

03043

1
2ej-

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

UNIDAD ACADEMICA DE CICLOS PROFESIONAL Y DE POSGRADO

DEL COLOGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

INSTITUTO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS APLICADAS Y SISTEMAS

EL ANÁLISIS DE FACTORES Y OTRAS TÉCNICAS ESTADÍSTICAS
PARA LA DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA
EN CHICOZAPOTE (ACHRAS SAPOTA L.)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESINA QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALISTA EN ESTADISTICA APLICADA

PRESENTA EL
BIÓLOGO

MIGUEL ANGEL ARMELLA VILLALPANDO

JULIO 1992



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

Resumen	Página
1.- Introducción.	1
1.1.- Presentación del Problema.	1
1.1.1.- Textura.	2
A.-Métodos Químicos.	3
B.-Métodos Instrumentales.	4
C.-Métodos Sensoriales	4
1.1.2.- Maduración o Desarrollo de los Frutos.	5
1.1.3.- Análisis Estadístico.	7
1.2.- Objetivos	13
2.- Método.	16
2.1.- Descripción del Fruto.	16
2.2.- Definición de la Población.	17
2.3.- Determinación del Tamaño de Muestra	18
2.4.- Variables Consideradas.	19
2.5.- Análisis Estadísticos Empleados.	24
2.5.1.- Consideraciones sobre las variables.	24
2.5.2.- Desarrollo de las pruebas (Corridas de la Computadora)	25
2.5.2.1.- Análisis individual.	27
2.5.2.2.- Correlaciones entre instrumentos de medición de la firmeza	30
2.5.2.3.- Análisis de Características Especiales	32
2.5.2.4.- Análisis de Factores.	33
2.5.2.5.- Ajustes.	35
3.- Resultados.	37
3.1.- Selección de variables para la 2 ^a fase.	37
3.1.1.- Respiración	37
3.2.- Determinación del Tamaño de muestra.	38
3.3.- Comportamiento de las variables durante el tiempo de almacenamiento.	39
3.3.1.- Pérdida Fisiológica de Peso.	39

3.3.2.- Respiración.	40
3.3.3.- Etileno.	41
3.3.4.- Volumen de Jugo.	41
3.3.5.- Firmeza.	41
3.3.5.1.- Relación entre instrumentos.	43
3.3.6.- Acidez Titulable.	44
3.3.7.- Sólidos Insolubles en Alcohol.	44
3.4.- Características Especiales.	45
3.4.1.- Forma del Fruto.	45
3.4.2.- Presencia de Enefermedades.	45
3.4.3.- Color de la pulpa.	46
3.5.- Textura.	46
3.6.- Aplicaciones Prácticas.	49
4.- Conclusiones.	51
4.1.- Sobre el objeto de estudio.	51
4.2.- Sobre el Análisis Estadístico.	51
5.- Literatura citada	54
6.- Anexos.	
6.1 Archivo Maestro de datos	
6.2 Salida del Análisis de factores	

1.- INTRODUCCION

1.1.- Presentación del Problema

La Escuela Nacional de Fruticultura (ENAFRUT) tiene como finalidad principal la formación de especialistas de alto nivel en diferentes aspectos del cultivo, manejo y explotación de los recursos frutícolas mexicanos, y lo hace a través de la impartición de programas de Maestría. Para que los alumnos puedan optar por el grado de "Maestro en Ciencias", deben realizar, además de los cursos, un trabajo de investigación original, el cual es presentado como tesis.

La finalidad de la Especialización en Estadística Aplicada (EAA) que ofrece la Unidad de Ciclos Profesional y de Postgrado (UACEPyP), del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), por medio del Instituto de Investigación en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (IIMAS), tiene como objetivo que sus egresados sean capaces de ayudar a la solución de problemas, que de alguna manera, tengan relación con la aplicación de la estadística, en diferentes áreas del conocimiento.

Como tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias (Fisiología Postcosecha) en la ENAFRUT se presentó el trabajo titulado "La Textura como Indicadora de Grados de Madurez y Envejecimiento de dos Especies Frutícolas: Chicozapote (*Achras sapota* L) Criollo y uva (*Vitis vinifera* L) Variedades "Cardenal" y "Thompson Seedless", para el desarrollo del cual se requería el asesoramiento estadístico a fin de cumplir cabalmente con los objetivos que se perseguían (Yáñez 1988).

Dado que, como en todo proceso de investigación, se planteaban problemáticas polifacéticas, que requieren de la aplicación de diversas técnicas estadísticas. Además el hecho de manejar tres especies frutícolas ya que de uva se manejaron dos variedades diferentes.

A continuación se describen, a manera de antecedentes, los elementos que conforman las características relevantes de este estudio, con la finalidad de justificar el uso de los análisis estadísticos propuestos. Posteriormente se realizará la presentación de las técnicas usadas para el análisis y sus posibles alternativas. En el segundo capítulo se presentan los métodos empleados, tanto técnicos (aspectos relativos a las técnicas propias de las Fisiología y manejo Postcosecha), apuntando en éstos el tipo de variable que se presenta; los métodos estadísticos usados para cada tipo de resultados y la secuencia en las que se aplicaron. El tercer capítulo trata de los resultados obtenidos haciendo algunos comentarios desde el punto de vista estadístico.

1.1.1.- Textura

La textura es una de las tres principales propiedades sensoriales de los alimentos que el ser humano puede detectar mediante el tacto y la boca (Kramer y Bernard, 1970) y se puede medir precisa y objetivamente mediante unidades de fuerza y deformación (Kramer y Szczesniak, 1973).

No obstante la definición anterior es difícil medir la textura objetivamente sólo con instrumentos. De acuerdo a su definición la textura, al igual que las otras propiedades sensoriales (apariencia y sabor), es de naturaleza psicofísica, ya que depende tanto de las características geométricas y mecánicas del alimento como de la percepción que cada individuo tiene de ellas. Los métodos instrumentales evalúan características que están directa o indirectamente relacionadas a la textura, pero no la textura misma. Una medida real de la textura sólo se puede obtener a través de métodos sensoriales (Kramer y Bernard, 1970, Kramer y Szczesniak, 1973) pero éstos son muy difíciles de sistematizar y obtener, además su análisis estadístico resulta complicado.

Las medidas instrumentales presentan dificultades en su obtención ya que en muchas ocasiones requieren de jueces previamente entrenados (Parrilla et al. 1981) Por otro lado las medidas instrumentales son sencillas, rápidas y reproducibles por lo que la búsqueda de relaciones entre unas y otras resulta imprescindible en la cabal comprensión de la textura.

Las propiedades de la textura se dividen en: mecánicas, geométricas y de otro tipo. Las propiedades mecánicas se definen como aquellas características relacionadas con la reacción del alimento a los esfuerzos que le son aplicados, éstos incluyen dureza, fracturabilidad, masticabilidad, elasticidad, adhesividad y viscosidad. Las propiedades geométricas se relacionan con el arreglo de los constituyentes físicos dentro del alimento como fibras, células pétreas, etc. Otras propiedades son la gomosidad, el contenido de humedad y la tasa de liberación de agua.

Todas estas características pueden ser evaluadas por diferentes técnicas tanto objetivas como subjetivas las cuales se agrupan en cuatro grupos:

A: Métodos Químicos

Pretenden determinar las características químicas de los frutos como son: "sólidos insolubles en alcohol," en donde se reporta el porcentaje de materia no degradable ni aún en ese solvente; "sólidos solubles totales", determinan la cantidad o porcentaje de cualquier tipo de sólidos presentes en la fruta analizada, la mayoría de los cuales son azúcares, aunque puede haber minerales, por lo común se expresan en grados Brix (ver Yáñez 1988); "Acidez" es la estimación volumétrica de la cantidad de elementos acidificantes que existen en la solución y por lo común es antagónica con el método anterior.

Otros elementos químicos de la textura (no determinados en el presente trabajo) son: Azúcares Reductores, Almidón, Pectinas y sustancias pécticas así como actividad enzimática.

B.- Métodos instrumentales.

Son Medidas objetivas, de características relacionadas con la textura; se basan en el comportamiento mecánico de los alimentos al ser sometidos a fuerzas que los deforman, trituren, penetran, etc.

Los medidores son muy variados en formas, estilos y capacidades, sin embargo, constan, siempre, de cuatro elementos básicos (Szczesniak, 1963): A) sonda de prueba, B) mecanismo para dar movimiento a la sonda, C) sensor de la fuerza ejercida y D) sistema de lectura.

Los instrumentos pueden catalogarse como: penetrómetros, compresímetros, cortadores, masticómetros, viscosímetros, aparatos para medir extrusión. Existen algunos aparatos que realizan varias de estas funciones, entre ellas cabe destacar la Máquina Probadora Universal Instron (MPUI) (Cuya descripción puede verse en Yáñez 1988).

De los métodos mencionados se usó la punción: esta prueba consiste en medir la fuerza requerida para presionar el punzón hasta penetrar el alimento a una profundidad que cause la ruptura de células internas, sus resultados se reportan en Kg Fza. En esta prueba se pueden usar tanto penetrómetros manuales como penetrómetros mecánicos.

C) Métodos Sensoriales:

Consisten en evaluar las características de los alimentos mediante el criterio humano, por lo tanto subjetivo. Existen tres métodos básicos de evaluación

sensorial. Para el presente estudio se realizó, paralelamente, un estudio sensorial sobre la calidad de los chicozapotes de las mismas poblaciones que las descritas en este trabajo.

En algunas de estas mediciones aparecen las llamadas "escalas multifactoriales", para la obtención de las cuales se distribuye el alimento en varios factores que el juez analiza por separado, obteniéndose después una calificación, ya sea a través de la ponderación de dichos factores, o de alguna relación aritmética. El perfil de textura es el caso más complejo de estos análisis ya que se pide al juez que realice un análisis muy elaborado de las sensaciones en las manos, boca y posteriores (Szczesniak, et al. 1963).

Como se puede apreciar este proceso conlleva un sentido muy semejante al concepto de análisis de factores; de hecho, Szczesniak, et al. (1963) sugieren la utilización de análisis multivariados para la comprensión de resultados ligados a la textura.

1.1.2 Maduración o desarrollo de los frutos.

Al contrario de lo que la mayor parte del público cree los frutos no presentan un desarrollo discreto y dicotómico desde su estado en forma de óvulo hasta que se encuentra en estado óptimo para su consumo. Este desarrollo es de tipo continuo y, para su estudio, se puede discretizar en varias etapas, de acuerdo a las necesidades o intereses del investigador interesado en dicho desarrollo. A continuación se presenta una breve descripción de las etapas que se reconocen más comúnmente, con objeto de familiarizar al lector con las circunstancias biológicas que rodean el objeto central de este trabajo y dado que el objetivo general del estudio es categorizar el desarrollo de los frutos:

-Fecundación es la unión de las células germinales masculina y femenina, lo cual provoca, además de la producción de una nueva planta, (embrión) y el desarrollo de la semilla, el que el ovario (parte de la flor que recubre al óvulo o gameto femenino) se desarrolle formando un fruto.

-Amarre: agronómicamente se denomina amarre al proceso de crecimiento y desarrollo rápido del fruto y partes accesorias. Además de lo apuntado arriba, el amarre produce el marchitamiento de pétalos de la flor y en ocasiones, como en la vid, la abscisión, consistente en que frutos fecundados o sin fecundar no "amarran".

-Crecimiento es el proceso irreversible mediante el cual aumentan los atributos de los frutos (como la altura o parte de ella), y conlleva la división, proliferación y elongación celular, así como la creación de espacios aéreos, todo esto es lo que conforma las características texturales del fruto.

-Maduración son los procesos que ocurren desde los últimos estadios de crecimiento y el desarrollo hacia los primeros estados de senescencia, el fruto alcanza su máximo de calidad comestible. En esta etapa hay muchos cambios en la fruta que se ven reflejados en la textura como: suavización debida a la síntesis de enzimas degradadoras de las paredes celulares, aumento de azúcares, debido a la rápida hidrólisis de los almidones, reducción de la astringencia del fruto, se dan cambios en el color, que si bien no afectan a la textura sí tienden a confundir al consumidor. Cambios en la acidez, por la metabolización de ácidos orgánicos y finalmente el desarrollo de compuestos aromáticos.

-Envejecimiento se define, según Watada (1984), como: "Cualquier aumento de tiempo que puede o no llevar aparejados cambios fisiológicos", por lo que esta palabra no es sinónimo de senescencia.

-Senescencia:(en frutos) es el período después de la cosecha y en el cual hay una pérdida progresiva de la organización y

resistencia al ataque de microorganismos (Watada, 1984). Otros autores consideran a la senescencia exclusivamente como el período, posterior al desarrollo.

La maduración está fuertemente relacionada con el aumento en las tasas de respiración que, a través del ciclo de Krebs y otra vía de respiración, proporcionan los ATP necesarios para llevar a cabo todos los procesos antes descritos (Bidwell, 1979).

Esta maduración parece tener un control hormonal. Los cambios estructurales que se realizan durante la maduración y afectan a la textura son: debilitamiento en la pared celular por la despolimerización de carbohidratos, este debilitamiento de las paredes llega a ser tan notable que las células adquieren forma redonda. Los espacios intercelulares se cubren de líquido intracelular lo que dá la apariencia al tejido de estar sumergido en agua.

La determinación cuantitativa, o al menos objetiva de los diferentes estadios en la vida de la fruta y particularmente la subdivisión de las etapas de maduración y envejecimiento con fines de comercialización, son objetivos particulares de la tesis base de este trabajo, lo cual obliga a realizar un análisis estadístico formal.

1.1.3 Análisis Estadístico

Por tratarse de un estudio muy complejo es imposible plantear un análisis único que cumpla con todos los objetivos del trabajo original por lo que se planteó un análisis múltiple en 5 etapas,

basándose en 4 técnicas estadísticas¹

A.-Definición de la población y del esquema muestreo, en la que se propuso el uso de un muestro bietápico una vez que se logró definir la población a través de criterios claros de inclusión y exclusión (1)

B.-El análisis de regresión y correlación básicamente usados para la descripción de los comportamientos de cada variable en relación al tiempo de almacenaje (2) y para la relación entre instrumentos de medición de la firmeza (3).

C.-El análisis de varianza de un criterio de clasificación para el análisis de variables categóricas, accesorias y de elementos de confusión en el análisis (4).

D.-El análisis de factores que permitio relacionar en una sola todas las variables principales o que tuvieron influencia (5).

El análisis de factores es quizá la técnica estadística menos conocida (por la mayoría de la gente no relacionada con la estadística) de las empleadas en el presente estudio y por su aplicación, este trabajos resulta una aportación relativamente novedosa, particularmente en México ya que en el campo de las ciencias biológicas, salvo en agronomía no se ha desarrollado el uso de técnicas estadísticas multivariadas.

Siendo pues, éste el análisis principal de la tesina es válido presentar algunos antecedentes más detallados sobre él.

1

Los números entre paréntesis corresponden a las fases progresivas en el análisis estadístico.

De acuerdo con Marriott (1974) el análisis de factores (Factor analysis) es una de las técnicas más antiguas del análisis multivariado, su desarrollo original fué hecho por Spearman en 1904 (Herman, 1976).

Es ésta una técnica de análisis multivariado que, junto con sus "parientes cercanos" como componentes principales y correlación canónica se podrían agrupar dentro de las técnicas que tienen por objeto la reducción de la dimensión en . Estas técnicas buscan generar combinaciones que expliquen, con un menor número de variables la variación observada en los datos, a estas combinaciones se les llama factores.

Para Chatfield y Collins (1980) la diferencia entre el Análisis de Componentes Principales y el de Factores es que mientras aquél produce una transformación ortogonal no basada en un modelo el análisis de factores está basado en un modelo estadístico y se encuentra más relacionado con la explicación de la estructura de las covarianzas entre las variables que con la explicación de sus varianzas.

En su concepción original el análisis de factores se desarrolla como una herramienta de aplicación directa en el campo de la psicología y se usa para medir lo que se podría denominar "variables complejas", como es la inteligencia, la cual se puede considerar como un conjunto de cualidades (variables) que constituyen o explican una parte de la variabilidad del fenómeno global pero que no son la inteligencia en sí. En el caso de la inteligencia pueden indicarse: habilidad verbal, habilidad numérica, memoria, etc.). Análogamente Morrison (1974) reporta su posible aplicación a otros campos como la biología, ecología, y antropología entre otros, Hair et al. (1979) proporcionan ejemplos completos en aspectos de mercadotecnia y medicina. Sin embargo, es en las ciencias de la conducta humana en donde ha tenido mayor aplicación (Chatfield y Collins 1980).

Para explicar el análisis de factores se parte de un conjunto de variables aleatorias observables que podremos llamar X_1, \dots, X_p de este conjunto de mediciones (que pueden ser el resultado promedio de varios sujetos) lo más relevante resulta ser la estructura de las covarianzas por lo que podemos suponer que $\mu(X_i) = 0$.

Podemos decir que cada una de las respuestas observadas puede ser dividida en una serie de factores comunes que podría escribirse

$$\begin{matrix} X_1 & = & \lambda_{11} Y_1 & + & \dots & + & \lambda_{1m} Y_m & + & e_{11} \\ \vdots & & \vdots & & & & \vdots & & \vdots \\ X_p & = & \lambda_{p1} Y_1 & + & \dots & + & \lambda_{pm} Y_m & + & e_{pm} \end{matrix}$$

En donde: $Y_j = j$ -ésimo factor común

λ_{ij} = el parámetro que refleja la importancia del j -ésimo factor común en la i -ésima respuesta

e_i = el factor específico de la i -ésima variable.

Por lo que el modelo básico del análisis de factores es (Pablos, 1983):

$$X_i = \lambda_{ij} Y_j + e_i \quad i = 1 \dots p, \quad j = 1 \dots m$$

Se puede expresar :

$$x = \Lambda y + e \quad (1)$$

en la que

$$x^p = [X_1, \dots, X_p]$$

$$y^m = [Y_1, \dots, Y_m]$$

$$e^p = [e_1, \dots, e_p]$$

y

$$\Lambda = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \dots & \lambda_{1m} \\ \vdots & & \vdots \\ \lambda_{p1} & \dots & \lambda_{pm} \end{bmatrix}$$

que es la matriz de los coeficientes o pesos de los factores y las variables; también puede describirse como la matriz de los coeficientes de correlación de los factores con las variables medidas.

Las suposiciones que más comúnmente se hacen sobre el modelo (1) son:

- a) Los vectores y y e no están correlacionados.
- b) Que el vector $e_p \sim N_p (e | 0, \psi)$ en donde ψ es una matriz diagonal en la que cada elemento (Ψ_i) son las varianzas de las p respuestas y no son correlacionadas (también llamadas las especificidades)

$$\psi = \begin{bmatrix} \Psi_1 & \dots & 0 \\ \vdots & & \vdots \\ 0 & \dots & \Psi_p \end{bmatrix}$$

- c) Que el vector $X_p \sim N_p (X | 0, \Sigma)$
- d) Y que $\text{Var}(y) = R$

Entonces de (1) se tiene que

$$\Sigma = \Delta_1 R \Delta_1' + \psi \quad (2)$$

Nota:

Puede suponerse que $R = I$ (la matriz R es igual a la matriz idéntica) lo que no es una restricción, pues como R es definida como positiva y simétrica existe una matriz A , no singular, tal que:

$$ARA' = I$$

Entonces se puede escribir (2) como

$$\begin{aligned} \Sigma &= \Delta_1 A^{-1} A R A' (A A')^{-1} \Delta_1' + \psi \\ &= \Delta \Delta' + \psi \quad \text{con } \Delta = \Delta_1 A^{-1} \end{aligned}$$

$$\Sigma = \Lambda\Lambda' + \psi'$$

(3)

En cuya diagonal principal se encuentran los valores

$$\sum_{j=1}^m \lambda_j^2$$

que son llamadas comunalidades de las respuestas

Esta técnica supone que las mediciones u observaciones están poseen una distribución multinormal (Morrison, 1967).

En virtud de que el análisis de factores se basa esencialmente en la estructura de Σ es posible rotar la matriz de tal forma que los ejes obtenidos permitan mostrar los resultados de alguna forma más explicativa.

Si se multiplica la matriz Λ por una matriz ortogonal T se puede tener

$$\Lambda T(\Lambda T)' + \psi = \Lambda T T \Lambda' + \psi$$

hay un sinnúmero de matrices T que cumplen con esta condición por lo que no hay razón para escoger una sola en particular; de ahí el hecho que en el análisis de factores la rotación de los factores se pueda realizar sin perder la validez de la solución. La matriz T deba ser ortogonal para que los ejes permanezcan a 90° uno del otro.

La idea general del análisis de factores involucra la relación de variables a través del concepto de la comunalidad que tiene cada variable medida con los factores comunes que está dada por la suma de cuadrados de los coeficientes de los factores (Herman, 1976).

El concepto básico es que las respuestas de un individuo (u objeto) en las variables originales tienen "algo" en común que no

se puede apreciar a "simple vista", pero que se puede analizar matemáticamente (Herman, 1976).

Por su misma antigüedad y originalidad la técnica de análisis de factores ha sido muy analizada, proponiéndose opiniones en favor y en contra (Hope, 1982) de su uso ya que, como cualquier técnica, conlleva ventajas y desventajas. En la actualidad muchos libros de análisis estadístico incluyen un capítulo sobre esta técnica y que paquetes computacionales altamente poderosos y de reciente creación lo incluyen en sus rutinas, ejemplos de éstos son el BMDP, SAS, o SPSS.

En el presente trabajo se discutirá el uso del análisis de factores en un problema específico que implica la medición de la textura con base en una serie de medidas relacionadas a ella.

1.2.-OBJETIVOS

En el trabajo: "La textura como Indicadora de Grados de Madurez y Senescencia de dos Especies Frutícolas Chicozapote (*Achras sapota* L.) Criollo y Uva (*vitis vinifera* L.) Variedades 'Cardenal' y 'Thompson Seedless'" se plantearon 4 objetivos básicos:

1.- La determinación práctica de la textura a través de las mediciones químicas, instrumentales y sensoriales obtenidas, proporcionando la importancia de cada una al comportamiento general de la fruta así como dar una sola medida práctica de la misma que conjuntara, en una sola (o un unas pocas), todas las variables consideradas.

2.- Con base en la medida práctica descrita, establecer grados (discretos) de madurez y senescencia de las frutas a lo largo de su vida de almacenamiento a partir del momento en que la fruta llega a la Central de Abasto del D. F.

3.- Proporcionar al bodeguero y al comerciante en pequeño una

tabla a partir de la cual se puedan determinar dichos grados de madurez y senescencia.

4.- Establecer una relación numérica para las mediciones de los aparatos usados para medir la firmeza manualmente y por un método complicado pero altamente satisfactorio.

Para poder cumplir con estos objetivos se plantearon cinco pasos para el análisis estadístico, cada uno de los cuales se repitió en las especies a estudiar.

A.- Diseño de muestreo.- se proporcionaron las bases necesarias a fin de lograr una definición clara de la población bajo estudio y una muestra representativa.

B.- Análisis del comportamiento de las variables originales a lo largo del tiempo de almacenaje.- El objetivo de este paso fue el observar de una manera gráfica (por medio de diagramas de dispersión) el comportamiento que seguían las variables durante el tiempo de estudio para proporcionar una interpretación univariada de los datos, y poder proporcionar una explicación individual desde el punto de vista del investigador frutícola.

C.- Análisis de todas las posibles pares de variables.- A través de su índice de correlación, probando en cada caso 3 modelos, simple, semilog y log log buscando no sólo reducir la multicolinealidad de las variables sino también posibles relaciones no muy claras o esperadas en las variables originales.

Por medio del análisis de regresión simple se estableció la relación numérica entre las medidas de firmeza usando un medidor manual fácilmente disponible y un medidor sumamente preciso pero extremadamente caro y de poca accesibilidad práctica.

D.- Análisis de las características complementarias.- Variables categóricas, que proporcionan información más cualitativa que

cuantitativa en el contexto general del análisis y que pueden fungir como explicativas de los comportamientos de las variables respuesta. Este parte se realizó a través de de Análisis de varianza de un criterio de clasificación, usando las variables categóricas como variables explicativas y las variables consideradas principales como variables respuesta.

E.- Análisis de factores.- Con esta técnica se dió un enfoque completamente multivariado, en el cual se resumieron la mayoría de las variables (excepto aquéllas que se quitaron por multicolinealidad, o que no proporcionaron información relevante) proporcionando así elementos para obtener una sola variable que midiera la Textura y dar así total cumplimiento de los objetivos.

A pesar de que el trabajo original incluía a tres variedades de fruta (dos de uva y una de chicozapote) los resultados presentados en esta tesina se refieren solamente al chicozapote, como un ejemplo de lo realizado en las demás frutas y por ser ésta una fruta climatérica en la cual la demarcación de los grados de madurez y senescencia es más clara, facilitando así la comprensión en el uso de las técnicas estadísticas usadas.

2.-METODO

2.1.- Descripción de la fruta:

El fruto del chicozapote, chico, o chikoo fruit es oriundo del sureste mexicano, tiene varias formas y tamaños, sin embargo se puede describir en términos generales como un fruto por lo común redondo (aunque puede presentar formas aovadas (en forma de huevo) a piriformes (en forma de pera) de aproximadamente 15 a 20 cm de diámetro de color marrón (café) en su superficie. No obstante, en las primeras etapas de su desarrollo este color se lo proporciona una arenilla fina que se deposita sobre una matriz de color verde pálido, que a lo largo del proceso de maduración se va tornando también de color marrón. La pulpa es muy carnosa y dulce, de color marrón claro cuando inmaduro que se convierte en un color anaranjado cuando está madura la fruta. Si se consume inmaduro provoca una sensación de astringencia en la boca y puede llegar a causar trastornos gastrointestinales, también presenta un líquido lechoso llamado látex. Cuando está maduro la pulpa es muy suave y con un agradable sabor dulce, el látex tiende a desaparecer y no resulta astringente. Cada fruto presenta entre 5 y 10 semillas de color negro brillante que se depositan en la parte central (Yañez, 1988).

Sus principales centros de producción son los estados de Campeche, Chiapas, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Puebla, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Veracruz y Yucatán. A la Central de Abasto del D. F. llega en cajas de 25 Kg aprox., cada una conteniendo de 60 a 100 frutos según su tamaño y peso.

Un problema que se refleja en la definición poblacional es el hecho de que la producción de esta fruta no se realiza a gran escala ni a nivel industrial, lo que repercute en que no existan variedades definidas salvo por el intento de establecer la variedad llamada "Betawi" (aunque no hay la completa certeza de que se encuentre verdaderamente establecida como variedad) que se cultiva en los estados de Campeche y Quintana Roo. Se trató, para

disminuir la variabilidad de la población, que se usara esta variedad, a pesar de ello, a la inseguridad y falta de definición de las características se le considero "Criollo".

El sistema de mercadeo es aproximadamente como sigue: En la Central de Abasto existen muy pocos mayoristas que se dediquen a esta fruta (1 ó 2), y aún ellos sólo lo hacen en la época de producción (noviembre a febrero) el resto del tiempo se dedican a otras frutas. Vía telefónica contratan un camión que parte por lo general de alguna parte en Quintana Roo, Campeche o Yucatán y recorre las huertas de la fruta hasta saturar su capacidad, dirigiéndose entonces a la ciudad de México. Al llegar a la bodega del mayorista -después de un viaje de 36 a 48 hrs. aprox.- la fruta es seleccionada manualmente según su tamaño y estado de madurez (es en este punto donde se adquirió para el trabajo aquí referido). La fruta pasa a unas cámaras de maduración y de ahí se distribuye a los comerciantes detallistas. Toda esta problemática se refleja en una gran diversidad de la fruta en lo que se refiere a los distintos parámetros que se consideraron.

2.2.- Definición de la Población:

Se definió a la población de Chicozapotes como "el conjunto de frutos individuales que arribaban a la bodega J-14 (mayorista) de la Central de Abasto del Distrito Federal". Se realizaron 2 compras, una para establecer una muestra piloto que permitiera definir las variables a estudiar y proporcionara una idea de los parámetros de las mismas y otra que se consideró definitiva; en ambas se adquirió la fruta en la misma bodega al momento de arribar el camión y una vez hecha la selección manual, que por tamaño, hace el comerciante.

Con el objeto de reducir la variabilidad presentada debido al cultivo no tecnificado de la fruta, se seleccionaron frutos exclusivamente de esta bodega en un sistema bietápico en el cual se consideró, como primera etapa, el muestreo de cajas: se definió la población, para la primera etapa del muestreo, como "La

totalidad de Cajas presentes en la Bodega al momento de la compra". Se obtuvo una muestra completamente al azar de 2 cajas (capacidad de compra).

Para la segunda etapa se seleccionaron aquellos frutos que no presentarían daños mecánicos (raspaduras, arañes, golpes etc.), con lo cual se definió la población, para la segunda etapa de muestreo, como "el total de frutos en buen estado de los que se disponía a partir de las 2 cajas adquiridas" (se eliminó aproximadamente un 10% de la población original). Se realizó un muestreo completamente aleatorio de esta nueva población, para establecer los lotes que deberían ser medidos en las fechas preseleccionadas.

Durante todo el tiempo las frutas fueron conservadas en cámaras especiales a una temperatura de 18 a 20° C y una humedad relativa de 80 a 85%. Sólomente la fruta que sería procesada en ese día era extraída de la cámara para realizar las pruebas, las demás permanecían intactas.

2.3.- Determinación del tamaño de muestra

Para la determinación de los valores de media y varianza de la muestra piloto, necesarios para determinar el tamaño de muestra óptimo en la segunda etapa, se consideraron los valores de la variable "firmeza" en el ecuador del fruto al 6^o día de almacenaje, por ser ésta la variable considerada más relevante y el día intermedio de su vida de almacén predicha por la literatura. Estos criterios se usaron según lo recomendado por Raj (1972, 1979) en el sentido de usar la variable de mayor interés para la determinación del tamaño de muestra en análisis multivariados.

La determinación del tamaño de muestra se hizo con base en la fórmula recomendada por Méndez (1976) para variables de distribución desconocida

$$n = \frac{1}{C^2} \frac{s^2}{\bar{x}^2}$$

en donde:

s^2 = varianza observada en la muestra piloto.

\bar{x}^2 = media observada en la muestra piloto.

C^2 = coeficiente de variación tolerable.

Los datos numéricos para la deteminación del tamaño de muestra se presentan en la sección de resultados. Se realizaron pruebas con diferentes coeficientes de variación tolerables en función de la media y varianza obtenidas para la muestra piloto en la variable firmeza y de la capacidad de trabajo disponible de la persona que realizaría las técnicas; además de la obvia necesidad de realizar todas las pruebas prácticamente simultáneas a fin de que no se alteraran las condiciones en que se encontraba la fruta y se pudieran asignar las diferencias solamente al tiempo de almacenaje.

2.4.-Variables consideradas:

Como se apuntó arriba el trabajo se dividió en 2 fases, determinadas por las compras de fruta que se hicieron, con base en los análisis estadísticos preliminares de los resultados de la primera fase se descartaron algunas de las variables que fueron, originalmente tomadas en cuenta, principalmente por considerar que no proporcionaban información relevante respecto al fenómeno bajo estudio.

A continuación se hace la descripción de las variables que fueron consideradas, haciendo énfasis en su escala de medición:

A) Pérdida fisiológica de peso de la población de frutos en buenas condiciones se seleccionaron por un método completamente al azar tres grupos de tres frutos cada uno. Los frutos se introdujeron en redes de plástico y se almacenaron junto con los

demás frutos. Estos se pesaron diariamente y no sufrían ninguna otra alteración. Las bases fisiológicas de esta prueba se explican por Yáñez (1988), basta decir aquí que se trata de una técnica muy común en los estudios de fisiología postcosecha; una vez obtenidos los datos se calculó el porcentaje de peso perdido, éste se graficó contra los días de almacenaje. A pesar de que estadísticamente sería discutible realizar una regresión de esta variable contra el tiempo, el realizarla provocó no solo resultados altamente significativos sino que explicables en términos técnicos lo cual indica la bondad de la técnica (ver sección de resultados).

B) Firmeza: Para cualquier persona no involucrada en tecnología de frutas la palabra firmeza puede parecer sinónimo de textura, sin embargo, no lo es, si bien es cierto que es el componente más importante de ésta, de ahí que se decidiera usar como la variable más importante y por tanto la que debía determinar el tamaño de la muestra. La firmeza es una medida de la resistencia que tienen las capas exteriores de los frutos y proporciona una idea muy clara de la resistencia del fruto a su transportación.

Para medir la firmeza se utiliza un punzón conectado a un medidor de fuerza, para esto existen medidores muy sofisticados como la Máquina Probadora Universal Instron (MPUI) en la cual el punzón se encuentra conectado a un sistema hidráulico-electrónico que permite hacerlo descender tan despacio como se requiera, así como aplicar con mucha exactitud la fuerza ejercida (para detalles ver Yáñez, 1988); el medidor de fuerza se encuentra conectado a un analizador analógico que a su vez se encuentra conectado con un graficador, el cual grafica la fuerza ejercida por el punzón contra el tiempo transcurrido. En el otro extremo de complejidad se encuentran los medidores de firmeza manuales o penetrómetros como el Probador Anzaldúa-Morales (PAM) en los que la fuerza es controlada añadiendo un peso y el medidor no es otra cosa que una aguja que desciende simultáneamente con el punzón. Intermedio

entre estos extremos se encuentra el penetrómetro EFFE-G1 de fabricación italiana en el que la fuerza es controlada por la mano que presiona el punzon y queda registrada en un indicador mecánico que trabaja a base de una resistencia (resorte) por la simple compactación y la traducción de la deformación a una carátula graduada.

En los tres tipos de aparato puede suponerse que las mediciones proporcionan una variable aproximadamente normal. Se supone que la varianza de la MPUI es menor y tiende a 0 mientras que la del Effe-G1 y FAM son mayores.

En todos los casos se hicieron punciones con y sin piel del fruto para detectar si se producian cambios en el patrón general del comportamiento de la variable.

La sensibilidad de los instrumentos manuales varía a lo largo del periodo de almacenaje. El FAM es capaz de penetrar frutos muy firmes o medianamente firmes, pero para frutos suaves sus mediciones presentan una distribución uniforme independiente de la firmeza del fruto; por lo contrario el Effe-G1 es muy poco sensible a los frutos extremadamente duros, pero es muy adecuado en la diferenciación de datos cuya firmeza es muy pequeña. La MPUI por tener un mecanismo hidroneumático es igualmente confiable en frutos duros y blandos. En la figura 1 se representa, esquemáticamente, la capacidad de detección de los tres aparatos usados en el estudio a lo largo del periodo de almacenaje.

Dado que uno de los objetivos del estudio fué relacionar los instrumentos manuales, accesibles al bodeguero, con la MPUI, no accesible por su costo, pero más confiable en sus resultados, se realizaron análisis de regresión entre las punciones hechas por los intrumentos manuales y la MPUI. No se hizo regresión entre los instrumentos manuales porque el número de frutos en los que se pudieron hacer determinaciones con ambos instrumentos fué muy bajo,

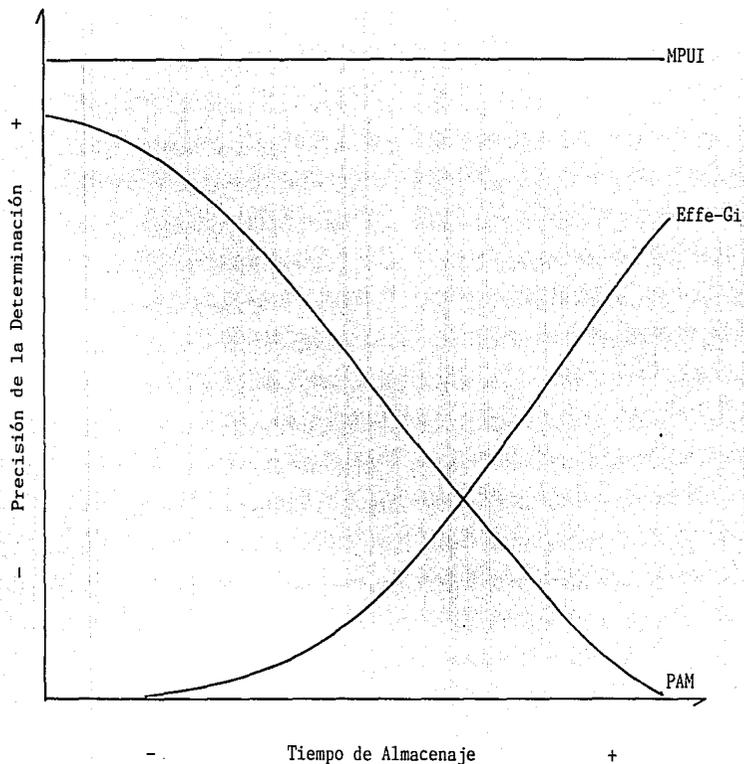


Figura 1.- Comparación de los instrumentos para medir Firmeza

correspondientes al periodo de solapamiento de las capacidades de detección (ver fig. 1).

C) Volumen de jugo: Se extrajo todo el jugo disponible en cada fruto, reportándolo en mL de jugo por fruto, una vez más la suposición de normalidad para la variable es bastante aceptable aunque poco plausible de probar.

D) Sólidos Insolubles en Alcohol: Esta técnica consiste en disolver en alcohol caliente la pulpa una vez seca y molida a fin de recuperar ciertos elementos estructurales importantes en la constitución de los frutos. Se reporta como porcentaje del peso total y en apariencia su análisis debería ser más por medio de las técnicas propias del análisis de proporciones, sin embargo, con objeto de hacer el análisis similar a todas las variables se decidió considerar que el porcentaje tiene una distribución aproximadamente normal.

E) Variables fisiológicas: (Bióxido de Carbono CO₂ y Etileno) En la primera compra el CO₂ se detectó por medio de un respirómetro que basa su funcionamiento en hacer circular una corriente de aire por una cámara que contiene al fruto, para después, por medio de una reacción química, fijar y poder así cuantificar el CO₂. Sin embargo, este método no resultó eficaz (Ver la sección de resultados).

Durante la segunda fase ambos elementos se detectaron usando cromatografía de gases (el etileno se detectó de esta forma en ambas) y al igual que las demás variables parecen tener una distribución normal. En el caso del etileno la detección solo fue en una parte de la vida de almacén, esto provocó que no se tomara en cuenta para el análisis.

F) Sólidos solubles totales (Grados Brix): Esta variable representa todos aquellos componentes que posee el fruto y que se encuentran en solución, por lo general son azúcares pero pueden

existir otros elementos constituyentes como minerales y algunos ácidos orgánicos.

G) Características especiales: Se encierran bajo este rubro una serie de características complementarias que pueden explicar el comportamiento de las variables respuesta. Son categóricas y presentan cambios cualitativos en el desarrollo de los frutos o bien características propias de los mismos:

i. - Color de la Pulpa: El color se midió una escala categórica que abarcaba desde el amarillo hasta el naranja y se incluían el color principal y el tono secundario por ejemplo AM= amarillo-verdoso, MR= marrón-rojizo, etc.; y se indicaba la presencia o ausencia de estos colores en las diferentes etapas de desarrollo, el mejor análisis considerado aquí fue el análisis gráfico a través de un diagrama de barras (Fig. 14).

ii. - Forma del fruto: Esta característica es propia del fruto por lo que solamente se determinó si la forma tenía algún efecto sobre el comportamiento de las variables consideradas como respuesta.

iii. - Presencia de enfermedades: De igual manera sólo se apreció el efecto de las enfermedades sobre las variables consideradas a través de una prueba de comparación de dos medias

Cabe aclarar que salvo por la pérdida fisiológica de peso a cada fruto se le realizaron todas las demás determinaciones, en el mismo orden y siempre en la misma secuencia de frutos, ya que éstos fueron numerados dentro de cada lote al inicio del día de medición, totalmente al azar.

2.5.- Análisis Estadísticos Empleados

Todos los análisis se corrieron a través del Paquete S.P.S.S. versión 8.0 en una computadora Hewlett- Pakard 3000 serie II del Centro de Cómputo de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. En el anexo 1 se encuentran copias de los listados de instrucciones que sirvieron para indicar al programa las rutinas y las opciones seleccionadas en cada caso (Nie et al. 1975). A continuación se resumen en orden más o menos secuenciado las rutinas empleadas.

2.5.1 Consideraciones sobre las variables

En general se puede considerar que las variables usadas tenían una distribución normal, salvo por aquellas que se consideraron características especiales, lo que permitió realizar análisis a través de modelos lineales, y/o pruebas paramétricas.

En algunos casos los supuestos de homocedasticidad se encontraban muy cerca de los límites de tolerancia (en la mayoría de las corridas, sobre todo los ANOVAS, se obtuvieron valores de la Prueba de Bartlett). Cuando el tamaño de muestra se consideró suficientemente grande se recurrió al Teorema del Límite Central. para justificar la utilización de estadística paramétrica en vez de pruebas alternativas. En los casos más extremos, en que la prueba de Bartlett resultó altamente significativa, se corrieron los análisis no paramétricos.

Ante la alternativa de transformar alguna(s) de las variables por algunos de los métodos convencionales como logaritmos o el cuadrado, se decidió procesar los datos en su estado natural para facilitar la comprensión de los investigadores técnicos involucrados, considerando que si se hacía alguna transformación ésta debería revertirse al final del proceso.

2.5.2.- Desarrollo de las pruebas (corridas de la computadora).

Los análisis se realizaron secuenciadamente, primero los univariados, después las correlaciones (pares de variables) y después los multivariados. Por otro lado se corrieron los análisis de las características especiales y las correlaciones entre los instrumentos que miden la firmeza.

Operativamente se definió un archivo maestro, el cual incluía, además de todos los datos en las primeras 2 líneas las abreviaturas de las variables consideradas (Anexo 1). Cada registro de este archivo era referido a un fruto en particular e incluía todas las variables consideradas, incluyendo la identificación del fruto por compra, lote de medición número de fruto y fecha de procesamiento. En la Tabla 1 aparecen los nombres de las variables, las abreviaturas usadas y el número de espacios asignados en el archivo incluyendo los decimales.

De este archivo maestro se obtuvo una copia a la cual se le eliminaron las 2 primeras líneas que en el original contenían las abreviaturas para que pudiera ser leído sin dificultad por el SPSS. En los casos en los que se requirió usar una fracción de los datos ésta se obtuvo directamente a partir del archivo maestro.

A continuación se hace una breve referencia de las instrucciones generales y por qué se usaron (estas instrucciones son repetitivas en todos los archivos de instrucciones que se usaron). La sintaxis de las instrucciones, su localización en el programa y otras características estuvieron de acuerdo al manual de operación (Nie et al. 1975):

RUN NAME Es una instrucción obligatoria, y acepta cualquier cadena de caracteres alfanuméricos que se desee. Es muy útil para identificar las diferentes corridas y evitar confusiones.

VARIABLE LIST Es la forma de definir las variables que han de ser

Tabla 1.- Relación del Archivo de Instrucciones al SPSS

Nombre de la Variable	Abreviatura	Formato	Unidad de medición
Primera Línea			
Compra	COMP	F2.0	
Identificación (incluye día y número de Fto)	IDEN	A4	
Peso del Fruto	PESO	F5.1	gr
Diámetro Ecuatorial del Fto.	DIAM	F4.2	cm
Acidez Titulable	ACID	F3.1	mL NaOH
Forma de Fruto	FORM	A1	
Volumen de Jugo extraíble	VOJU	F3.0	mL/fto
Fuerza de la MPUI c/piel	FICC	F5.2	Kg
Fuerza de la MPUI s/piel	FISC	F5.2	Kg
Fuerza del Probador Manual c/p (PAM o EFFE-QI)	FOCC	F6.4	Kg
Fuerza del Probador Manual s/p (PAM o EFFE-QI)	FOSC	F6.4	Kg
Presencia de enfermedades	ENFE	A1	
Color de la Pulpa	COLO	A2	
Penetración del Funzón ¹ c/piel	PECC	4.2	
Penetración del Funzón s/piel	PESC	4.2	
Sólidos Insolubles en Alcohol	SIAL	F6.3	%
Días de Almacenaje	ALMA	F2.0	
Segunda Línea (datos fisiológicos)			
Fecha de la Medición	FECH	F6.0	aa/mm/dd
Número de fruto en el día	FRUT	F1.0	
Respiración	MGKH	F6.2	mgCO ₂ /Kg/hr
Peso de CO ₂ obtenido ²	PCO2	F6.4	mg
mL de CO ₂ en 1097.34 mL de gas	MLCG	F7.4	ml
Masa del CO ₂ en Gramos	MASA	F8.6	gr
Miligramos de CO ₂ netos	MGCO	F6.3	mg
Etileno detectado	ETIL	F6.2	mg

1 No usado en el análisis porque carecía de varianza

2 Los datos de las siguientes variables (excepto Etileno) sólo se usaron para calcular los mgCO₂/Kg/Hr para medir la respiración y no se tomaron en cuenta para en el análisis.

leídas, sin embargo, tiene la limitante de que cada variable debe ser abreviada con cuatro caracteres únicamente. Se intentó que las abreviaturas fueran nemotécnicas para facilitar su manejo.

SUBFILE LIST Es la forma de definir subarchivos o grupos dentro del archivo general, cada uno debe de ser alfanumérico y ser acompañado por el número de registros que lo componen. Se usó esta instrucción para definir al programa los diferentes lotes o días de medición. Dado que debían iniciar con un caracter alfanumérico la primera letra indica la compra (A= primera, B= segunda).

VAR LABEL Es una instrucción que permite dar un nombre verdadero a las abreviaturas usadas en la instrucción **VARIABLE LIST**. Se repite tantas veces como variables existan (no es indispensable pero resultó de mucha utilidad en el análisis).

INPUT FORMAT Es la manera en que se define el lugar que ocupa cada variable en el archivo. Sigue aproximadamente las reglas del lenguaje FORTRAN con las siguientes reglas F variables numéricas de punto flotante, A variables alfanuméricas, x para espacios. Se prefirió la forma **FIXED**, es decir, formato fijo sobre la forma **FREEFIELD** (formato libre) porque las variables estaban bien definidas en columnas muy fácilmente distinguibles en el archivo.

RECODE Se usa para cambiar ciertos valores. Se usó para asignar valores numéricos definidos a datos faltantes o espacios en blanco o para cambiar valores alfanuméricos a numéricos.

MISSING VALUE En cada variable se asignó una serie de valores (numéricos), imposibles de encontrar en los datos reales a aquellos espacios en los que por alguna razón se carecía de espacios. Se usaron cadenas de nueves (eg. 99.99 ó 09.999) para ubicar estos datos faltantes (algunos además fueron recodificados).

INPUT MEDIUM

Es la instrucción que indica al paquete en dónde se encuentra el archivo con los datos. Esta instrucción es completamente obligatoria. Para esta tesina siempre se trabajó con discos por lo que la instrucción siempre fué **DISK** seguida por el nombre del archivo.

RUN SUBFILES

Esta instrucción se vuelve indispensable una vez que se ha colocado la instrucción **SUBFILE LIST** e indica en qué forma se van a procesar los archivos. Las opciones son: **EACH** cada uno por separado, **ALL** todos juntos (no hay subdivisiones del archivo) y agrupando entre paréntesis aquellos subarchivos que se desea procesar como uno solo; con la única restricción que todos los subarchivos deben ser procesados. En un mismo archivo de instrucciones pueden incluirse distintos TRABAJOS, en cada uno de ellos puede cambiarse la instrucción **RUN SUBFILES**.

READ INPUT DATA

Es la instrucción de "arranque" para que el programa proceda a analizar los datos. Es imprescindible.

Las demás instrucciones se dan en cada trabajo de forma individual y tienen ciertas características y opciones propias que se pueden procesar. En las subsecciones siguientes se describen las instrucciones particulares que se usaron para cada uno de los 5 pasos del análisis.

2.5.2.1.- Análisis individual de las variables y su comportamiento con respecto al tiempo.

Para obtener los resultados del promedio y variación de cada una de las variables en cada uno de los días de medición, se usó la subrutina **CONDESCRIPTIVE** que permite generar hasta 10 estadísticas descriptivas básicas. las instrucciones utilizadas

fueron:

CONDESCRIPTIVE Es la instrucción básica de entrada a la subrutina, en ella se definen las variables de las que se desea conocer las estadísticas descriptivas o bien la palabra **ALL** que indica que todas las variables deberán ser procesadas.

OPTIONS En esta línea se eligen ciertas características que involucran opciones como el de estandarizar las variables, el uso de los datos perdidos etc.(ver Nie et al. 1975, pp 189). Al no incluir esta instrucción se obtienen las opciones por "default" que para esta subrutina son: a)No se incluyen los datos perdidos en el análisis, b)Se imprimen los nombres extendidos de las variables (**VAR LABEL**) y no solo la abreviatura (**VARIABLE LIST**), c)No se calculan los valores estandarizados, d)No se obtiene un índice de referencia.

Para esta corrida se omitió la instrucción aceptando así las opciones que da la subrutina.

RUN SUBFILE EACH-

STATISTICS La subrutina permite elegir entre 10 estadísticas descriptivas, numerándolas de acuerdo a una tabla del manual (Nie et al. 1975, p 190), si se desean todas las estadísticas se pide **ALL** (como se usó para obtener los resultados). Las estadísticas obtenidas fueron: media, desviación estandar, error estandar, varianza, curtósis, sesgo, rango, mínimo y máximo y total.

Con estas instrucciones se obtuvieron las 10 estadísticas solicitadas para cada uno de los lotes (días de medición) y para todas las variables consideradas. En las figuras 4 a 11 y 13 las medias y varianzas apuntadas corresponden a los resultados obtenidos de este modo.

Para verificar la significancia en cuanto a las variaciones que presentaron las variables respuesta en relación a los días de almacenaje se uso el subprograma **ONE-WAY** con las características y opciones que se presentan en la subsección 2.5.2.3. de esta tesina en la que se desarrolla más ampliamente el uso de esta subrutina.

2.5.2.2.- Correlaciones entre todas las variables utilizadas .

Dado que se deseaba obtener 3 modelos de correlación entre las variables (sugerencia del director de la tesis), variable simple vs variable simple, variable simple vs logaritmo natural y logaritmo natural vs logaritmo natural, se procedió a generar nuevas variables (temporales) para la obtención de los logaritmos, esto se hizo por medio de la instrucción:

COMPUTE Con la cual se obtiene una nueva variable como transformación o combinación de las existentes, todas las variables generadas se iniciaron con la letra **L** así se obtuvo **LPES** logaritmo natural del peso, **LVOJU** logaritmo natural del volumen de jugo, etc. La transformación la hace automáticamente el paquete indicando por ejemplo **LPES = LN(PESO)**.

Para obtener los índices de correlación de las variables tanto simples como las transformadas se usó el proceso:

PEARSON CORR Que determina el valor de r y la significancia del mismo para una serie de variables, basta indicar la serie de variables, la palabra **WITH** y la segunda serie de variables y el programa genera todas las posibles combinaciones solicitadas.

OPTIONS Las opciones son similares a las de la subrutina **CONDESCRIPTIVE** Se usaron las opciones por "default" que son: a) No se incluye un par de datos si algún elemento es un dato perdido, b) Se calcula

el valor de significancia de una cola. c) Se genera una matriz de correlaciones que no se salva en un archivo. d) Para cada correlación se obtiene índice de correlación, número de casos, y significancia. e) Los coeficientes se escriben en forma matricial. Estos resultados se consideraron adecuados para el formato que se requería.

STATISTICS

Solo 2 opciones estadísticas ofrece la subrutina. 1) calcula media y desviación estándar de las variables y 2) calcula los productos cruzados. Por facilidad se uso la opción ALL.

De esta manera se obtuvo una matriz de datos que se simplificó y se presenta en la tabla 6 la cual se ha colocado en forma columnar para facilitar su lectura.

2.5.2.3.- Correlación entre instrumentos de medición de la Firmeza.

Para obtener una ecuación (predictiva) que relacionara los valores de la MFUI con los instrumentos manuales se decidió llevar a cabo una regresión simple, para ello se usó la subrutina **REGRESSION** que permite realizar no sólo regresión simple sino múltiple. Dado que en la definición del archivo los datos de los probadores manuales se agruparon bajo las variables FOCC y FOSC (Fuerza del Otro instrumento (manual) Con Cáscara y Sin Cáscara) se uso la opción de correr los subarchivos agrupados. Cabe recordar que ningún fruto fué medido con ambos instrumentos manuales, por lo que el hecho de que ocuparan las mismas columnas no representó ningún impedimento.

Se hicieron dos trabajos dentro de la misma corrida, en una se obtuvo la regresión entre los datos con piel y en la otra sin piel. Las instrucciones usadas fueron:

REGRESSION

VARIABLES = FICC, FISC, FOCC, FOSC/

Esta instrucción indica a la subrutina qué variables van a ser procesadas, las siguientes indican en qué forma se van a realizar las regresiones.

REGRESSION = FOCC WITH FICC/

REGRESSION = FOSC WITH FISC/

En ambas regresiones se utilizó la respuesta de los instrumentos manuales como variable dependiente, mientras que las de la MPUI se usó como variable independiente.

Las opciones que toma el programa, cuando no se le indican (por "default") son: a)elimina los casos en los que exista un valor perdido, b)usa los nombres completos de las variables, c)genera una tabla de resumen con los resultados, d)trabaja con los datos que le han sido proporcionados sin esperar que se tenga una matriz de correlación o de medias.

Las estadísticas disponibles (se indicó ALL) son: 1)genera una matriz de correlaciones, 2)genera las medias, desviaciones estándar e indica el número de casos validos en cada regresión, 3)genera la salida diversas estadísticas para la gráfica de residuales.

Con esta misma subrutina REGRESSION se realizó uno de los análisis preliminares (después de la primera compra), con el objeto de detectar la importancia de las variables y quitar las que no se consideraran relevantes. Esta se realizó colocando a la variable firmeza como la variable respuesta y a las demás como independientes, pero cuando se pide una regresión múltiple el programa realiza el proceso denominado "STEP-WISE" que va introduciendo a las variables conforme a su importancia y significancia en la regresión.

2.5.2.3.- Análisis de las "Características Especiales"

Como se ha descrito antes, estas características se denominaron así por ser variables anexas que apoyaron el análisis y que proporcionaron cierta información acerca del comportamiento de la fruta.

El análisis de éstas se hizo a través de Análisis de Varianza de un criterio de clasificación, corridos mediante la subrutina ONE-WAY que es parte de la subrutina ANOVA. Las instrucciones son:

ONE WAY

VARIABLE RESPUESTA BY VARIABLE EXPLICATIVA.

Se corrió uno de éstos para cada una de las características especiales (color, forma, enfermedad) dado que en la variable explicativa se encontraba codificada como alfanumérica, y la subrutina exige poner el valor mínimo y el máximo se tuvo que emplear una serie de tarjetas RECODE, aquí se usaron todos los datos juntos por lo que se usó el formato: RUN SUBFILES ALL.

Esta subrutina no tiene opciones y estadísticas propias, sino que proporciona la opción de usar tres procedimientos para después realizar el análisis: 1) la prueba de tendencias usando una aproximación polinomial, 2) el uso de contrastes ortogonales, 3) el uso de pruebas de comparaciones múltiples de medias. Este último fue el elegido dado que realmente interesaba saber si con los diferentes valores de las características (como el color) tenían medias diferentes en cada variable y por lo tanto se podría interpretar como una correlación entre unas y otras.

Dentro de las pruebas que ofrece el programa (ver Nie et al. 1975 p. 427) se decidió usar la prueba de Tukey por considerarse una prueba intermedia (ni

demasiado estricta ni demasiado laxa) a una $\alpha = 0.05$.

OPTIONS

Las opciones utilizadas fueron la 1,4,6 que son, respectivamente inclusión de datos perdidos, generar una tabla con número de casos, media, y desviación estándar en cada categoría; usa los primeros 8 caracteres de las etiquetas VAR LABELS para identificar las variables.

STATISTICS

Se usó la indicación ALL con lo que se obtuvo 1) número de casos, media, desviación y error estándar, mínimo y máximo y un intervalo de confianza al 95% de. 3) las pruebas de: Cochran, Bartlett y Hartley para cada análisis. De estas últimas se usó el valor de la prueba de Bartlett para determinar la homocedasticidad de las pruebas (cf. sección precedente).

Este mismo análisis se usó en la primera fase para determinar la utilidad del método del respirómetro para medir la respiración de los frutos, ya que se tenía duda de su utilidad práctica, sólo que en ese caso no se recurrió a las pruebas de comparaciones múltiples.

2.5.2.4.- Análisis de Factores.

El análisis de factores es un proceso cuyo cálculo matemático es sumamente complejo (Hope, 1970) por lo que la subrutina del SPSS lo es también, a continuación se describen, brevemente las instrucciones más relevantes y las opciones seleccionadas para el análisis aquí presentado.

Kim (1975) hace una descripción muy acertada de los aspectos generales del análisis de factores y de los tipos y opciones que ofrece el paquete SPSS. Con base en esta información y en la de otras fuentes se procedió a la selección de las siguientes instrucciones (en el anexo 2 aparece el listado completo de instrucciones para correr el análisis de factores y los resultados

obtenidos):

FACTORS

VARIABLES

Son todas las variables que van a ser consideradas en el análisis, las seleccionadas fueron: Peso, acidez, fuerza de la MPUI con y sin cáscara, sólidos insolubles en alcohol y miligramos de etileno/Kg/hora.

NFACTORS

Es el número máximo de factores que el usuario desea. Por "default" se usa el número de variables, en este trabajo, sabiendo que se trataba de explicar la mayor cantidad de información con el menor número de variables se solicitaron 4 factores con los que se suponía se explicaría más del 90%

MINEIGEN

Es el valor mínimo de los eigenvalores para que un Eigenvector sea considerado en el análisis. Se usó un valor de 0.1

ROTATE = VARIMAX

El programa ofrece varios tipos de rotación de los ejes principales. Se decidió usar VARIMAX, el cual maximiza la varianza de los cuadrados de los factores en cada columna, de esta forma pues la rotación genera aquéllos ejes que explican el mayor porcentaje de la varianza observada en la población.

OPTIONS

2.5.6.7.8

Con estas opciones se obtienen los siguientes resultados: (2) Eliminación de los valores perdidos. (5) Obtención de una matriz de correlación. (6) Obtención de la matriz de factores y de las comunales de cada variable. (7) Salida de la matriz de factores (eigenvectores). (8) Genera un archivo con la media y desviación estándar de las variables originales.

STATISTICS ALL

Al solicitar todas las estadísticas disponibles se obtiene: 1) listado de la medias y desviaciones de las variables originales. 2) matriz de correlación de las mismas variables. 3) determinante de la matriz de correlación y la inversa de ésta. 4) comunales, eigenvalores y porcentaje de la varianza explicada por cada uno. 5) factores iniciales (no rotados). 6) factores rotados y su matriz de transformación. 7) coeficientes de factores que son los coeficientes que, multiplicándolos por los datos originales permiten obtener los valores de la nueva variable. 8) la gráfica de los factores rotados indicando los centroides de las variables.

Posteriormente se hizo la evaluación de cada uno de los frutos, por medio de la instrucción **COMPUTE** con la se generó un valor de "textura" para cada fruto; es decir, se evaluaron los primeros dos factores (posteriormente solo se usó el primero para definir a la textura) multiplicando los coeficientes obtenidos en la corrida de factores por los valores de las variables consideradas en cada fruto. Se obtuvo la media, varianza y demás estadísticas descriptivas para las nuevas variables consideradas y para cada día de medición, corriendo una vez más la subrutina **CONDESCRIPTIVE** (ver 2.5.2.1.).

2.5.2.5.- Ajustes

Este proceso, fue el único que no se hizo a través del SPSS, parte se hizo a través de los programa **GRAFF** para los ajustes lineales y exponenciales del comportamiento en el tiempo de las variables. Este paquete, implementado en la misma computadora de la UAM-I genera no sólo la gráfica de dos dimensiones sino logra el ajuste más adecuado (basándose en el valor de r^2) entre los modelos lineal, exponencial, logarítmico o potencial (Frid *et al.* 1982). Para acceder a este paquete se generaron archivos

especiales de graficación, que contenían versiones reducidas de los datos que iban a ser procesados.

Los ajustes polinomiales se realizaron por medio del programa "Ajuste" implementado en lenguaje BASIC para microcomputadoras del tipo PC y es una traducción hecha por el autor de este trabajo de un programa de autor anónimo para computadoras Apple II.

Resulta evidente que de todos estos análisis se obtiene una gran cantidad de información, es labor del asesor estadístico filtrar esa información y proporcionar al investigador sólo la más relevante, reservando aquella que resulta demasiado técnica (estadísticamente hablando) y que puede ser solicitada para verificar los supuestos o algún aspecto particular del análisis o que simplemente fué generada por comodidad al desarrollar las corridas. En la tesis que dió origen a este trabajo se virtió la información que se consideró más relevante desde el punto de vista de los investigadores involucrados; en este trabajo se ahonda en estos resultados a fin de proporcionar una idea más clara del tratamiento que recibieron los datos.

3.- Resultados

3.1.- Selección de las Variables para la segunda fase:

Uno de los primeros puntos en los que se requirió de asesoramiento estadístico fue la selección de variables a partir de aquéllas consideradas en la primera fase. Las pruebas realizadas en la primera fase fueron:

3.1.1.- Respiración mediante el uso del respirómetro: Este aparato funciona a base de hacer circular aire en una cámara en la que se ha encerrado el fruto a considerar; este aire se enriquece de CO_2 y éste es fijado a través de una reacción con el Hidróxido de Bario ($BaOH$) (para detalles ver Yáñez 1988). Sin embargo, la bomba que impulsa el aire lo hacía de forma irregular dependiendo mucho de los cambios en la intensidad de la corriente eléctrica, además de que el flujo de aire tiene variaciones debido a fugas, sobre todo en el gran número de conexiones que tiene. Para probar si este proceso era confiable a pesar de esos errores se propuso un análisis de varianza simple (un sólo criterio de clasificación) a través del subprograma **ONE-WAY** del SPSS. Se usaron como datos exclusivamente los 3 tubos que se usan como control, es decir que no contienen fruto, y como grupos los diferentes tratamientos. Los resultados aparecen en la tabla 2, el valor de F es de 82.47 con 7 y 16 grados de libertad, significativa al 0.0001. Al ser grande la diferencia entre días se concluyó que la cantidad de CO_2 en los tubos "blancos" (sin fruta) dependió más de las condiciones del flujo de aire en ese día que de la respiración de los frutos. Este resultado se reforzó con los rangos de variación observados para frutos coetáneos en diferentes días de medición.

Se recomendó continuar usando la siguientes variables durante la segunda fase, debido a que parecían explicar un porcentaje de varianza relativamente grande: Acidez titulable, Sólidos insolubles en alcohol, Emanación de etileno (medida por Comatografía de gases. Las variables físico mecánicas que se

Tabla 2a Análisis de Varianza entre días para los tubos 'Blancos' del Respirómetro

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F
Intradías	16	0.601	0.038	82.47***
Entre días	7	21.688	3.098	
Total	23	22.289		

*** P < 0.001

Tabla 2b Valores extremos de mg de CO₂/Kg/Hr tomados con el Respirómetro para frutos Coetáneos

Día de Medición	Valor máximo	Valor mínimo
1	32.89	102.78
3	5.09	76.41
5	1.50	34.00
8	5.41	26.83
10	15.90	53.73

manejaron fueron: Todas las medidas de firmeza (con la MPUI y con ambos probadores manuales, con y sin cáscara) y el volumen total de jugo extraíble por fruto.

3.2.- Determinación del Tamaño de muestra:

Una vez que fueron establecidas las variables que se consideró importante medir durante la segunda fase del trabajo se procedió a determinar el tamaño óptimo de muestra. Se debió considerar el hecho de que las mediciones tenían que hacerse en diferentes lotes, ya que se manejaron pruebas destructivas, y que cada lote debería de ser manejado por una sola persona, quien debería realizar todas las mediciones arriba apuntadas en un solo día debido a que el almacenar la fruta podría traer cambios en la composición química de la fruta y por lo tanto afectar la textura.

Para la determinación numérica del tamaño de muestra se usaron los datos de la Firmeza con la MPUI en el 6^o día de almacenaje (esta determinación se hizo con base en una muestra aleatoria obtenida previamente a la 1^a compra). La selección de esta variable se hizo porque se consideró a ésta la más importante (Raj, 1979a y b) aunque no fuera la que tuviera el mayor coeficiente de variación (Cochram, 1977). Se usó el 6^o día de medición por ser el intermedio en la duración, además de ser el día en que mayor variación presentó esta variable.

Se usó la fórmula propuesta por Méndez (1976) para el caso en que no se desea hacer suposiciones sobre la distribución de las variables (una fórmula muy similar es propuesta por Schaffer, et al., 1987). Si bien la suposición de que la firmeza debe tener una distribución Normal es bastante aceptable, el número de frutos que se usaron en las pruebas preliminares (8) se consideró bajo, por lo que se decidió usar la fórmula 1 (Ver capítulo de Métodos), de la cual Méndez apunta que es la más conservadora dado que se basa en el coeficiente de variación deseado por el investigador para determinar el error aceptable en vez de la precisión.

De modo operativo se intentaron varios coeficientes de variación hasta obtener uno que cumpliera con los requisitos de ser aceptable estadísticamente hablando y generara a la vez un tamaño de muestra que pudiera ser manejable por una sola persona y para lograr todas las mediciones que debían hacerse. Los valores considerados fueron:

$$n = \frac{1}{(0.3)^2} \frac{(2.53)^2}{(3.33)^2} = 6.41 \sim 6 \text{ Frutos} \quad (1)$$

3.3.- Comportamiento de las variables con respecto al Tiempo de Almacenaje.

3.3.1.- Pérdida Fisiológica de Peso.

La pérdida de peso que sufre el fruto durante su almacenamiento se debe principalmente a la pérdida de agua por la transpiración, ésta se refleja no solo en el peso sino en la apariencia de la fruta, que se aprecia menos turgente al tacto cuando ha perdido agua. La cantidad de agua, y por tanto de peso, que se pierde en el proceso de almacenamiento se debe a factores externos como la humedad relativa del medio ambiente, y por otra parte se debe también a factores propios de la fruta, como el tamaño, la superficie expuesta, la presencia de cicatrices o daños mecánicos y a la composición de las células de la piel.

En las figuras 2 y 3 se muestra la pérdida fisiológica de peso en los grupos de frutos destinados a medir este efecto. Para obtener la pérdida de peso, se pesaron los 3 frutos juntos, el peso inicial se consideró como 100% con 0% de pérdida. En cada medición el peso era referido al peso inicial para determinar qué porcentaje del peso inicial representaba y por substracción al 100% se determinaba qué por ciento se había perdido. En las figuras se añade la recta de regresión, lineal simple, así como la r^2 de cada una.

En ambas gráficas, que corresponden respectivamente a la 1ª y

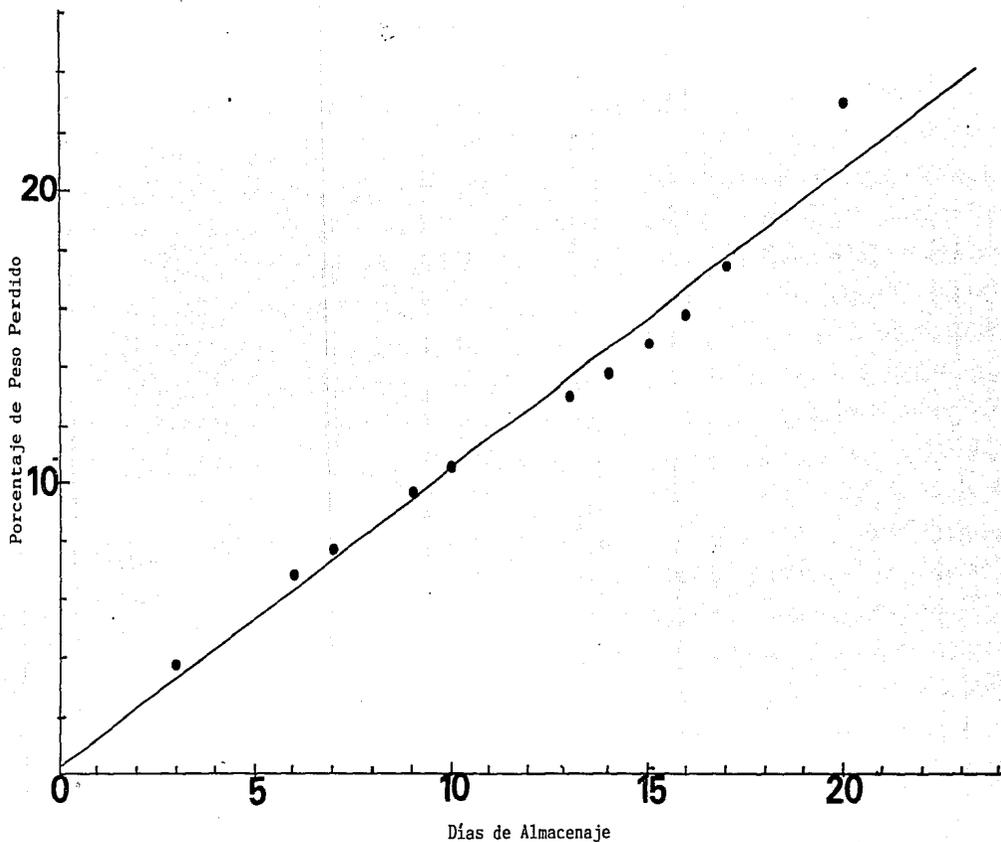


Figura 2.-

Pérdida Fisiológica de Peso, 1^a Compra, — Ajuste $y=a+bx$ ($a=0.257$, $b=1.017$, $r^2=0.9802$)

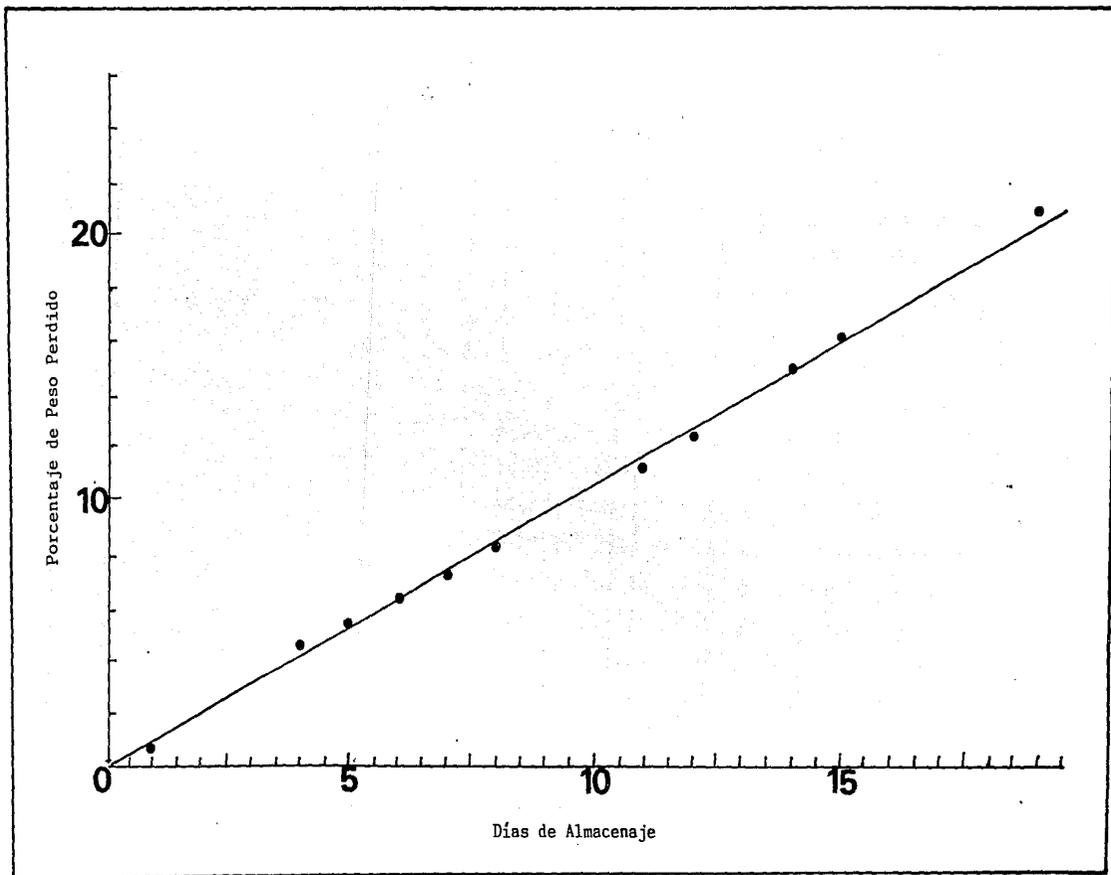


Figura 3.- Pérdida Fisiológica de Peso, 2^a Compra, —Ajuste $y=a+bx$ ($a=-0.182$, $b=1.075$, $r^2=0.9972$)

2^o compras se aprecia que el ajuste es muy bueno al modelo lineal ya que las r^2 son de 0.98 y 0.997 respectivamente para n de 11 (días de medición) en ambos casos, lo cual es altamente significativo. Las pendientes son de 1.017 y 1.075 respectivamente indicando que las frutas pierden aproximadamente el 1% diario de peso.

3.3.2.- Respiración.

Los resultados presentados en la figura 4 (en todas las gráficas se presenta la media +- un error estándar) permiten establecer los patrones de respiración, observándose un pico en la variable que alcanza los 15.76 mgCO₂/Kg/hr entre el sexto y el octavo días de almacenamiento. A este aumento de la actividad respiratoria controlada por aspectos hormonales, entre otros, se le conoce como **Climaterio** y es común en varios frutos (Yañez, 1988).

Desde el punto de vista estadístico, en esta variable resulta más práctico describir simplemente su comportamiento que ajustar un modelo (en este punto sería curvilíneo y tal vez exponencial), ya que lo más relevante en el aspecto técnico resulta la determinación del día en que la fruta alcanza el climaterio, más que el comportamiento general de la variable (como sucede con las demás). Es notable el incremento de la variación que se presenta para todas las variables en este punto, lo cual concuerda con lo expuesto por Isherwood (1958) quien indica que la varianza de todas las variables fisiológicas alcanza un máximo alrededor de los días del climaterio.

Esta variación se puede deber al hecho de que el climaterio está controlado, junto con otros factores, por hormonas, y al hecho de que los frutos, a pesar de ser coetáneos, no alcanzan una sincronía perfecta en su desarrollo postcosecha. Además del hecho demostrado de que en este punto existen cambios significativos en la vida del fruto.

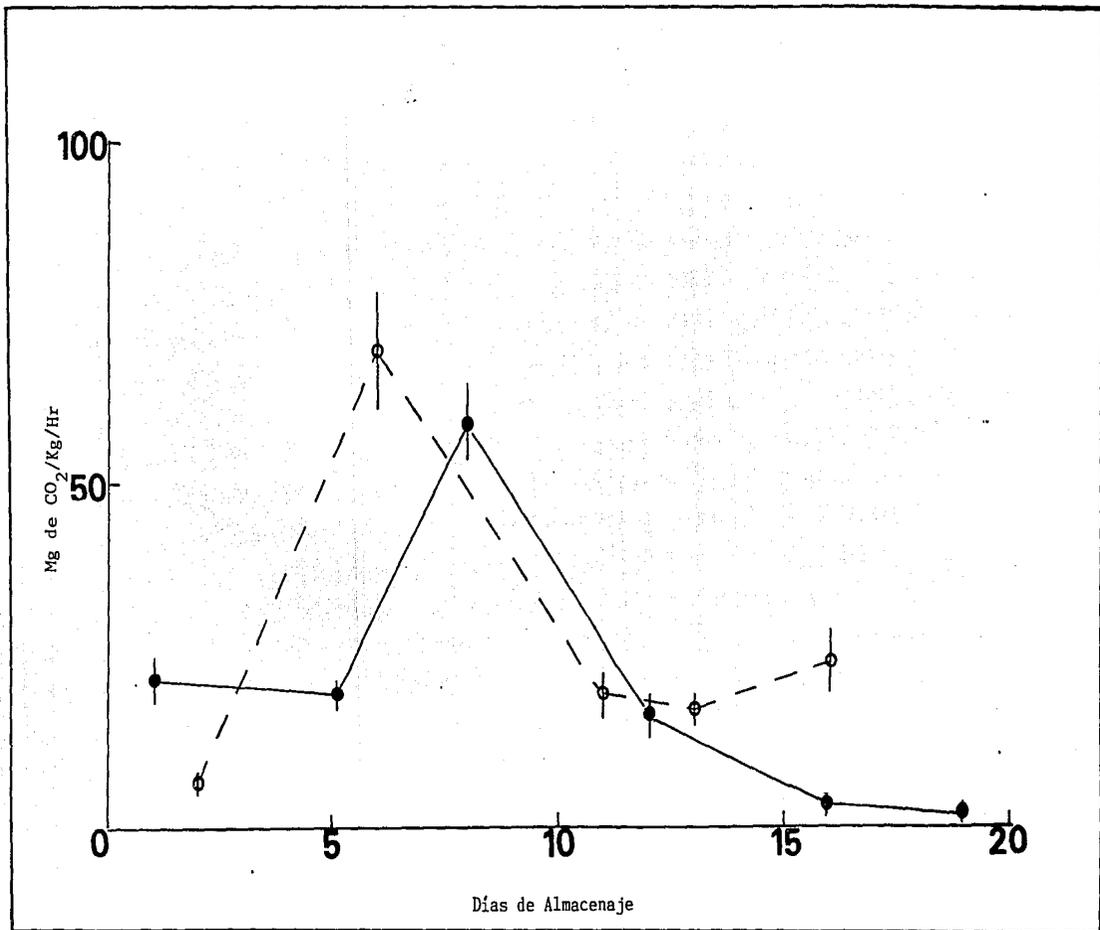


Figura 4.- Variación en la Respiración de los Frutos: ○ 1^a Compra, ● 2^a Compra.

El asesor estadístico debe de considerar en qué punto resulta más importante dejar los datos incluso sin un análisis estadístico a fin de que éstos manifiesten la realidad de los procesos expresados.

3.3.3.- Etileno.

Aunque resultó difícil de evaluar, se detectó una producción limitada de este compuesto desde la adquisición de la fruta y hasta el momento del climaterio; en las etapas subsecuentes no se detectó prácticamente nada de él, por esto no se consideró que resultara un buen indicador de los estados fisiológicos (como se había considerado antes de iniciar el trabajo). Estas afirmaciones técnicas llevan implícito el hecho de que no resulta relevante probar modelos que expliquen o predigan el comportamiento de esta variable.

3.3.4. Volumen de jugo.

En la figura 5 se reporta la variación que presenta la cantidad de jugo extraíble en el tiempo y ésta se puede comparar con la variabilidad del CO_2 (fig. 4). Esquemáticamente se puede describir el comportamiento de esta variable diciendo que presenta dos fases claramente distinguibles, una preclimatérica, en la que el promedio de jugo que puede extraerse de cada fruto es de 70 a 100 mL y otra, postclimatérica, en la que el jugo obtenido es prácticamente 0.

Fisiológicamente se explica por la integración de los líquidos intra celulares al tejido que a su vez ha sufrido la degradación de las paredes celulares.

3.3.5.- Firmeza.

La firmeza se define como la resistencia que ejerce el fruto a la penetración por un punzón de diámetro conocido; a pesar de que las pruebas se hicieron con y sin la piel del fruto no se presentaron diferencias en el patrón general de las curvas,

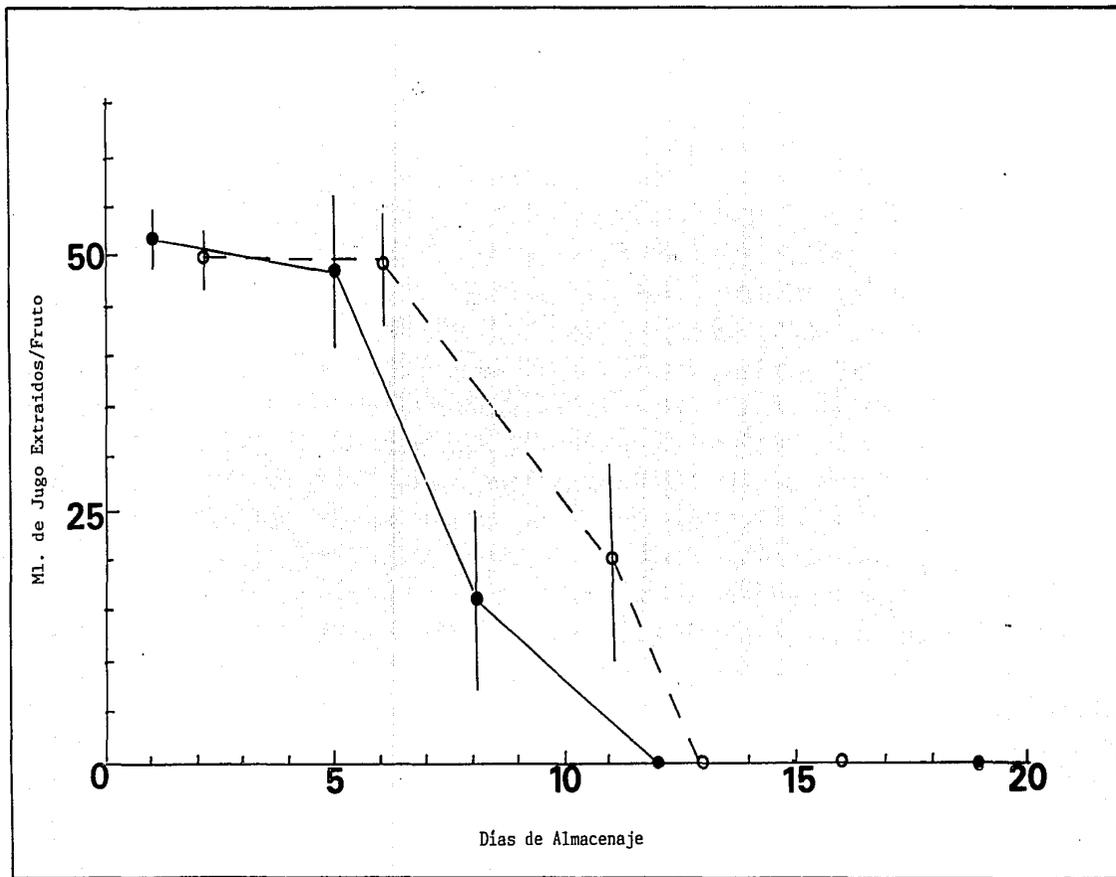


Figura 5.- Variación en la cantidad de jugo extraíble: ○ 1ª Compra, ● 2ª Compra

simplemente se encontró una diferencia en la magnitud de la presión requerida (figuras 6 y 7). Estos resultados, como se esperaba, fueron numéricamente más altos aquellos con piel que sin piel.

La tendencia general de la firmeza fue hacia una disminución gradual si bien ésta fue más evidente en las punciones sin piel, debido a que la cáscara proporciona una barrera que se va tornando elástica y por tanto no cambia tan evidentemente en la resistencia a la penetración.

Las penetraciones con la MPUI tuvieron un ajuste muy bueno a modelos curvinilíneos del tipo exponencial negativo, las r^2 encontradas fueron de 0.87 y 0.82 en las punciones con piel y 0.81 y 0.78 para las punciones sin piel. Resulta notable la disminución de la fuerza una vez que el fruto hubo pasado por el climaterio. Optimamente se podría considerar que el punto de inflexión de la curva debería coincidir con el climaterio, sin embargo, puede haber ligeras modificaciones que no permitan que se ajuste este modelo tan precisamente (ver figuras 6 y 7).

Las determinaciones que se obtuvieron en los probadores manuales mostraron las mismas tendencias hacia la reducción de la firmeza conforme avanza el periodo de almacenaje. Debido a las características de detección (Figura 1) el Probador Anzaldúa-Morales (PAM) es útil en las primeras etapas, en las que el fruto es extremadamente firme mientras que el EFFE-GI sólo detecta 11 Kg como fuerza máxima. Esto provoca que no exista una varianza en las mediciones, la cual no es producto de la naturaleza misma de la firmeza del fruto sino de la incapacidad del instrumento para detectarla. Por otro lado en la etapa final de la vida de almacén cuando el fruto es muy suave, el PAM penetra a éste con la simple colocación del punzon, lo cual, una vez más, no permite evaluar la variación de las mediciones que permita distinguir entre etapas. Por su parte el EFFE-GI sí resulta práctico cuando el fruto alcanza esta edad.

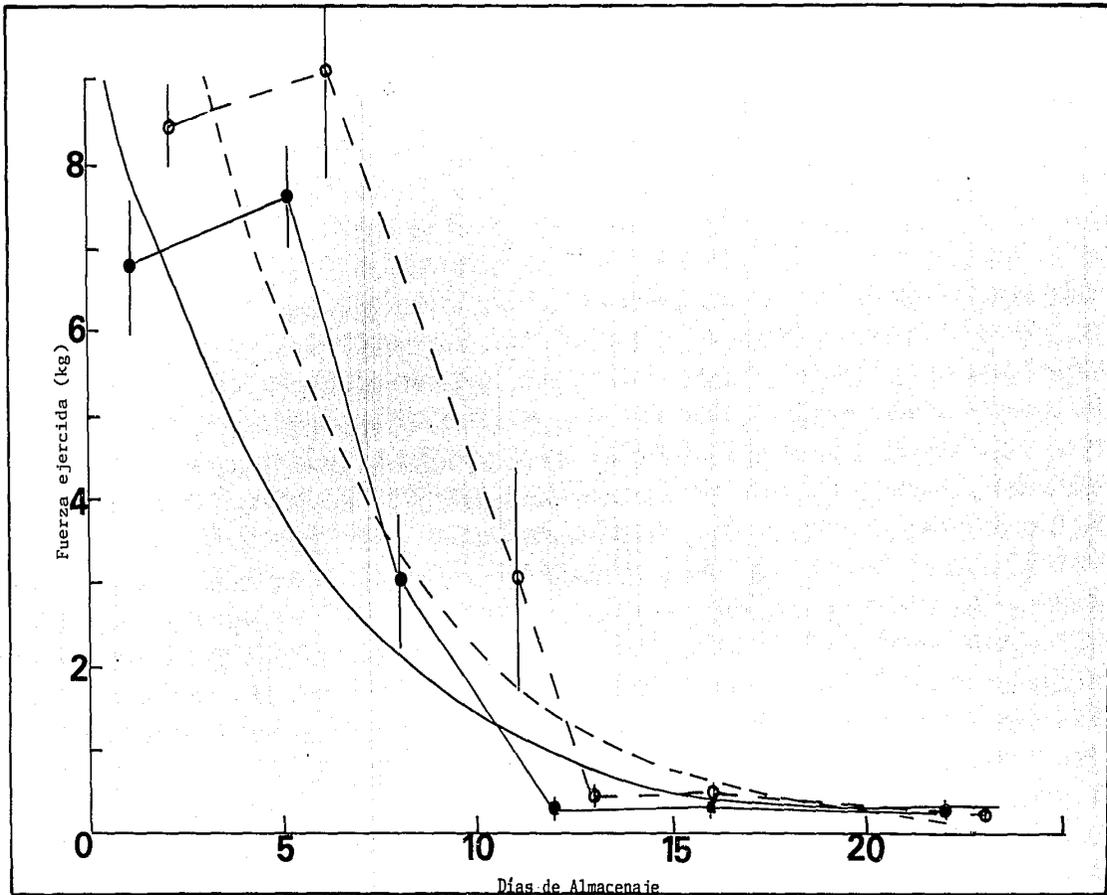


Figura 6.-

Varicación en la Fuerza ejercida por la Máquina Probadora Universal Instron: Mediciones con piel

○ 1ª Compra, --- Ajuste $y=ae^{bx}$ ($a=16.312$, $b=-0.204$, $r^2=0.8742$)

● 2ª Compra, — Ajuste $y=ae^{bx}$ ($a=9.503$, $b=-0.189$, $r^2=0.8252$)

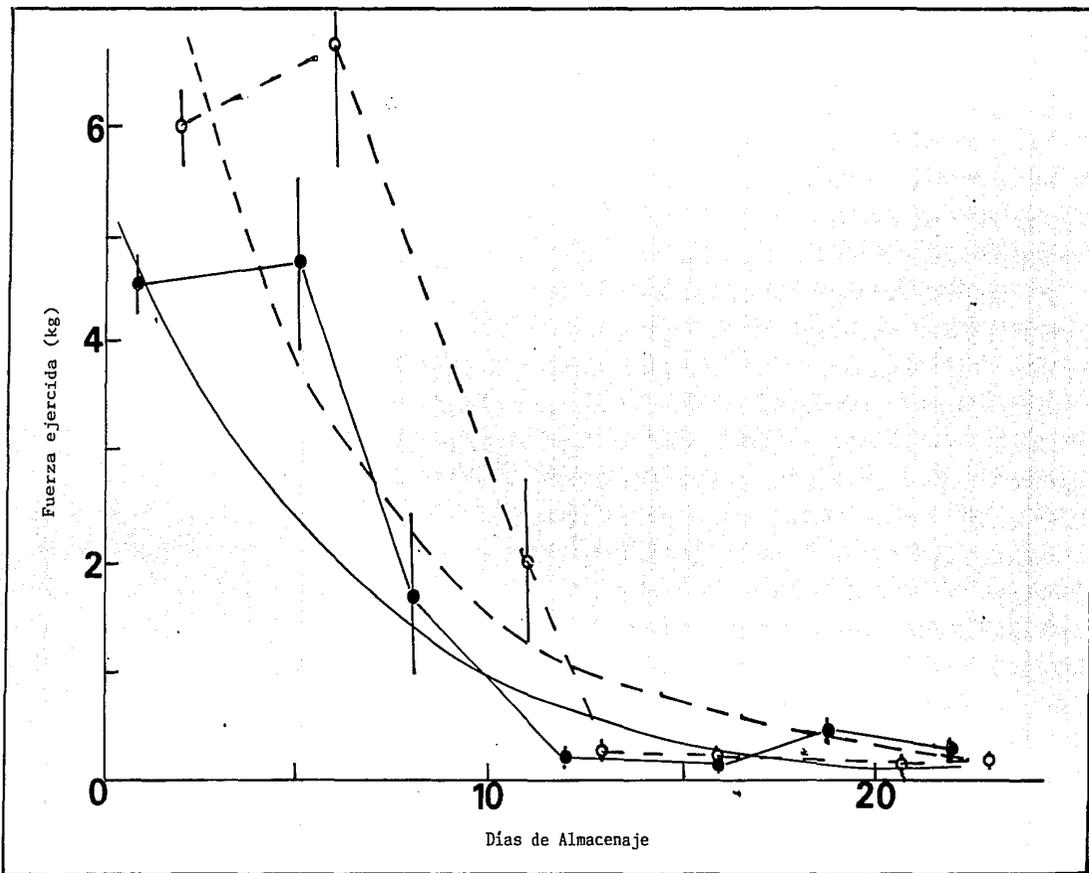


Figura 7.-

Variación en la Fuerza ejercida por la Máquina Probadora Universal Instron: Mediciones sin piel

○ 1ª Compra, --- Ajuste $y=ae^{bx}$ ($a=10.327$, $b=-0.198$, $r^2=0.8172$)

● 2ª Compra, — Ajuste $y=ae^{bx}$ ($a=5.397$, $b=-0.171$, $r^2=0.7832$)

El patrón de la firmeza de los frutos usando el FAM fue igual que al manifestado por la MPUI con un marcado descenso desde las etapas preclimáticas hasta las postclimáticas. Sin embargo, el modelo que presentó mejor ajuste fue rectilíneo y no curvo como en el caso de la MPUI. Obteniéndose en 3 de las 4 rectas r^2 superiores al 0.8 (0.9862 con piel 2ª compra, 0.8082 y 0.9222 sin piel en la 1ª y 2ª compras respectivamente; 0.5702 con piel 1ª compra). Este cambio de modelo puede deberse a que, como el FAM es un aparato que produce mayor varianza que la MPUI, la varianza en el climaterio no permitió que éste se reflejara en un punto de inflexión tan específico sino que "jaló" las regresiones para hacerlas rectilíneas (figuras 8 y 9).

3.3.5.1.- Relación entre Instrumentos.

Uno de los objetivos del trabajo de referencia consistía en establecer cómo se comportaban las mediciones realizadas con los instrumentos manuales, fáciles de adquirir; como el FAM y el EFFE-GI y las de los aparatos complejos, muy precisos como la MPUI. Antes de realizar una correlación entre las variables que generaron los instrumentos es necesario considerar lo siguiente: los frutos son entidades biológicas y por tanto presentan variabilidad por sí mismos aún cuando tengan el mismo tiempo de almacenaje. Por lo tanto se decidió hacer las punciones de ambos instrumentos en el mismo fruto, por esto sólo se pudo realizar medidas de dos instrumentos en cada fruto (se hicieron 2 con piel y dos cortando un pedacito de piel); a partir de estas mediciones se realizaron modelos de regresión.

El cambio en la magnitud de las medidas y en la precisión de las mismas no modifica las regresiones presentadas. Estos cambios en la magnitud se deben principalmente a la forma y diámetro de los punzones utilizados y en la forma en que cada instrumento aplica la fuerza de penetración como la Velocidad del Instrumento que es más constante en la MPUI que en el FAM y en el EFFE-GI.

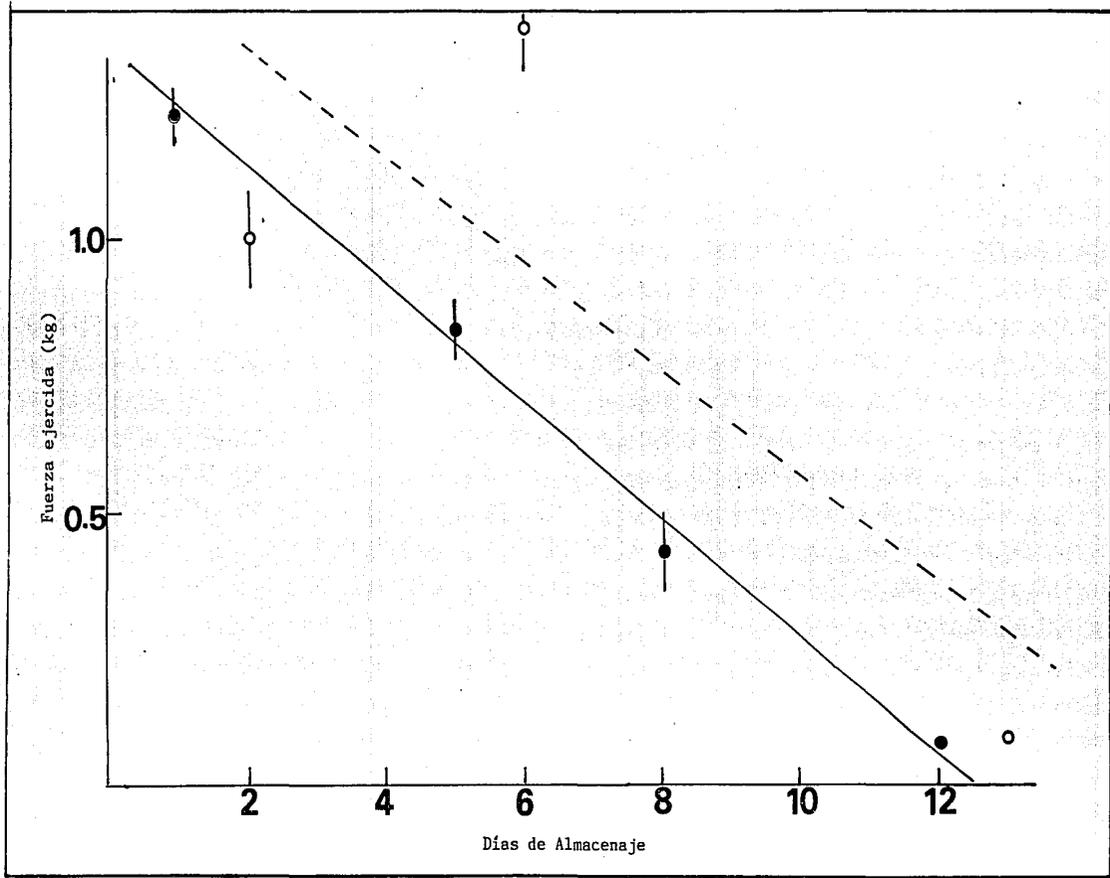


Figura 8.- Variación en la Fuerza ejercida por el Probador Anzaldúa-Morales: Mediciones con Piel

- 1ª Compra, --- Ajuste $y=a+bx$ ($a=1.535$, $b=-0.097$, $r^2=0.5707$)
- 2ª Compra, — Ajuste $y=a+bx$ ($a=1.334$, $b=-0.107$, $r^2=0.9862$)

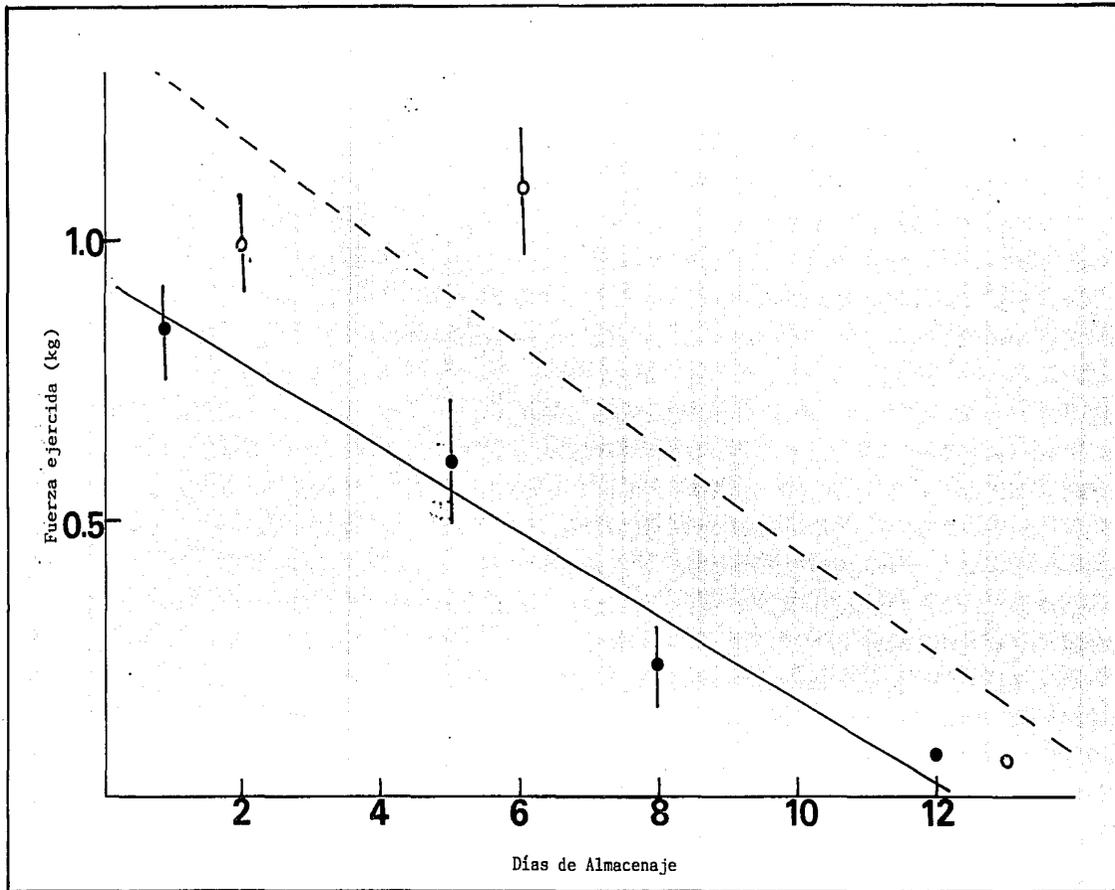


Figura 9.- Variación en la Fuerza ejercida por el Probador Anzaldúa-Morales: Mediciones sin piel
 ○ 1^a Compra --- Ajuste $y=a+bx$ ($a=1.365$, $b=-0.092$, $r^2=0.8082$)
 ● 2^a Compra, — Ajuste $y=a+bx$ ($a=0.933$, $b=-0.075$, $r^2=0.9222$)

Las regresiones entre las medidas de la MPUI y el EFFE-GI (que incluyen datos hacia el final de la época de almacenaje), las mediciones con piel no resultaron significativas ($r^2 = 0.1642$), sin embargo, en el caso de las medidas sin piel la correlación es altamente significativa $r^2 = 0.9522$ ($n = 21$) (ver Figura 10a y b), quizá se deba a que el aparato manual resulta mucho más sensible a la elasticidad que presenta la piel con el envejecimiento.

Las Correlaciones entre la MPUI y el PAM son altamente significativas en ambos casos (con y sin piel); las r^2 s son: 0.9502 y 0.7962 ($n = 18$), (figura 11a y b) con una $p < 0.001$ en ambos casos. Se puede apreciar que, salvo en el caso de las mediciones del EFFE-GI con Piel, estadísticamente es recomendable el uso de los instrumentos manuales como estimadores de la firmeza; dada esa falla del primero, el PAM aparece como el más práctico para recomendar a los comerciantes en pequeño. Sin embargo, hay que recordar que éste no resulta útil hacia el final del tiempo de almacenamiento.

3.3.6 Acidez titulable:

Esta variable, considerada dentro de las variables químicas, presentó una ligera disminución del primero al último día de almacenaje (1% en total) sin embargo la variabilidad existente entre los frutos en cada día de medición no permite que esta disminución resulte significativa en el Análisis de varianza entre días ($F = 1.4$ y 2.7 primera y segunda compra respectivamente), por lo que, estadísticamente, no se apreció esta disminución. No obstante, al realizar el ajuste (que resultó rectilíneo si se aprecia una pendiente negativa (Fig. 12), la validez de estos modelos no resulta confiable ya que presentan r^2 sumamente bajas (0.4602 y 0.3102, $n = 5$ y $n = 6$ para ambas compras).

3.3.7.- Sólidos Insolubles en Alcohol

Esta variable resulta un índice de la cantidad de pectinas, almidón y otras sustancias que ayudan a conformar la estructura interna del fruto, por lo general de alto peso molecular, las

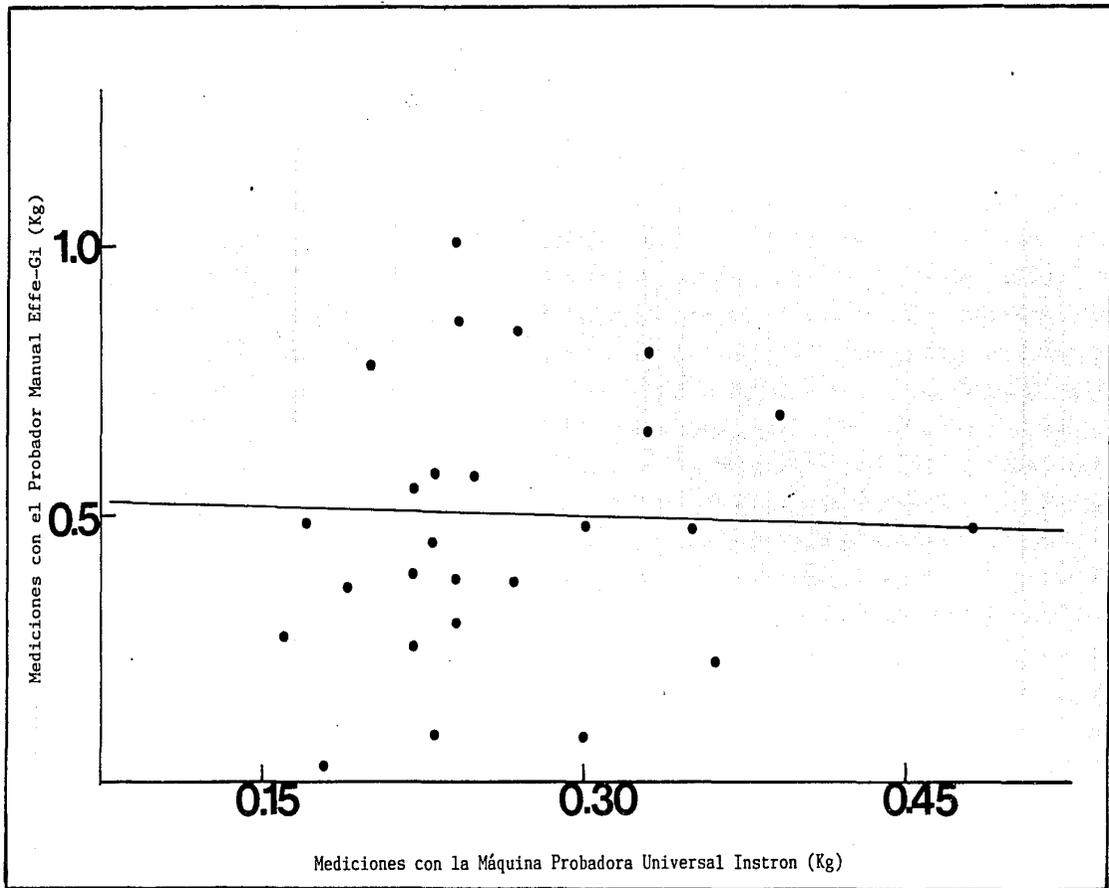
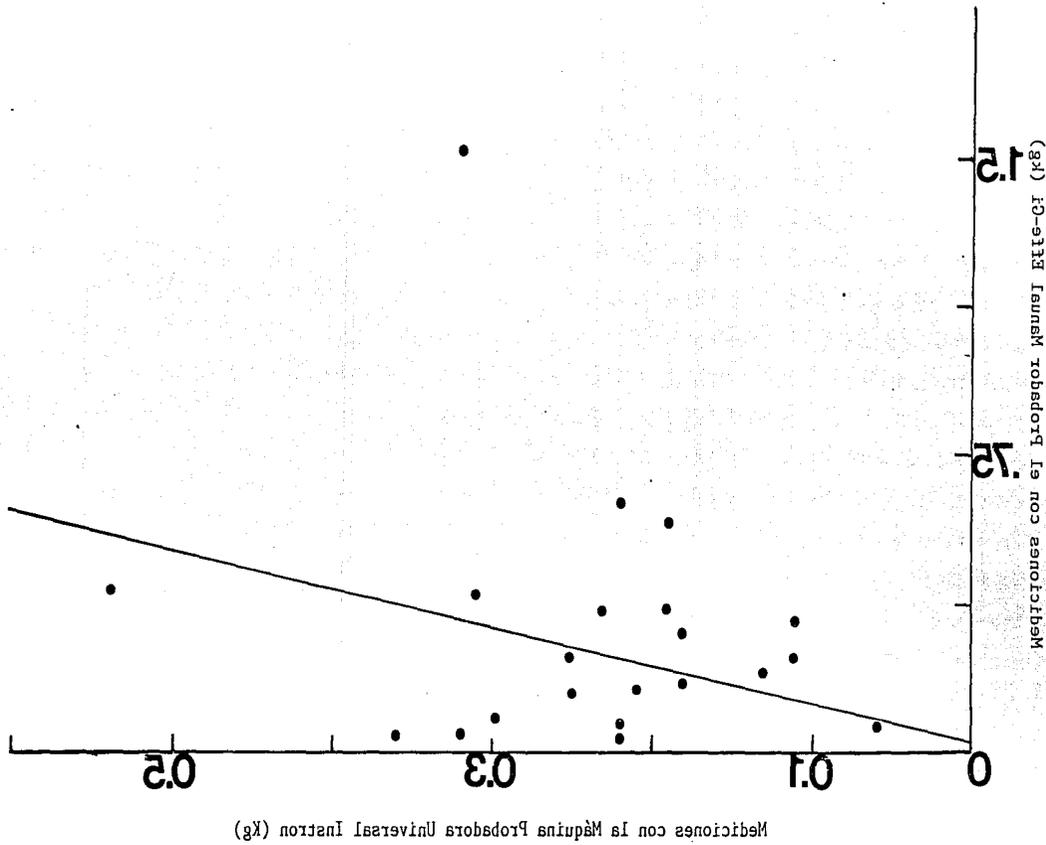


Figura 10a.-

Relación entre la MPUI y el Effe-Gi, Mediciones con piel: — Ajuste $y = a + bx$ ($a = 0.534$, $b = -0.140$, $r^2 = 0.1642$)

Figura 10b.- Relación entre la MPUI y el Effe-Gi, Mediciones sin Piel:—Ajuste $y=a+bx$ ($a=0.034$, $b=0.966$, $r^2=0.9252$)



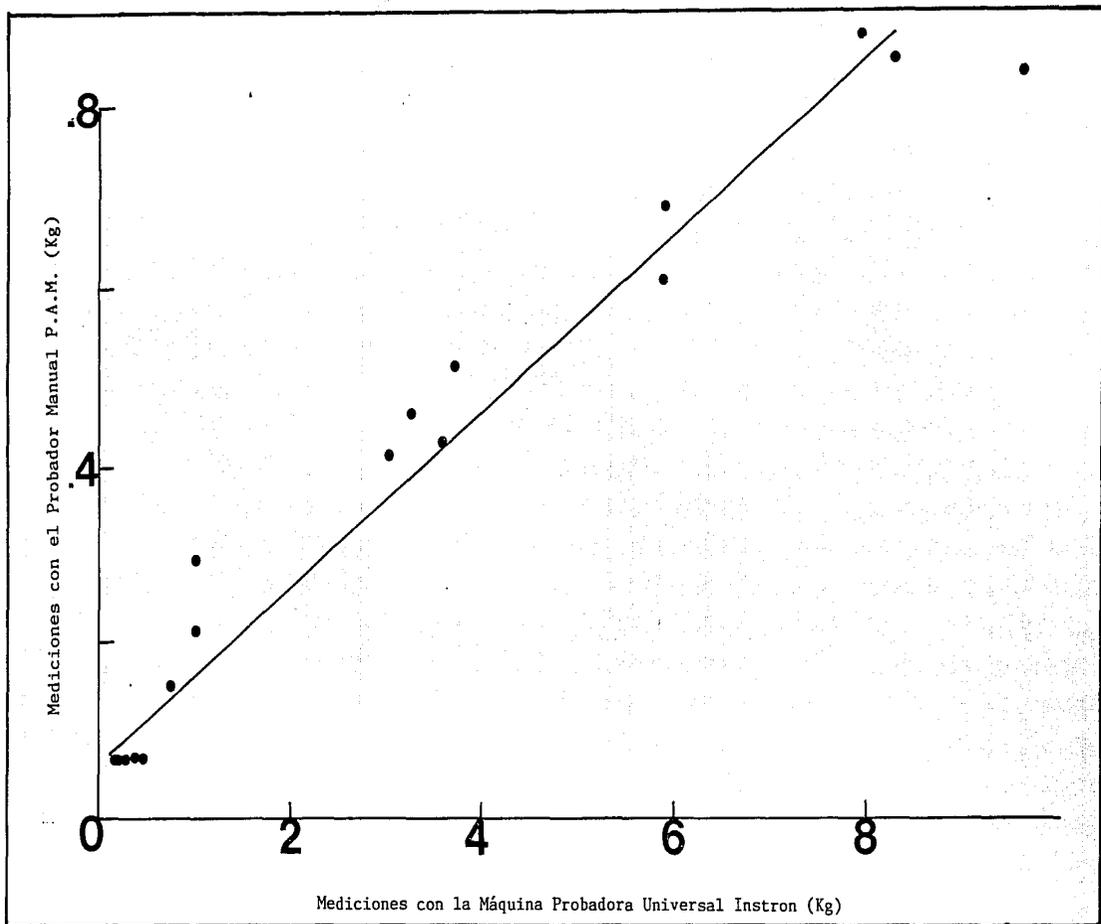


Figura 11a.- Relación entre la MPUI y el PAM, Mediciones con piel:—Ajuste $y=a+bx$ ($a=0.063$, $b=0.100$, $r^2=0.9502$)

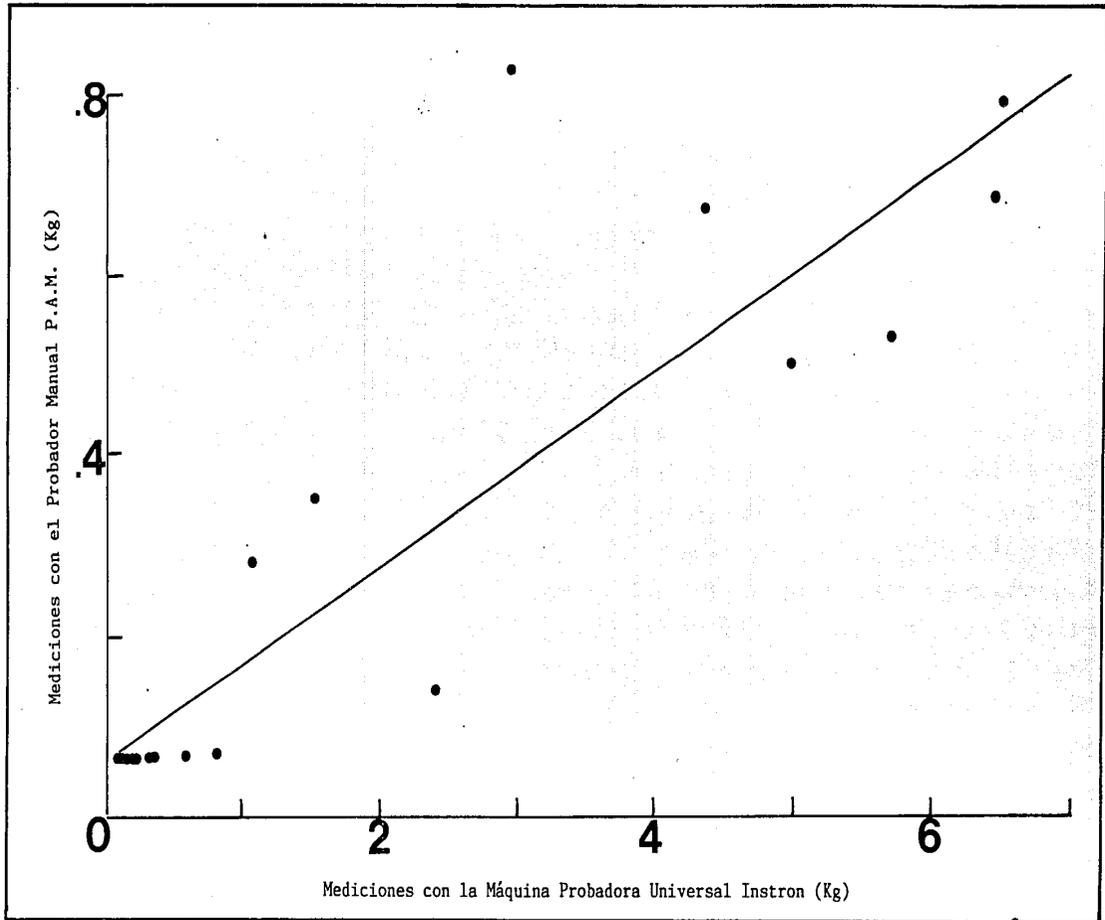


Figura 11b.- Relación entre la MPUI y el PAM, Mediciones sin piel:— Ajuste $y = a + bx$ ($a = 0.060$, $b = 0.109$, $r^2 = 0.7962$)

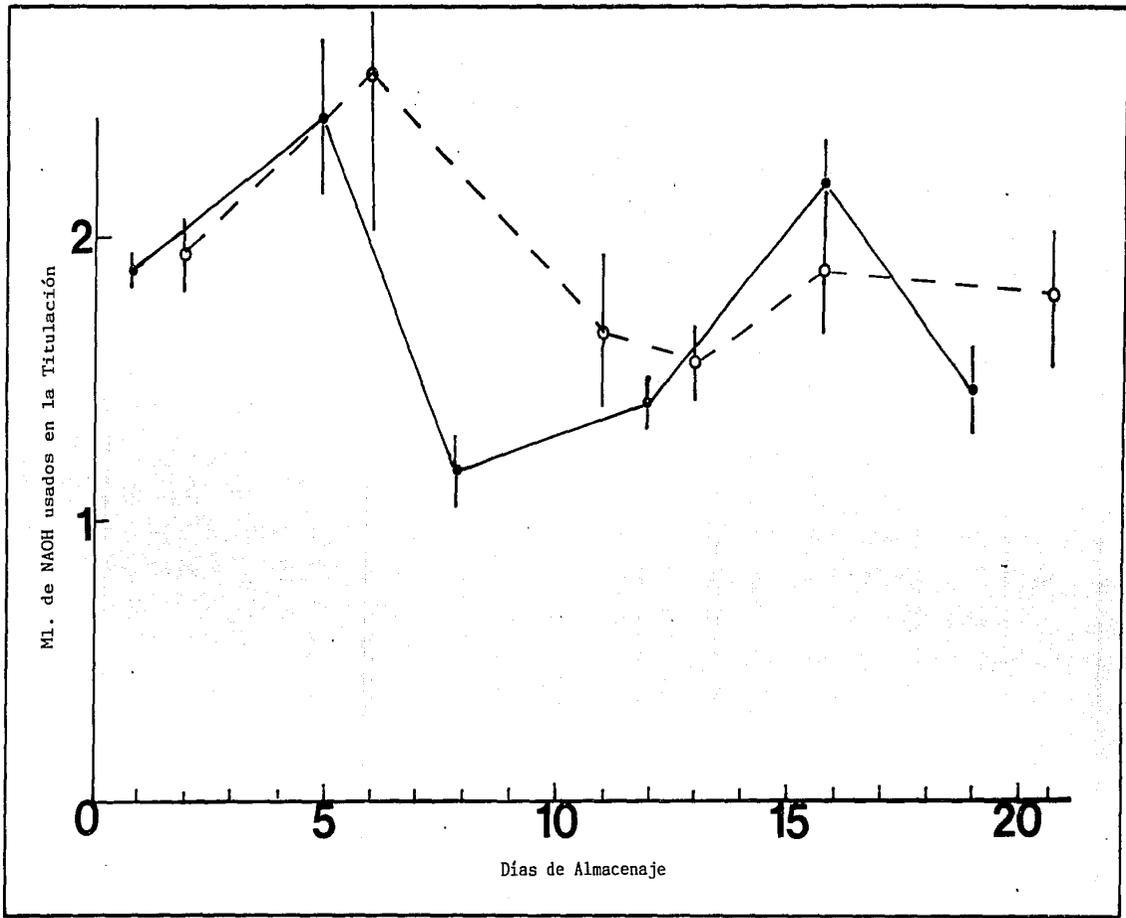


Figura 12.- Variación en la acidez: ○ 1ª Compra, ● 2ª Compra ($\bar{x} \pm E.S.$).

cuales gradualmente se van despolimerizando sobre todo una vez que el climaterio ha pasado. La figura 13 representa el comportamiento de esta variable en el tiempo, en este caso se puede apreciar que no se presentaron cambios en el contenido de esta variable a lo largo del periodo de almacenaje, aunque en la primera compra el patrón parece ser semejante a la variación de las variables fisiológicas, con una ligera elevación (no significativa) del valor medio en los días del climaterio y una disminución gradual hacia el final del tiempo de almacenaje.

3.4.- Características especiales.

3.4.1.- Forma del Fruto.

Los frutos se clasificaron de acuerdo a su forma, (no se tomó en cuenta tiempo de almacenaje) en: redondo, piriformes y aovados; durante la segunda compra se encontraron 18 redondos, 4 piriformes y 3 aovados. En los análisis de varianza corridos para verificar si la forma inflúa en alguna de las variables se encontró que ninguna de las siguientes variables reportaron diferencias significativas: fuerza de penetración con el FAM, acidez, sólidos insolubles en alcohol. Sólo la firmeza medida con la MPUI reportó ligeras diferencias (Tabla 3) resultando la piriforme la más difícil de penetrar.

3.4.2.- Presencia de enfermedades.

A pesar de que el chico puede presentar muchas enfermedades postcosecha (Yañez, 1988) para simplificar el análisis se dicotomizó a presencia o ausencia. Si bien se puede argumentar que las pruebas realizadas en este caso usaron pruebas de 2 medias.

La tabla 4 demuestra que la presencia de enfermedades repercutió en la fuerza requerida para la penetración ($p < 0.05$ $n_1 = 12$; $n_2 = 10$). Esto se explica ya que los organismos que afectan al fruto son principalmente hongos y larvas de mosca, que degradan la estructura interna; también se observó que la presencia de enfermedades tiende a ser mayor a medida que avanza la edad del

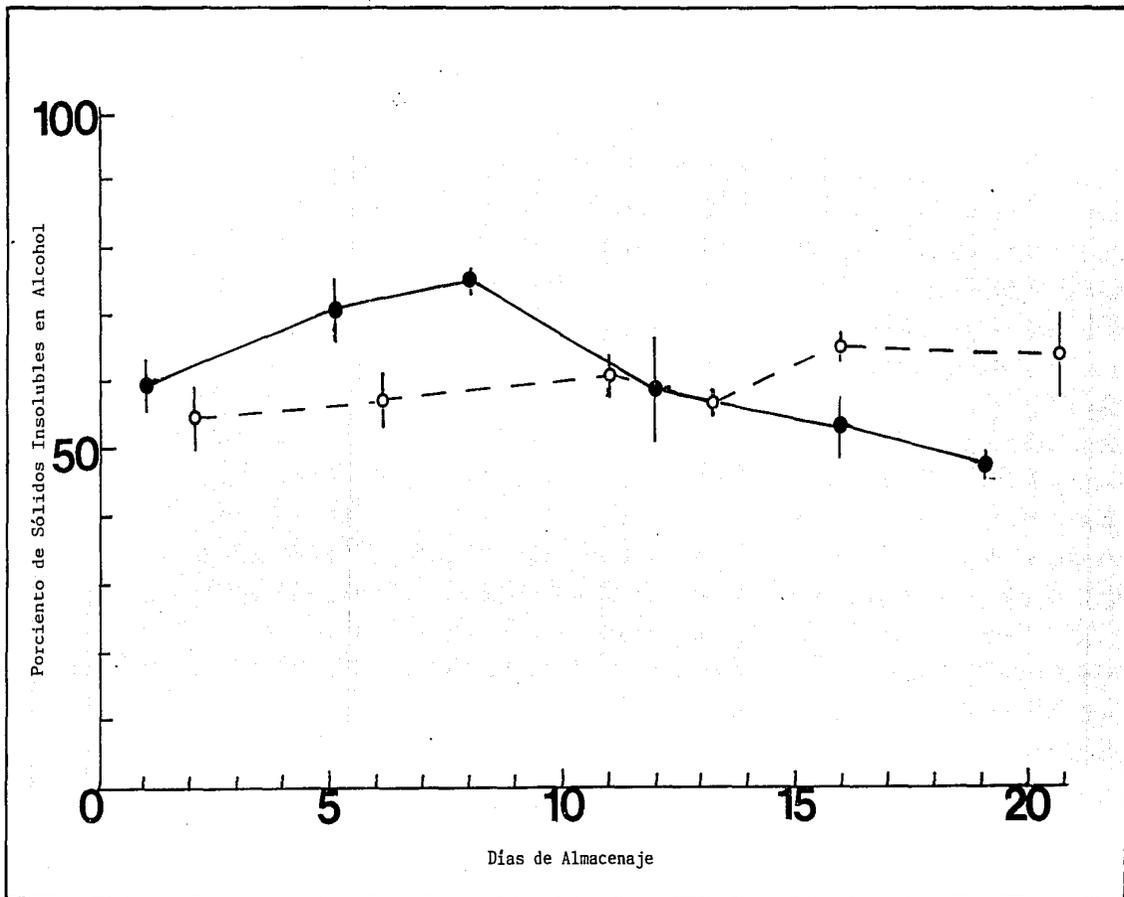


Figura 13.- Variación del Porcentaje de Sólidos Insolubles en alcohol: ○ 1ª Compra, ● 2ª Compra.

Tabla 3.- Comparaciones múltiples de medias para las variables consideradas entre las distintas Formas del Fruto. Letras iguales Horizontalmente indican que no hubo diferencia entre esas formas, los números indican la posición relativa de la media de mayor a menor, los números pequeños indican el tamaño de muestra cuando éste no es igual al del primer renglón

Variable	Aovada	Redonda	Piriforme	F	Sig.
n	57	22	7	-	-
Peso	155.22a	166.54a	161.60a	1.14	0.326
Diámetro	6.05a	6.52b	6.52ab	6.15	0.003
Acidez	1.61a	2.00b	1.70ab	2.45	0.058
F.MPUI c/c	2.36a	4.08ab	8.76b	4.59	0.013
F.MPUI s/c	1.56a	2.87ab	5.96b	4.91	0.010
SIAL *	60.11a	62.49a	54.11a	0.77	0.469
F.PAM c/c	2.52a (29)	0.75a (11)	1.0a (2)	1.212	0.308
F.PAM s/c	2.41a (29)	0.58a (11)	1.0a (2)	1.256	0.296
F.EFFE-GI c/c	0.46a (22)	0.70b (8)	---	4.625	0.040
F.EFFE-GI s/c	0.20a (22)	0.38b (8)	---	2.062	0.162

*las abreviaturas y unidades son equivalentes a la tabla 1

Tabla 4.- Comparaciones de medias para las

variables consideradas entre la Presencia y Ausencia de enfermedades
 Los números indican la posición relativa de la media de mayor a menor

Variable	Sanas	Enfermas	F	Sig.
n	71	10	-	-
Peso	157.10	168.65	1.12	0.255
Diámetro	6.15	6.49	3.20	0.080
Acidez	1.71	1.75	0.02	0.888
F.MFUI c/c	3.34	0.47	5.61	0.020
F.MFUI s/c	2.24	0.44	4.41	0.039
SIAL*	60.81	59.16	0.21	0.651
F.PAM c/c	2.24	0.08	1.87	0.179
F.PAM s/c	2.11	0.06	1.63	0.208
F.EFFE. c/c	0.53	0.27	0.82	0.372
F.EFFE. s/c	0.24	0.33	0.07	0.797

*las abreviaturas y unidades son equivalentes a la tabla 1

fruto. La diferencia no fué detectada por los probadores manuales dado el bajo poder de discriminación de éstos.

No parece haber relación entre las características químicas y la presencia de enfermedades, sin embargo, se nota un ligero aumento en la acidez y una leve disminución del porcentaje de sólidos insolubles en alcohol, a pesar de lo cual también puede ser éste un efecto confundido con la maduración de los frutos.

3.4.3.- Color de la Pulpa.

El color de la pulpa varió gradualmente durante la maduración de los frutos (Fig. 14). Los colores amarillentos o, en general, claros, tienen una relación con valores elevados de acidez, sin embargo no hay diferencias significativas en ninguno de los parámetros excepto en la fuerza ejercida por la MPUI en la que solamente los extremos resultan diferentes (Tabla 5)

3.5.- Textura

La variable denominada "Textura" es no tangible ya que resulta de la combinación de las variables medidas a través del análisis de Factores. Eliminando las variables que presentaron un alto valor de correlaciones (ver Tabla 6) se decidió realizar el análisis de factores con 6 variables:

- Peso de la fruta (V. física).
- Sólidos Insolubles en alcohol (V. química).
- Fuerza de la MPUI con y sin piel (V. instrumental)
- Respiración ($\text{mgCO}_2/\text{Kg}/\text{Hr}$) (V. fisiológica)

En un primer paso se obtuvieron 6 factores, de los cuales entre los 4 primeros explicaron 91.4% de la varianza, con lo cual se comprobó que la selección de 4 factores hecha desde el principio (ver anexo 2 página 7 del listado). Al rotar la matriz y obtener los nuevos factores los dos primeros explican el 91.2% de la varianza, en ambos casos la comunalidad resulta más alta en las variables que miden la firmeza, lo cual confirma que ésta es la

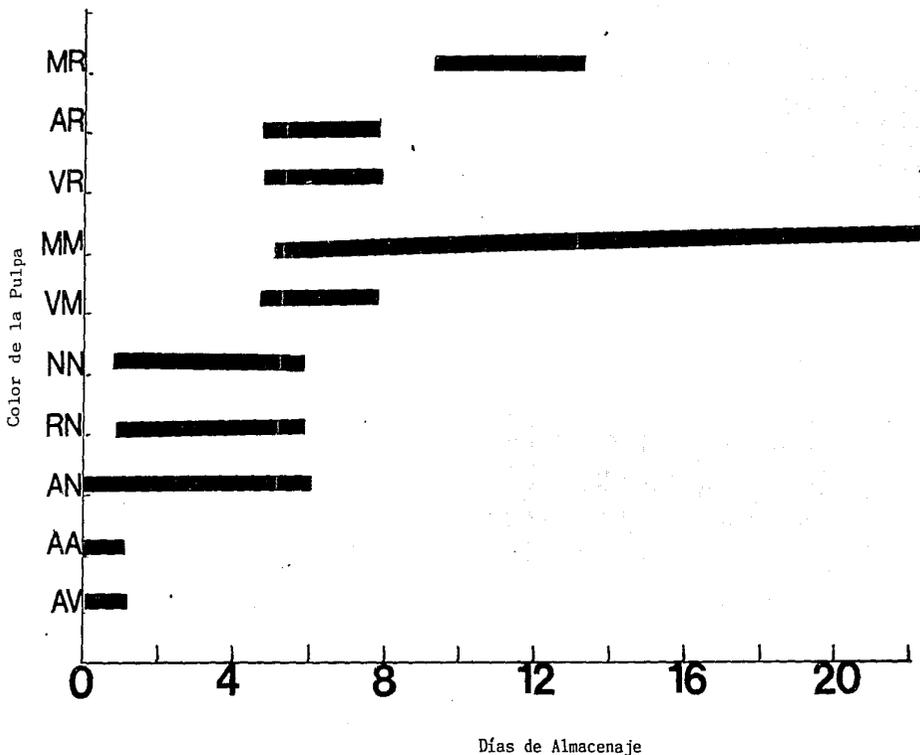


Figura 14.-

Variaciones en el Color de la Pulpa: AV=Amarillo-Verdoso, AA=Amarillo, AN=Amarillo-Naranja, RN=Rojo-Naranja, NN=Naranja, VM=Verde-Marrón, MM=Marrón (Café), VR=Verde-Rojiso, AR=Amarillo-Rojiso, MR=Marrón-Rojiso

Tabla 5.- Comparaciones múltiples de medias para las variables consideradas entre los distintos colores de la pulpa. Letras iguales verticalmente indican que no hubo diferencia entre esos colores para la variable, los números indican el orden en el que quedaron ordenadas las muestras

Día	n	Peso	Diámetro	ACID*	Fza.MFUI c/piel	Fza.MFUI s/piel	SIAL*
AV	3	172.3a	6.39 a	1.90a	7.58ab	4.66a	59.06a
AA	2	178.8a	6.48 a	1.70a	4.77ab	2.59a	70.92a
AN	3	182.5a	6.62 a	2.23a	5.64ab	3.95a	66.48a
RN	3	171.9a	6.37 a	2.56a	8.67 b	5.51a	68.38a
NN	2	147.8a	5.84 a	2.10a	6.84ab	4.42a	68.42a
VC	1	124.3a	5.88 a	0.80a	1.00ab	0.59a	74.54a
CC	22	144.4a	6.88 a	1.35a	1.68ab	1.59a	54.26a
VR	1	167.8a	6.25 a	1.00a	5.89ab	4.97a	70.29a
AR	2	130.0a	5.82 a	1.20a	3.34ab	1.36a	72.60a
CR	3	173.0a	6.27 a	1.40a	0.24a	0.17a	66.45a
F	-	0.936	0.669	2.191	4.055	1.353	1.831
Sig.	-	0.504	0.730	0.05	0.002	0.248	0.101

*las abreviaturas y unidades son equivalentes a la tabla 1

Tabla 6.- Indices de correlación (r) y significancia entre paréntesis, de los mismos, en todos los pares de variables

	PESO	DIAM	VOJU	FICC	FISC	FPAMC	FPAMS	SIAL
PESO	1.000							
DIAM	0.833 (.001)	1.000						
VOJU	0.478 (.001)	0.504 (.001)	1.000					
FICC	0.305 (.019)	0.384 (.001)	0.824 (.001)	1.000				
FISC	0.284 (.029)	0.373 (.004)	0.761 (.001)	0.971 (.001)	1.000			
FPAMC**	0.439 (.001)	0.478 (.001)	0.769 (.001)	0.779 (.001)	-----	1.000		
FPAMS*	0.446 (.001)	0.529 (.001)	0.797 (.001)	0.751 (.001)	-----	0.863 (.001)	1.000	
SIAL	0.148 (.264)	0.123 (.350)	0.180 (.171)	0.103 (.439)	-0.059 (.659)	0.009 (.995)	0.044 (.740)	1.000
ACID	0.214 (.100)	0.212 (.107)	0.387 (.002)	0.361 (.005)	0.364 (.004)	0.502 (.001)	0.526 (.001)	-0.047 (.724)

*las abreviaturas y unidades son equivalentes a la tabla 1
 y Fuerzas con el PAM, con y sin cáscara respectivamente

variable principal.

La matriz que aparece en la página 9 del anexo 2 se uso para interpretar los factores:

El Primer factor es un valor bidireccional, (contiene coeficientes con signos positivos y negativos) y esta claramente dominado, como era de esperarse viendo la comunalidad, por la firmeza sin cáscara y con ella, medidas ambas, con la MPUI, posteriormente la acidez, la respiración (con signo negativo) y casi sin importancia el peso del fruto y el contenido porcentual de sólidos insolubles en alcohol.

El segundo factor también es bidireccional, pero se encuentra dominado por la medida de la respiración (con signo negativo), seguidas por los sólidos insolubles en alcohol y las fuerzas de penetración con y sin piel, la acidez aparece en este factor con signo negativo y el peso vuelve a ser el menos relevante. En la Figura 15 se aprecia la distribución de los centroides de las variables, graficadas de acuerdo al primero y segundo factores en ella se aprecia que el factor 1 ayuda a distinguir las variables físicas y la acidez de las demás, mientras que el segundo factor separa a las mismas variables físicas y las agrupa con los sólidos insolubles y forma dos pequeños grupos más, uno con el peso y la acidez y otro con la respiración.

El factor 3 explica sólo el 8% de la varianza, es un factor unidireccional y se encuentra dominado por la acidez y el peso seguidas, respectivamente, por las fuerzas con y sin piel y los sólidos insolubles en alcohol, la respiración es el valor menos significativo.

El último factor explica, tan solo, el 0.7% de la varianza total, los coeficientes son muy pequeños y se nota la dominancia de las firmezas, de las cuales la estimada sin piel aparece con signo negativo.

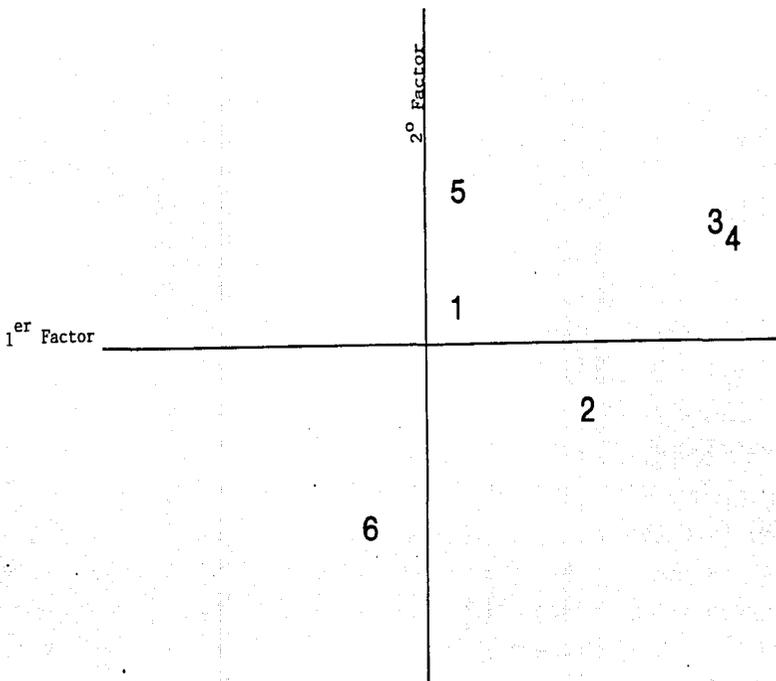


Figura 15.- Centroides de la Variables en el 1^o y 2^o Factores: 1=Peso, 2=Acidez, 3=Fza. MPUI con piel, 4=Fza. MPUI sin piel, 5=Sólidos Insolubles en Alcohol, 6=Mg. de CO₂ /Kg/Hr

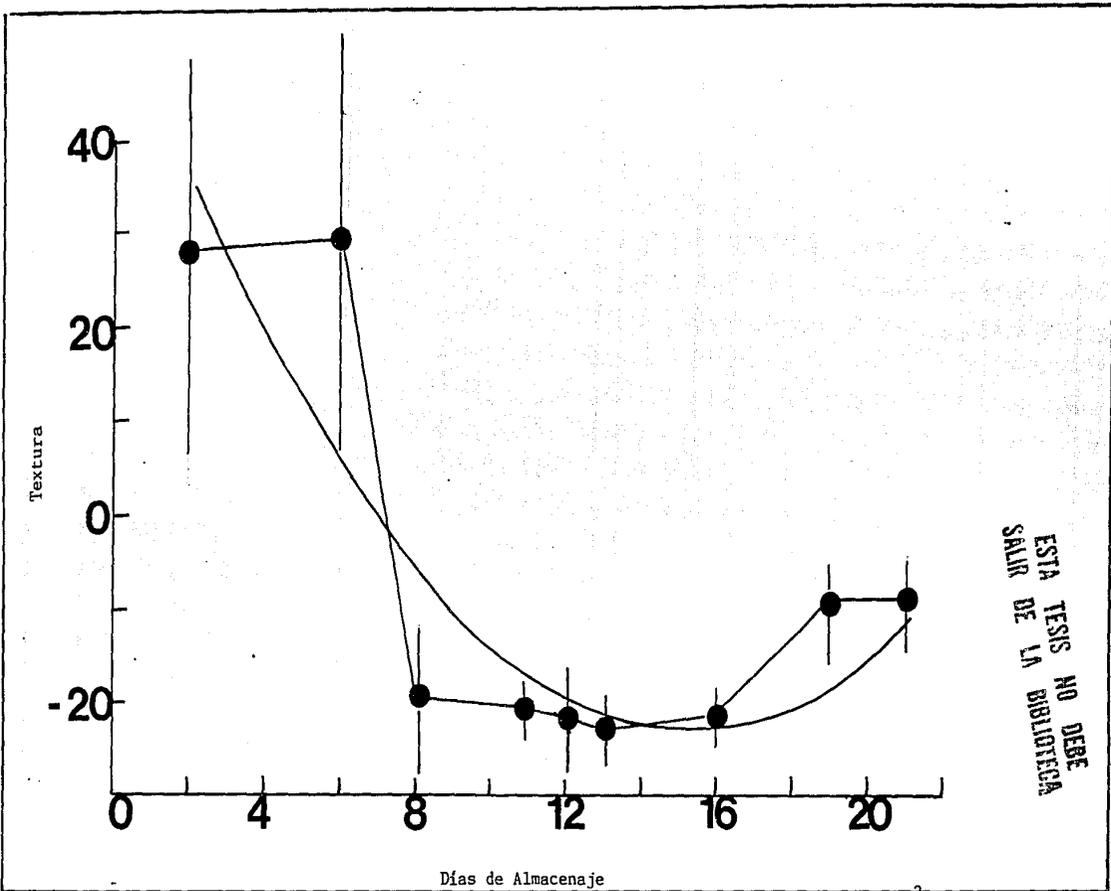
Como una interpretación general se puede apreciar que la firmeza, en sus dos formas, es la variante que más domina, si se trata de definir textura resulta la más ligada con ésta. Las variables químicas (acidez y sólidos insolubles en alcohol) y fisiológica (respiración) tienen un segundo nivel de importancia y la, que parece tener menor impacto relativo es el peso del fruto.

Para la evaluación de los factores en cada uno de los casos se usaron los valores denominados FACTOR SCORE COEFFICIENTS. En la pagina 10 del listado (que aparece en el anexo 2) se muestran estos coeficientes con 5 decimales, en la práctica se insertó al programa de instrucciones una línea COMPUTE para generar, usando el subprograma CONDESCREPTIVE, los valores en cada uno de los frutos estudiados de donde se obtuvo los valores promedios y errores estándar que aparecen en la figura 16 en la cual se puede apreciar la variación que tiene la textura en el tiempo. Los coeficientes usados fueron:

Fuerza de la MPUI sin Piel	0.856
Fuerza de la MPUI sin Piel	0.145
mg de CO ₂ /Kg / Hr	0.088
Sólidos insolubles en alcohol	-0.102
Peso del fruto	-0.112

La multiplicación de estos coeficientes por los valores de las variables en cada fruto estudiado generan la variable que se denominó TEXTURA.

En la figura 16 se aprecian 2 fases, la primera con valores altos de textura que sin duda corresponden a los valores más altos de firmeza, además de acidez. La segunda con valores extremadamente bajos. El cambio entre las dos mesetas se presenta en forma de una baja de la textura que coincide con los días de almacenaje a los que se presentó el climaterio, momento en que la fruta alcanza su madurez e inicia su declinación. La subdivisión



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Figura 16.- Variación de la Textura en el Tiempo: ● Datos observados, Ajuste $y = a + bx + cx^2$
($a = 55.852$, $b = -10.544$, $c = 0.348$)

en más etapas se basa más en la información anexa, como la información sensorial o bien con el cambio de probador manual.

3.6.- Aplicaciones prácticas.

Uno de los principales objetivos del trabajo fue la de obtener una tabla (la Tabla 7) de aplicación práctica que ayudaría a determinar los grados de envejecimiento de la fruta y el tiempo que le restaba en su vida de anaquel.

A los grados de madurez obtenidos a partir del análisis de factores se añadieron los datos obtenidos del análisis organoléptico, para establecer los siguientes grados discretos en el desarrollo del fruto. Se proporciona, además la información de los promedios de cada variable durante los días que comprende el período definido para grado de madurez. Los grados son:

1.-Preclimaterio: Está caracterizado por la liberación de gases con un promedio de 15.76 mg CO_2 /Kg/Hr, y 33.56 mg C_2H_4 /Kg/Hr, una acidez titulable alta de 2.14 mL de NaOH(0.01), gran cantidad de sólidos Insolubles en Alcohol (57.05%); el fruto es muy firme (7.8 kg fza según la MPUI y 1 kg según el probador manual PAM) el color de la pulpa es básicamente amarillo-verdoso.

2.-Climaterio: se presenta del 6° al 8° día de almacenaje. Un fruto promedio libera 65 mg CO_2 /Kg/Hr, y 0.72 mg C_2H_4 /Kg/Hr, las variables físico-químicas presentan una varianza máxima, tal y como se reporta en la literatura (Isherwood, 1958). Sin embargo la fuerza que requiere la MPUI para penetrar el fruto no varía considerablemente (6.072 kg) y 0.966 kg con el probador manual. El color de la pulpa alcanza varias tonalidades.

3.- Postclimaterio I o primera etapa de senescencia: Esta etapa se caracteriza por la escasa liberación de dióxido de Carbono (23 mg CO_2 /Kg/Hr,) y no hay detección de etileno. Se dá del 8° al 9° día después de haber llegado la fruta al lugar de almacenamiento, la cantidad de jugo libre es muy baja 28.24 mL/fto

Tabla 7.-Determinación de los grados de Madurez y Senescencia del Chicozapote con base en las mediciones del Probador Manual PAM y a la textura (factor 1)

Valor del PAM Kg	Valor de la Textura (Factor)	Quedan días	Grado de Madurez	Opinión del Juez
2.00 - 1.50	33.70 - 11.98	9	Preclimaterio	No consumir
1.04 - 0.94	4.74 - 0.93	7	Climaterio	No consumir
0.86 - 0.64	-5.97 - -5.14	4 a 5	Postclimaterio	Consumir
0.50 - 0.16	-17.366 a -21.8	2 a 3	Postclimat. II	Consumo inmediato
0.99 ⁴ No se mide	-23.124 a -	0	Postclimat. III	No consumir

y la fuerza de penetración disminuyó drásticamente a 1.25 kg según la MPUI con piel y 0.072 kg según el PAM. El color de la pulpa se torna marrón o rojizo. Este es el grado más adecuado para su consumo.

4.-Postclimaterio II o segunda fase de senescencia: Esta etapa se caracteriza por la nula detección de etileno y CO_2 así como de la obtención de jugo. Se presenta, en promedio a partir del 10^o día, el fruto es sómamente frágil (0.276 kg en la MPUI, y el PAM no es útil ya para detectar la fuerza requerida para penetrar al fruto). El color de la pulpa se torna oscuro y tiene una consistencia pastosa y los olores que despide son muy poco agradables.

Dado que la obtención de equipo tan sofisticado como la MPUI es difícil para los comerciantes en pequeño se decidió generar una tabla práctica que permita relacionar los datos de la MPUI con base en las mediciones del PAM.

Para lograrlo se realizó una regresión lineal entre los datos de la penetración del PAM y la Textura evaluada de acuerdo al análisis de factores, obteniendo una regresión con un índice de correlación de 0.79, por lo que los resultados que aparecen en la tabla 7 permiten conocer los valores de textura tomando como base los datos del PAM, y así poder determinar el número de días de almacenamiento que restan al fruto.

4.- Conclusiones y Recomendaciones:

4.1.- Sobre el objeto de estudio:

Es factible, aunque difícil, establecer los grados de madurez y envejecimiento del Chicozapote a nivel de la Central de Abastos. La falta de un índice de corte que permita determinar en qué momento debe de cortarse la fruta para ser enviada de los lugares de producción a los centros de consumo, la falta de regularidad en el transporte y la variabilidad de huertas en las que es recogido el fruto, provocan la dificultad para establecer un control estricto de la población y por tanto esta presenta una gran variabilidad. A pesar de lo anterior, la validez de realizar este tipo de trabajos a nivel de Central de Abasto estriba en que son las condiciones reales en las que el comerciante detallista adquiere la fruta.

Los penetrómetros manuales como el P.A.M. son una buena ayuda en la determinación de la firmeza de los frutos ya que, de alguna manera presentan correlaciones buenas con el probador de Referencia: la M.P.U.I.

La firmeza es el principal componente de la textura y está influenciada básicamente por la estructura interna del fruto aunque la piel también juega un papel importante.

4.2.- Sobre la parte estadística.

Resulta evidente que la integración de la estadística a trabajos completos de investigación es, todavía, escasa en nuestro país; cuando ésta se logra se presentan, como en el caso del presente trabajo, una serie de problemas metodológicos que en ocasiones no permiten ajustarse estrictamente a ciertos procesos estadísticos, lo que redundaría en la desesperación del investigador quien recurre a análisis muy elementales o bien pasa por alto algunos supuestos importantes.

En el presente trabajo se pudieron aplicar técnicas variadas de la Estadística básica: Estadística descriptiva, muestreo, Inferencia estadística a través de análisis de varianza, correlación, regresión y Análisis multivariado.

Uno de los problemas principales a los que enfrentó la realización del presente trabajo fue la definición concreta de la población y por tanto la definición de la muestra, fase que se solucionó utilizando la caja de fruta como población. Quedaría pendiente la realización de un esquema más amplio de muestreo que verificara la validez de los estimadores en el contexto de la bodega y de la fruta que llega a la Central de Abasto. Sin embargo, esto sería motivo de un estudio aún más profundo.

La regresión y correlación son herramientas muy socorridas por investigadores, principalmente en el campo de las ciencias biológicas, y esta utilidad presiona en ocasiones a realizar correlaciones con el fin de hacer más comprensibles los resultados que se quieren exponer, aún cuando no sea éste el mejor método a considerar. La utilización amplia de estas técnicas, particularmente en datos multivariados puede conllevar a confusiones o malas interpretaciones de los resultados, por lo que debe de tenerse mucho cuidado cuando se llevan a cabo.

En este punto se debe resaltar la necesidad de realizar análisis de diagnóstico y validación de cada uno de los modelos ajustados.

A pesar de que en la literatura, no sólo estadística sino técnica se ha enfatizado cada vez más la necesidad de usar Análisis multivariado para la comprensión del comportamiento de variables, la interpretación práctica, es aún confusa para muchos investigadores que carecen de la información estadística básica y no se diga para la aplicación de estos resultados a nivel tecnológico. En ocasiones se han desarrollado técnicas lógicas que

demuestran sus beneficios de interpretación en la práctica (Sczcesniak, 1963) pero las técnicas tradicionales como el análisis de factores, el de componentes principales y otros reciben poca atención, quizá por su dificultad interpretativa.

El presente trabajo resulta ser sumamente edificante ya que permite ejercitar la interacción entre un estadístico aplicado y la realidad de la investigación. Se encontraron barreras de comprensión que en su mayoría fueron superadas durante el transcurso del trabajo, llegándose, finalmente a una aplicación práctica de los conceptos estadísticos, lo cual es, finalmente, el objetivo de la Especialidad en Estadística Aplicada.

Literatura Citada

- Bidwell, R. G. S. (1979). Fisiología Vegetal, Ed. A. G. T. México.
- Chatfield, C. y A. J. Collins, (1980). Introduction to Multivariate Analysis, Ed. Chapman & Hall, Londres.
- Cochran, W. C., (1982). Técnicas de Muestreo, Ed. C.E.C.S.A.
- Cooley, W. W. y P. R. Lohnes, (1971). Multivariate Data Analysis, Ed. John Wiley & Sons, Londres.
- Frid R., D., H. García M., A. Lerner P., J. A. Ambros I. (1982). Manual de Usuario del Sistema de Graficación Fácil "GRAFF". Proyecto de Servicio Social Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.
- Gómez A., C. E., (1987). Determinación del Efecto de las condiciones de Almacenamiento sobre la calidad de la Uva (*Vitis vinifera* L) y Chicozapote (*Achras sapota* L) mediante pruebas Químicas y Sensoriales, Tesis de Licenciatura, Dpto. de Ciencias de la Nutrición y de los Alimentos, Universidad Iberoamericana, México.
- Hair, J. F., R.E. Anderson, R.L. Tatham, B. J. Grablovsky, (1979) Multivariate Data Analysis: With Readings, Division of Petroleum Publishing Company, Tulsa.
- Scheaffer, R. L., W. Mendehalland T. Ott, (1987). Elementos de Muestreo, Ed. Grupo Editorial Iberoamericano, .
- Harman, H. H., 1976, Modern Factor Analysis Ed. Univ. Chicago Press, Chicago.
- Hope, K. (1982). Manual Práctico de Estadística Avanzada, Ed.

trillas, México.

Hull, C. H., y N. H. Nie, (1981). SPSS Update 7-9: new Procedures and Facilities for Releases 7-9, Ed. Mc Graw Hill, Sn Fco.

Isherwood, I., (1958). Some Factors Involved in the Texture of Plant Tissues, 3rd Session pp: in Society of Chemical Industry, Food Group, London S. C. I. Monography No. 7.

Kim, J. O, (1975) Factor Analysis, pp 468-514 in (Nie, N. H., et al. eds) 1975, SPSS

Kramer, A. T. y A. Bernard, (1970). Quality Control for the Food Industry, Ed. Avi, Westport, Connecticut.

Kramer, A. T. y A. S. Szczesniak, (1973). Texture Measurements of foods Psychophysical Fundamentals, Sensory, Mechanical and Chemical Procedures an their Interrelationships, Ed. Reidel, New York.

Marriot, F. H. C., (1974). The Interpretation of Multiple Observations, Academic Press, Londres.

Méndez R., I., (1976). Conceptos muy Elementales de Muestreo con Enfasis en la determinación del Tamaño de Muestra, Comunicaciones Técnicas, Serie Azul No. 6 I.I.M.A.S., U.N.A.M.

Morrison, D. F., 1967, Multivariate Statistical Methods, 2nd ed. Ed. McGraw Hill, New York, 415 pp.

Nie, N. H., C. H. Hull, J. G. Jenkins, K. Steinbrenner y D. H. Bent. eds (1975)., SPSS (statistical package for the social sciences) Ed. Mc. Graw Hill, Sn Francisco.

Pablos, J. L. (1983). Apuntes del curso de Análisis Multivariado II

Especialidad en Estadística Aplicada. IIMAS

- Parrilla C., L., A. González P., D. Pedrero y R. Madrid R., (1981). Selección y Entrenamiento de un Equipo de Juces para el análisis Sensorial de Frutas in Memoria del Simposium "La Investigación, El Desarrollo Experimental y la Docencia en CONAFRUT Durante 1980", Tomo 4 pp. 1073-1089.
- Raj, D., (1972). Sampling Theory, Ed. McGraw Hill, U.S.A.
- Raj, D., (1979). La Estructura de las Encuestas por Muestreo, Fondo de Cultura Económica, México.
- Sczcesniak, A. S., (1963). Clasification of Textural Characteristics, Jour. of Food Science, 28 : 385.
- Watada A., E., R. C. Herner, A. A. Kader, R. J. Romani, G. L. Staby, (1984). Terminology for the description of Developmental Stages of Horticultural Crops, Hort Sience 19 (1): 20-21.
- Yáñez L., L., (1988). La Textura como Indicadora de Grados de Madurez y Senescencia en dos Especies Frutícolas: Chicozapote (*Achras sapota* L.) Criollo y Uva (*Vitis vinifera* L.) Variedades "Cardenal" y "Thompson seedless", Tesis de Maestría, Escuela Nacional de Fruticultura, CONAFRUT-SARH, 120 pp.
- Zar, J. H. (1974) Bioistatistical Analysis, Ed. Prentice Hall, Ingelwood.

6.- ANEXOS

6.1.- ANEXO 1:ARCHIVO MAESTRO

DATOS ORIGINALES COMO FUERON ACCESADOS A LA COMPUTADORA

2	01 A11	163.6	6.42	1.6	P	072	08.60	05.83	9.9999	9.9999	S	9.99	9.99	48.540	02
2.1	851119	1	004.82	0.0577	00.6531	0.000874	00.874	01.973							
3	01 A21	159.6	6.49	1.8	A	069	10.22	07.04	9.9999	9.9999	S	9.99	9.99	63.722	02
3.1	851119	2	009.05	0.1058	01.1609	0.001603	01.603	01.973							
4	01 A31	165.4	6.23	1.8	A	068	07.19	06.08	9.9999	9.9999	S	9.99	9.99	52.482	02
4.1	851119	3	008.18	0.0865	00.9491	0.001311	01.311	01.973							
5	01 A41	159.6	6.62	1.8	P	089	08.93	06.08	9.9999	9.9999	S	9.99	9.99	59.682	02
5.1	851119	4	008.99	0.1058	01.1609	0.001603	01.603	01.973							
6	01 A51	175.3	6.35	1.6	A	086	07.36	04.48	9.9999	9.9999	S	9.99	9.99	46.217	02
6.1	851119	5	002.74	0.0336	00.3687	0.000509	00.509	01.973							
7	01 A61	174.1	6.23	2.3	A	078	08.43	06.22	9.9999	9.9999	S	9.99	9.99	61.425	02
7.1	851119	6	007.10	0.0962	01.0556	0.001456	01.456	01.973							
8	01 A1 P	189.6	6.75	1.8	A	087	09.99	09.99	1.0000	1.0000	S	0.01	0.03	40.991	02
8.1	999999	9	999.99	9.9999	99.9999	9.999999	99.999	01.973							
9	01 A2 P	144.9	6.39	2.3	P	070	09.99	09.99	1.0000	1.0000	S	0.02	0.02	61.055	02
9.1	999999	9	999.99	9.9999	99.9999	9.999999	99.999	01.973							
10	01 A3 P	157.4	6.24	2.0	R	062	09.99	09.99	1.0000	1.0000	S	0.03	0.03	38.236	02
10.1	999999	9	999.99	9.9999	99.9999	9.999999	99.999	01.973							
11	01 A4 P	187.7	7.18	2.0	R	086	09.99	09.99	1.0000	1.0000	S	0.02	0.02	54.779	02
11.1	999999	9	999.99	9.9999	99.9999	9.999999	99.999	01.973							
12	01 A5 P	175.9	6.35	2.1	A	080	09.09	09.99	1.0000	1.0000	S	0.02	0.02	76.329	02
12.1	999999	9	999.99	9.9999	99.9999	9.999999	99.999	01.973							
13	01 A6 P	173.9	6.59	2.2	P	070	09.99	09.99	1.0000	1.0000	S	0.02	0.03	50.639	02
13.1	999999	9	999.99	9.9999	99.9999	9.999999	99.999	01.973							
14	01 B11	200.5	6.82	2.2	R	085	07.56	07.04	9.9999	9.9999	S	9.99	9.99	56.866	06
14.1	851122	1	041.27	0.5395	05.9201	0.008179	08.179	06.320							
15	01 B21	183.4	6.96	2.6	R	050	10.22	07.50	9.9999	9.9999	S	9.99	9.99	60.713	06
15.1	851122	2	066.30	0.7499	08.2289	0.011369	11.369	06.320							
16	01 B31	149.5	6.06	1.9	A	052	08.00	04.00	9.9999	9.9999	S	9.99	9.99	60.941	06
16.1	851122	3	091.02	1.0469	11.5099	0.015902	15.902	06.320							
17	01 B41	136.4	6.33	3.9	R	045	14.69	10.64	9.9999	9.9999	S	9.99	9.99	80.915	06
17.1	851122	4	078.25	0.7800	08.5592	0.011825	11.825	06.320							
18	01 B51	165.0	6.17	1.9	R	056	06.08	04.10	9.9999	9.9999	S	9.99	9.99	50.630	06
18.1	851122	5	050.30	0.6638	07.5025	0.010365	10.365	06.320							
19	01 B61	196.5	6.71	2.3	R	078	08.15	07.06	9.9999	9.9999	S	9.99	9.99	61.015	06
19.1	851122	6	081.55	0.5778	06.3404	0.008759	08.759	06.320							
20	01 B1 P	169.8	6.65	1.5	R	072	09.99	09.99	1.3372	1.1339	S	0.50	0.50	51.250	06
20.1	999999	9	999.99	9.9999	99.9999	9.999999	99.999	06.320							
21	01 B2 P	210.5	7.12	1.5	R	100	09.99	09.99	1.8972	1.1563	S	0.50	0.50	50.489	06
21.1	999999	9	999.99	9.9999	99.9999	9.999999	99.999	06.320							
22	01 B3 P	170.7	7.13	1.3	A	077	09.99	09.99	1.3191	0.8943	S	0.50	0.50	58.250	06
22.1	999999	9	999.99	9.9999	99.9999	9.999999	99.999	06.320							
23	01 B4 P	220.0	7.15	1.3	A	083	09.99	09.99	0.7198	0.4546	S	0.50	0.50	51.860	06
23.1	999999	9	999.99	9.9999	99.9999	9.999999	99.999	06.320							
24	01 B5 P	205.2	6.79	5.3	A	100	09.99	09.99	1.8143	1.3082	S	0.50	0.50	49.625	06
24.1	999999	9	999.99	9.9999	99.9999	9.999999	99.999	06.320							
25	01 B6 P	210.3	7.05	5.3	A	100	09.99	09.99	1.8376	1.6372	S	0.50	0.50	56.030	06
25.1	999999	9	999.99	9.9999	99.9999	9.999999	99.999	06.320							
26	01 C11	184.3	6.38	2.0	A	999	00.37	00.43	9.9999	9.9999	S	9.99	9.99	61.478	11
26.1	851125	1	017.74	0.1923	02.1101	0.002915	02.915	11.250							
27	01 C21	171.3	6.38	1.7	A	030	00.36	02.23	9.9999	9.9999	E	9.99	9.99	48.250	11
27.1	851126	2	011.42	0.1283	01.4078	0.001945	01.945	11.250							
28	01 C31	174.7	6.55	2.3	R	073	05.36	04.31	9.9999	9.9999	S	9.99	9.99	67.086	11
28.1	851126	3	014.95	0.1924	02.1112	0.002922	02.922	11.250							
29	01 C41	151.1	6.19	0.9	A	999	00.83	00.50	9.9999	9.9999	E	9.99	9.99	61.505	11
29.1	851126	4	024.65	0.2656	02.9145	0.004026	04.026	11.250							
30	01 C51	205.7	7.28	2.2	R	075	08.18	03.52	9.9999	9.9999	S	9.99	9.99	67.881	11
30.1	851126	5	027.56	0.2951	03.2163	0.004443	04.443	11.250							
31	01 C61	187.8	6.12	0.9	A	999	00.80	00.80	9.9999	9.9999	S	9.99	9.99	44.862	11

28.56

32	01 D11P 164.3 6.75 2.1 R 999 00.35 00.27 0.0029 0.0660 E	0.60 0.60 56.217 13
32.1	951129 1 017.47 0.1819 01.9960 0.002757 02.757 13.810	
33	01 D21P 170.2 6.18 1.5 A 999 00.49 00.24 0.1119 0.0660 E	0.60 0.60 51.985 13
33.1	851129 2 011.42 0.1314 01.4419 0.001950 01.960 13.810	
34	01 D31P 200.7 6.83 1.4 A 999 00.34 00.19 0.0660 0.0660 S	0.40 0.40 57.979 13
34.1	851129 3 024.08 0.2829 02.8946 0.004137 04.137 13.810	
35	01 D41P 163.3 6.73 1.5 R 999 00.72 00.33 0.1530 0.0660 E	0.30 0.50 52.897 13
35.1	851129 4 016.11 0.1820 01.9971 0.002759 02.759 13.810	
36	01 D51P 161.2 6.14 1.4 A 999 00.34 00.21 0.0660 0.0660 S	0.60 0.60 56.625 13
36.1	851129 5 021.79 0.2623 02.8238 0.003904 03.984 13.810	
37	01 D61P 167.3 6.41 1.4 R 999 00.34 00.16 0.0660 0.0660 E	0.40 0.50 61.865 13
37.1	851129 6 015.12 0.1618 01.7743 0.002451 02.451 13.810	
38	01 E11 157.8 6.14 1.3 A 999 00.19 00.12 9.9999 9.9999 S	9.99 9.99 59.625 16
38.1	851203 1 024.36 0.2289 02.5118 0.003740 03.470 17.038	
39	01 E21 117.4 5.73 1.6 A 999 00.63 00.31 9.9999 9.9999 S	9.99 9.99 63.353 16
39.1	851203 2 030.02 0.2919 03.2031 0.004425 04.425 17.038	
40	01 E31 151.8 6.52 1.8 A 999 00.23 00.20 9.9999 9.9999 S	9.99 9.99 70.461 16
40.1	851203 3 032.67 0.4281 04.6977 0.006490 06.490 17.038	
41	01 E41 152.3 5.85 1.8 A 999 00.46 00.39 9.9999 9.9999 S	9.99 9.99 67.670 16
41.1	851203 4 069.79 0.9249 01.0194 0.001408 01.463 17.038	
42	01 E51 162.8 6.76 1.7 R 999 00.71 00.26 9.9999 9.9999 E	9.99 9.99 69.450 16
42.1	851203 5 014.32 0.1995 02.1891 0.003024 03.024 17.038	
43	01 E61 162.6 6.27 2.2 A 999 00.40 00.15 9.9999 9.9999 E	9.99 9.99 62.290 16
43.1	851203 6 049.39 0.4368 04.8151 0.006652 06.652 17.038	
44	01 F11E 142.4 6.30 1.5 A 999 00.22 00.06 0.2500 0.0700 S	0.50 0.50 67.050 21
44.1	851206 1 195.50 1.9950 21.8910 0.030245 30.024 22.419	
45	01 F21E 147.4 5.86 2.5 A 999 00.24 00.13 0.2900 0.2000 S	0.50 0.50 62.915 21
45.1	851206 2 169.33 1.5260 16.7675 0.023165 23.165 22.419	
46	01 F31E 198.6 6.66 1.4 A 999 00.23 00.25 0.5700 0.1500 S	0.50 0.50 67.450 21
46.1	851206 3 089.37 0.9760 10.7319 0.014827 14.327 22.419	
47	01 F41E 183.7 5.14 1.4 A 999 00.22 00.22 0.3900 0.0400 S	0.50 0.50 87.711 21
47.1	851206 4 062.75 0.5940 06.5730 0.009081 09.081 22.419	
48	01 F51E 156.5 5.95 1.4 A 999 00.19 00.21 0.3600 0.1600 S	0.50 0.50 49.290 21
48.1	851206 5 300.91 2.8610 31.3984 0.043375 43.372 22.419	
49	01 F61E 154.4 5.36 2.4 A 999 00.23 00.11 0.4500 0.3600 S	0.50 0.50 56.735 21
49.1	851206 6 157.91 2.1020 23.0660 0.031867 31.867 22.419	
50	01 G11E 153.3 6.45 2.5 R 999 00.16 00.11 0.2700 0.3300 E	0.50 0.50 69.175 23
50.1	999999 9 999.99 9.9999 99.9999 9.999999 99.999 24.571	
51	01 G21E 136.8 5.68 2.2 A 999 00.13 00.18 0.0300 0.3100 S	0.50 0.50 56.140 23
51.1	999999 9 999.99 9.9999 99.9999 9.999999 99.999 24.571	
52	01 G31E 165.9 6.38 1.8 R 999 00.39 00.30 0.6800 0.0800 S	0.50 0.50 47.700 23
52.1	999999 9 999.99 9.9999 99.9999 9.999999 99.999 24.571	
53	01 G41E 144.7 5.98 1.6 A 999 00.30 00.11 0.0800 0.2400 S	0.50 0.50 55.740 23
53.1	999999 9 999.99 9.9999 99.9999 9.999999 99.999 24.571	
54	01 G51E 144.4 6.26 3.2 A 999 00.23 00.12 0.0900 0.0001 S	0.50 0.50 45.325 23
54.1	999999 9 999.99 9.9999 99.9999 9.999999 99.999 24.571	
55	01 G61E 201.8 7.42 1.7 R 999 00.10 00.32 1.0800 1.5300 S	0.50 0.50 67.390 23
55.1	999999 9 999.99 9.9999 99.9999 9.999999 99.999 24.571	
56	02 A11P 172.4 6.41 1.7 A 085 09.84 03.85 9.9999 9.9999 S AV	9.99 9.99 63.210 01
56.1	860207 1 021.38 0.2432 02.6687 0.003687 03.687 00.670	
57	02 A21P 184.1 5.95 2.0 A 075 06.57 04.84 9.9999 9.9999 S AV	9.99 9.99 46.340 01
57.1	860207 2 014.42 0.1414 01.5571 0.002151 02.151 00.670	
58	02 A31P 182.9 6.30 1.8 A 077 05.98 04.14 9.9999 9.9999 S AA	9.99 9.99 62.375 01
58.1	860207 3 030.22 0.3647 04.0019 0.005529 05.529 00.670	
59	02 A41P 200.3 6.82 2.0 A 095 07.25 05.30 9.9999 9.9999 S AV	9.99 9.99 67.621 01
59.1	860207 4 023.00 0.3039 03.3348 0.004607 04.607 00.670	
60	02 A51P 172.9 6.50 1.9 A 076 03.93 03.61 9.9999 9.9999 S AN	9.99 9.99 50.610 01
60.1	860207 5 025.76 0.2914 03.2219 0.004450 04.450 00.670	

10011

10011

10011

92.1	999999	9	999.99	9.9999	99.9999	9.999999	99.999	23.495											
93	02	G2IE	169.6	7.00	0.5	R	999	00.27	00.13	0.8400	0.0070	S	CC	0.50	0.50	60.803	22		
93.1	999999	9	999.99	9.9999	99.9999	9.999999	99.999	23.495											
94	02	G3IE	093.1	4.92	0.5	A	999	00.24	00.19	1.0030	0.5800	S	CC	0.50	0.50	66.795	22		
94.1	999999	9	999.99	9.9999	99.9999	9.999999	99.999	23.495											
95	02	G4IE	108.1	6.09	0.3	R	999	00.35	00.25	0.4700	0.2500	S	CC	0.50	0.50	46.671	22		
95.1	999999	9	999.99	9.9999	99.9999	9.999999	99.999	23.495											
96	02	G5IE	106.6	4.69	0.5	A	999	00.20	00.54	0.7800	0.4200	S	CC	0.50	0.50	66.631	22		
96.1	999999	9	999.99	9.9999	99.9999	9.999999	99.999	23.495											
97	02	G6IE	148.7	6.10	0.6	A	999	00.36	00.23	0.2200	0.3600	S	CC	0.50	0.50	56.383	22		
98	999999	9	999.99	9.9999	99.9999	9.999999	99.999	23.495											

Mazicht 2

Activo de trabajo de Chicorapote incluyendo Datos Fisiológicos

**6.2.- ANEXO 2: LISTADO FINAL DEL
PROCESO DE ANALISIS DE FACTORES POR MEDIO
DEL PAQUETE S.P.S.S.**

DEFAULT SPACE ALLOCATION, ALLOWS FOR, 35 TRANSFORMATIONS
 WORKSPACE 24500 BYTES 140 RECODE VALUES * LAG VARIABLES
 TRANSPACE 35000 BYTES 560172 COMPUTE OPERATIONS

1. RUN NAME MACANITA
 2. VARIABLE LIST COMP 10CM PESO DIAM ACID FORM VOJU FICC F1SC FOCC FPOC ENFE
 3. COLO PECC PESO SIAL ALMA
 4. FECH FRUT MGKH PCO2 MLCG MASA MGCO ETIL
 5. SUBFILE LIST AA(12) AB(12) AC(6) AD(6) AE(6) AF(6) AG(6)
 6. BA(6) BB(6) BC(6) BD(6) BE(6) BF(6) BG(6)
 7. VAR LABEL COMP=COMPRA
 8. VAR LABEL IDEN= DIA
 9. VAR LABEL PESO=PESO DEL FRUTO
 10. VAR LABEL DIAM=DIAMETRO ECUATORIAL
 11. VAR LABEL ACID=ACIDEZ
 12. VAR LABEL FORM=FORMA DEL FRUTOBAYA
 13. VAR LABEL FICC=FUERZA_DEL_INSTROIN CON CASCARA
 14. VAR LABEL F1SC=FUERZA DEL INSTROIN SIN CASCARA
 15. VAR LABEL FOCC=FUERZA DEL OTRO INST. CON CASCARA
 16. VAR LABEL FPOC=FUERZA DEL OTRO INST. SIN CASCARA
 17. VAR LABEL ENFE=ENFERMA O SANA
 18. VAR LABEL COLO=COLOR
 19. VAR LABEL PECC=PENETRACION CON CASCARA
 20. VAR LABEL PESCE=PENETRACION SIN CASCARA
 21. VAR LABEL SIAL=SOLIDOS INSOLUBLES EN ALCOHOL
 22. VAR LABEL ALMA=DIAS DE ALMACENAJE
 23. VAR LABEL FECH=FECHA DEL ANALISIS
 24. VAR LABEL FRUT=NUMERO DE FRUTO
 25. VAR LABEL MGKH=MG CO2 POR KILO BOR HORA
 26. VAR LABEL MLCG=ML DE CO2 EN 1097.34 ML DE GAS
 27. VAR LABEL MASA=MASA DE CO2 EN GRs
 28. VAR LABEL MGCO=MGs DE CO2
 29. VAR LABEL ETIL=ETILENO
 30. VALUE LABEL ENFE (1)SANA (2)ENFERMA
 31. VALUE LABEL COLO (1)AV (2)AA (3)DAN (4)RN (5)NN (6)VC (7)CC
 32. (8)VR (9)AR (10)CR
 33. VALUE LABEL FORM (1) AVADA (2) REDONDA (3) PIRIFORME
 34. INPUT FORMAT FIXED (F2,0,1X,A4,1X,F5,1,1X,F4,2,1X,F3,1,1X,A1,1X,F3,0,1X,
 35. 2(F5,2,1X),2(F6,1,1X),A1,1X,A2,1X,2(F4,2,1X),F6,3,1X,F2,0,
 36. F6,0,1X,F1,0,1X,F6,2,1X,F6,4,1X,F7,4,1X,F8,6,1X,F6,3,
 37. 1X,F6,2)

ACCORDING TO YOUR INPUT FORMAT, VARIABLES ARE TO BE READ AS FOLLOWS

VARIABLE	FORMAT	RECORD	COLUMNS
COMP	F 2, 0	1	1- 2



Casa abierta al tiempo

ACCORDING TO YOUR INPUT FORMAT, VARIABLES ARE TO BE READ AS FOLLOWS

VARIABLE FORMAT RECORD COLUMNS

IDEN	F 4	1	4- 7
PESU	F 5	1	9- 13
PROTAM	F 4	2	15- 18
ACIO	F 3	1	20- 22
FURH	F 4	1	24- 24
VOJU	F 3	0	26- 28
FICC	F 5	2	30- 34
FISC	F 5	2	36- 40
FCC	F 6	4	42- 47
FUSC	F 6	4	49- 54
ENFE	F 4	1	56- 56
COLU	F 4	2	58- 59
PECC	F 4	2	61- 64
PESC	F 4	2	66- 69
STAL	F 6	3	71- 76
ALMA	F 2	0	78- 79
FECH	F 6	0	2 1- 6
FRUT	F 1	0	2 3- 8
HGRH	F 6	2	2 10- 15
PCOZ	F 6	4	2 17- 22
MLCC	F 7	4	2 24- 30
NASA	F 3	6	2 32- 39
HGCO	F 6	3	2 41- 46
ETIL	F 6	2	2 48- 53

THE INPUT FORMAT PROVIDES FOR 25 VARIABLES. 25 WILL BE READ
IT PROVIDES FOR 2 RECORDS (*CARDS*) PER CASE. A MAXIMUM OF 79 *COLUMNS* ARE USED ON A RECORD.

38 RECODE	VOJU(999=000)
39 RECODE	STAL(3LANK=99,999)
40 RECODE	COLO(3LANK=99)
41 RECODE	COLO('AV'=1)('AA'=2)('AH'=3)('RH'=4)('NN'=5)('VC'=6) ('CC'=7)('VR'=8)('AR'=9)('CR'=10)
42 RECODE	FORM('A'=1)('E'=2)
43 RECODE	FORM('A'=1)('E'=2)('P'=3)
44 RECODE	FORM('A'=1)('E'=2)('P'=3)
45 MISSING VALUES	COLO(99)
46 MISSING VALUES	FICC(99,99)
47 MISSING VALUES	FISC(99,99)
48 MISSING VALUES	PECC(9,99)
49 MISSING VALUES	PESC(9,99)
50 MISSING VALUES	STAL(99,999)
51 MISSING VALUES	ETIL(999,99)
52 INPUT MEDIUM	DISK(MAXICH2)
53 RUN SUBFILES	ALL
54 FACTORS	VARIABLES: PESU ACIO FICC FISC STAL HGRH



Casa abierta al tiempo

80

BE

BF

BG

4

VARIABLE	MEAN	STANDARD DEV	CASES
PESO	161.4469	30.4371	96
ACID	1.8188	4.0049	96
FICC	2.9893	3.6744	81
FISC	2.0160	2.5814	81
STAL	59.5064	10.8435	96
HGRH	306.6869	436.0537	96



Casa abierta al tiempo

CORRELATION COEFFICIENTS

	PESO	ACID	FICC	FISC	SIAL	MGKH
PESO	1.00000					
ACID	0.0672	1.00000				
FICC	0.0090	0.0090	1.00000			
FISC	0.0000	0.0000	0.0000	1.00000		
SIAL	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.00000	
MGKH	0.0191	0.0656	0.3181	0.2985	0.2058	1.00000

MACANITA

MON, JUL 7, 1966, 10:01 AM PAGE 6

FILE NO	NAME	(CREATION DATE = 7/ 7/66)	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z												
AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ

INVERSE OF CORRELATION MATRIX

	PESO	ACID	FICC	FISC	SIAL	MGKH
PESO	1.1949	-0.0876	-0.2647	-0.1976	-0.0984	-0.0864
ACID	-0.0876	1.5068	0.0263	-0.1120	0.0956	-0.3173
FICC	-0.2647	0.0263	12.11347	-11.32921	0.35741	0.35055
FISC	-0.1976	-0.1120	-11.32922	12.17222	0.34081	0.15692
SIAL	-0.0984	0.0956	-0.55741	0.34081	1.10256	0.14355
MGKH	-0.0864	-0.3173	0.35055	0.15692	0.14355	1.20664

BD BE BF BG

VARIABLE	EST COMMONALITY	FACTOR	EIGENVALUE	PCT OF VAR	CUM PCT
PESO	.10673	1	2.56490	42.7	42.7
ACIO	.33364	2	1.22463	20.4	63.2
FICC	.91745	3	.94417	15.7	78.9
FISC	.91783	4	.74849	12.5	91.4
SIAL	.09302	5	.47527	7.9	99.3
MGKH	.17263	6	.04253	.7	100.0

CONVERGENCE REQUIRED 14 ITERATIONS

INF-031

MACANITA MON, JUL 7, 1986, 10:02 AM PAGE 8

FILE NO NAME (CREATION DATE = 7/7/86)

SOBFILE AA AB AC AD AE AF AG BA BB BC
BD BE BF BG

FACTOR MATRIX USING PRINCIPAL FACTOR WITH ITERATIONS

FACTOR 1 FACTOR 2 FACTOR 3 FACTOR 4

PESO	.27815	.26710	.36073	-.01986
ACIO	.54089	-.51703	-.02814	-.01767
FICC	.96988	-.11223	-.07109	-.10284
FISC	.97491	-.0e402	-.15721	-.07557
SIAL	.32569	-.23267	.29638	.04238
MGKH	-.29376	.44315	-.13535	.06997

VARIABLE	COMMONALITY	FACTOR	EIGENVALUE	PCT OF VAR	CUM PCT
PESO	.27823	1	2.59829	42.8	42.8
ACIO	.36099	2	1.60587	26.4	69.2
FICC	.96896	3	1.26642	20.6	89.8
FISC	.96897	4	.80239	13.0	102.8
SIAL	.14271				
MGKH	.10580				

VARI-MAX ROTATED FACTOR MATRIX

	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4
PESO	.07997	-.09853	.51285	-.01093
ACID	.46944	-.19985	.54834	-.00064
FICC	.69324	.34690	.20575	-.09137
FISC	.93248	.26421	.19356	-.09043
SIAL	.06997	-.41771	-.11718	.05276
MCKH	-.19061	-.50398	.09847	.07661

TRANSFORMATION MATRIX

	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4
FACTOR 1	.88452	.31509	.34400	-.00313
FACTOR 2	-.00903	-.74831	.66249	.03268
FACTOR 3	-.46531	.58363	.66245	.06341
FACTOR 4	.03206	-.01160	-.06274	.99745

FILE	NO	NAME	(CREATION DATE = 7/ 7/86)	AC	AD	AE	AF	AG	BA	BB	BC
SUBFILE	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	BA	BB	BC	
	BD	BE	BF	BG							

FACTOR SCORE COEFFICIENTS

	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4
--	----------	----------	----------	----------

PESO	.07997	-.09853	.51285	-.01093
ACID	.46944	-.19985	.54834	-.00064
FICC	.69324	.34690	.20575	-.09137
FISC	.93248	.26421	.19356	-.09043
SIAL	.06997	-.41771	-.11718	.05276
MCKH	-.19061	-.50398	.09847	.07661

1224 10/20