 1635   | 0.0008 |
| Pillai's Trace         | 0.01400849 | 11.6146 | 2      | 1635   | 0.0008 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.01420752 | 11.6146 | 2      | 1635   | 0.0008 |
| Roy's Greatest Root    | 0.01420752 | 11.6146 | 2      | 1635   | 0.0008 |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for d vs b E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |            |
|---------------------|---------|------------------------------|------------|
|                     |         | ABP                          | VCP        |
| 0.0168698351        | 100.00  | 0.04393893                   | 0.01369646 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.08257078                  | 0.02689322 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall d vs b Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for d vs b E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=0 N=816.5

| Statistic              | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr     |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.98341003 | 13.7911 | 2      | 1635   | 0.0003 |
| Pillai's Trace         | 0.01658997 | 13.7911 | 2      | 1635   | 0.0003 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.01686984 | 13.7911 | 2      | 1635   | 0.0003 |
| Roy's Greatest Root    | 0.01686984 | 13.7911 | 2      | 1635   | 0.0003 |

General Linear Models Procedure  
Multivariate Analysis of Variance

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for e vs b E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |            |
|---------------------|---------|------------------------------|------------|
|                     |         | ABP                          | VCP        |
| 0.1599696226        | 100.00  | 0.07015748                   | 0.00337010 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.06185865                  | 0.02999135 |

the Hypothesis of no Overall e vs b Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for e vs b E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=0 N=816.5

| Statistic              | Value      | F        | Num DF | Den DF | Pr     |
|------------------------|------------|----------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.86209154 | 130.7752 | 2      | 1635   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.13790846 | 130.7752 | 2      | 1635   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.15996962 | 130.7752 | 2      | 1635   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.15996962 | 130.7752 | 2      | 1635   | 0.0001 |

Characteristic Roots and Vectors of: E Inverse \* H, where  
H = Contrast SS&CP Matrix for d vs c E = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector V'EV=1 |             |
|---------------------|---------|------------------------------|-------------|
|                     |         | ABP                          | VCP         |
| 0.0024122920        | 100.00  | -0.04523737                  | 0.03001102  |
| 0.0000000000        | 0.00    | 0.08186663                   | -0.00319015 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall d vs c Effect  
H = Contrast SS&CP Matrix for d vs c E = Error SS&CP Matrix

S=1 M=0 N=816.5

| Statistic | Value | F | Num DF | Den DF | Pr |
|-----------|-------|---|--------|--------|----|
|-----------|-------|---|--------|--------|----|

|                        |            |        |   |      |        |
|------------------------|------------|--------|---|------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.99759351 | 1.9720 | 2 | 1635 | 0.0181 |
| Pillai's Trace         | 0.00240649 | 1.9720 | 2 | 1635 | 0.0181 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.00241229 | 1.9720 | 2 | 1635 | 0.0181 |
| Roy's Greatest Root    | 0.00241229 | 1.9720 | 2 | 1635 | 0.0181 |

General Linear Models Procedure  
Multivariate Analysis of Variance

Characteristic Roots and Vectors of:  $E \text{ Inverse} * H$ , where  
 $H$  = Contrast SS&CP Matrix for e vs c     $E$  = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector $V'EV=1$ |            |
|---------------------|---------|--------------------------------|------------|
|                     |         | ABP                            | VCP        |
| 0.0798644196        | 100.00  | 0.07209309                     | 0.00241266 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.05959153                    | 0.03008351 |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall e vs c Effect  
 $H$  = Contrast SS&CP Matrix for e vs c     $E$  = Error SS&CP Matrix

S=1    M=0    N=816.5

| Statistic              | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr     |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.92604218 | 65.2892 | 2      | 1635   | 0.0001 |
| Pillai's Trace         | 0.07395782 | 65.2892 | 2      | 1635   | 0.0001 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.07986442 | 65.2892 | 2      | 1635   | 0.0001 |
| Roy's Greatest Root    | 0.07986442 | 65.2892 | 2      | 1635   | 0.0001 |

Characteristic Roots and Vectors of:  $E \text{ Inverse} * H$ , where  
 $H$  = Contrast SS&CP Matrix for e vs d     $E$  = Error SS&CP Matrix

| Characteristic Root | Percent | Characteristic Vector $V'EV=1$ |             |
|---------------------|---------|--------------------------------|-------------|
|                     |         | ABP                            | VCP         |
| 0.0665867839        | 100.00  | 0.08313781                     | -0.00405475 |
| 0.0000000000        | 0.00    | -0.04285637                    | 0.02990648  |

Manova Test Criteria and Exact F Statistics for  
the Hypothesis of no Overall e vs d Effect  
 $H$  = Contrast SS&CP Matrix for e vs d     $E$  = Error SS&CP Matrix

| Statistic              | Value      | F       | Num DF | Den DF | Pr     |
|------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|
| Wilks' Lambda          | 0.93757021 | 54.4347 | 2      | 1635   | 0.0010 |
| Pillai's Trace         | 0.06242979 | 54.4347 | 2      | 1635   | 0.0010 |
| Hotelling-Lawley Trace | 0.06658678 | 54.4347 | 2      | 1635   | 0.0010 |
| Roy's Greatest Root    | 0.06658678 | 54.4347 | 2      | 1635   | 0.0010 |

T=A

| N Obs | Variable | N   | Minimum   | Maximum   | Mean      | Std Dev |
|-------|----------|-----|-----------|-----------|-----------|---------|
| 118   | ABP      | 118 | 0         | 1.3631500 | 0.2037562 | 0.1837  |
|       | VCP      | 118 | 0.0077500 | 2.3600000 | 0.4275792 | 0.3317  |

T=B

| N Obs | Variable | N   | Minimum   | Maximum   | Mean      | Std Dev |
|-------|----------|-----|-----------|-----------|-----------|---------|
| 107   | ABP      | 107 | 0         | 0.6159100 | 0.2001400 | 0.1377  |
|       | VCP      | 107 | 0.0188000 | 1.7415300 | 0.4447787 | 0.3201  |

T=C

| N Obs | Variable | N   | Minimum | Maximum   | Mean      | Std Dev |
|-------|----------|-----|---------|-----------|-----------|---------|
| 162   | ABP      | 162 | 0       | 1.1294400 | 0.3357117 | 0.2078  |
|       | VCP      | 162 | 0       | 9.3716000 | 0.7805571 | 0.7986  |

T=D

| N Obs | Variable | N   | Minimum   | Maximum    | Mean      | Std Dev |
|-------|----------|-----|-----------|------------|-----------|---------|
| 157   | ABP      | 157 | 0.0191400 | 1.1511100  | 0.3702386 | 0.2571  |
|       | VCP      | 157 | 0.0412300 | 23.3095000 | 1.0567263 | 2.5087  |

T=E

| N Obs | Variable | N   | Minimum | Maximum   | Mean      | Std Dev |
|-------|----------|-----|---------|-----------|-----------|---------|
| 989   | ABP      | 989 | 0       | 5.0768000 | 0.7602273 | 0.4058  |
|       | VCP      | 989 | 0       | 7.6088000 | 1.5615892 | 0.8351  |

T=F

| N Obs | Variable | N   | Minimum   | Maximum   | Mean      | Std Dev |
|-------|----------|-----|-----------|-----------|-----------|---------|
| 119   | ABP      | 119 | 0.0203000 | 1.7777800 | 0.2403718 | 0.2177  |
|       | VCP      | 119 | 0.0392100 | 2.3333300 | 0.4846356 | 0.3377  |