



universidad nacional autónoma de méxico
facultad de química

**PROLONGACION DEL PERIODO
DE ALMACENAMIENTO DE PLATANO
UTILIZANDO CUBRIENTES
A BASE DE "CANDELILLA"**

tesis que para obtener el título de químico

presenta

276

ESPERANZA PEDRAZA GARCIA

1975



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 esta 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.

CLAS. Tesis
ADQ. 1475
FECHA
PROC. Mt 261

Agradecemos a la Comisión Nacional de Zonas Áridas y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología la ayuda económica que nos fue otorgada, misma que consideramos fundamental para el desarrollo de esta investigación.

A los miembros del Fideicomiso de Limón de Tecomán Colima, queremos agradecer el que nos hayan permitido utilizar sus instalaciones y todos los invaluable esfuerzos que hicieron para conseguir las muestras que utilizamos en nuestros experimentos.

Al Dr. Francisco Javier Garfias, por su desinteresado apoyo, que ha sido decisivo en mi formación.

A todos mis compañeros, maestros, amigos y familiares, deseo expresar mi reconocimiento y afecto por las múltiples muestras de apoyo moral y ayuda en el desarrollo de esta investigación.

Con profundo y sincero agradecimiento al Dr. Gabriel Siade B, director de esta tesis, por su valiosa ayuda e invaluable apoyo en el desarrollo de la misma.

INDICE

	Pag.
OBJETIVO	1
GENERALIDADES	
a) Principales Variedades	3
b) Producción en México	6
c) Recolección	8
d) Empaque	11
e) Principales enfermedades asociadas con empaque en cajas	15
f) Enfermedades de la Planta	19
g) Cambios bioquímicos de Post-cosecha	23
h) Métodos de conservación	28
i) Metodología	32
FASE A NIVEL LABORATORIO	
Experimento # 1	34
Experimento # 2	38
Experimento # 3	48

FASE A ESCALA DE PLANTA PILOTO

Experimento # 4 74

CONCLUSIONES FINALES 95

BIBLIOGRAFIA

OBJETIVO

La explotación de plátano en México se inició a principios de siglo y se expandió considerablemente a principios de los años veintes, llegando a su máximo en 1939, año en el que nuestro país era el principal productor de plátano. A partir de la Segunda Guerra Mundial nuestra producción así como el comercio de exportación ha venido a menos, aunque nuestra producción en 1971 alcanzó ya una cifra muy similar a la que se obtenía en 1939, el volumen de exportación no se ha recuperado.

Uno de los principales problemas que se presentan durante el transporte del plátano a los mercados de consumo, sobre todo cuando se encuentran distantes, es la maduración prematura que puede sobrevenir a consecuencia de diversos factores:

- a) Grado de madurez del fruto al ser cosechado. Aquellos frutos que se corten con un grado de madurez avanzado estarán expuestos a sufrir cambios antes de llegar a su destino.

- b) Frutos de plantas infectadas de Sigatoka. Aunque la fruta presenta una apariencia normal tiende a madurar rápidamente.
- c) Refrigeración. Un periodo largo antes de poner la fruta en refrigeración o una falla grave de ésta tendrá como consecuencia la maduración prematura del fruto.
- d) Daños mecánicos. Los tejidos lesionados son invadidos rápidamente por microorganismos patógenos que provocan la putrefacción y además tienden a madurar más rápidamente.

Todo tratamiento que reduzca los procesos metabólicos del fruto sin dañarlo posteriormente será de gran utilidad. Con este propósito se han desarrollado varios métodos como las atmósferas controladas, el uso de cuartos refrigerados, la irradiación, películas semi permeables y el uso de cubrietas (1 y 2).

El objeto de esta investigación fue la conservación del plátano como fruto fresco, utilizando para ello cubrientes a base de cera de "Candelilla" que al retrasar los procesos metabólicos del fruto nos permite ampliar el periodo de almacenamiento.

a) PRINCIPALES VARIEDADES

Todas las variedades comestibles de plátano pertenecen al género *Musa* de la familia de las Musaceae que queda comprendida dentro del gran grupo de las Monocotiledóneas de características bien conocidas.

"Posición del género *Musa* entre las Monocotiledóneas:" (3).

ORDEN	FAMILIAS	SUBFAMILIAS	GENEROS	SECCIONES
Escitamiáceas		Musoideae	<i>Musa</i>	Australimusa Callimusa Rhodochlamys Eumusa
			Enseto	
	Musáceas	Strelitzoideae	Ravenala Phenacosperma Strelitzia	
		Heliconoideae	Heliconia	
		Lowiáceas		Orchidantha
	Cingiberáceas Amarantáceas Cannáceas			

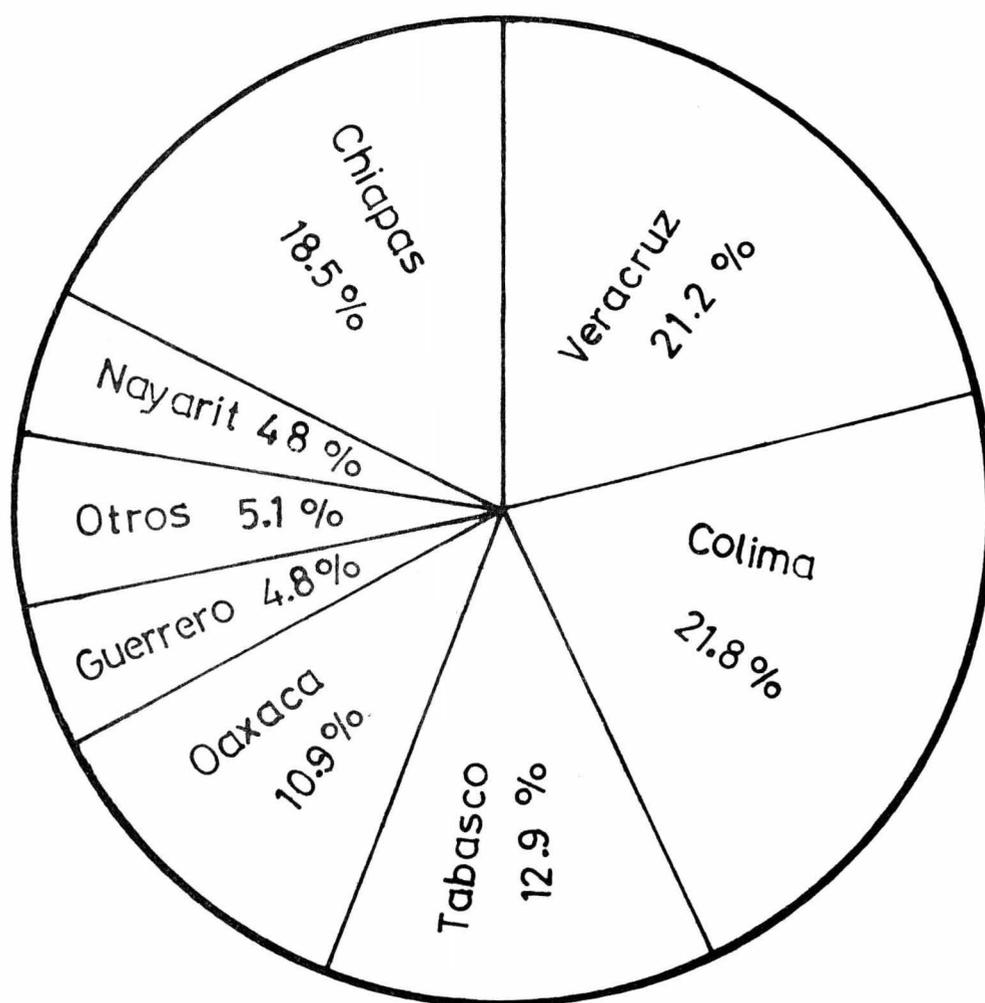
La sección Eumusa es la más difundida geográficamente y contiene la mayoría de las especies comestibles. Su gran distribución permite que a menudo, para una misma variedad existan 10 ó 15 sinónimos. Sin embargo las marcas de exportación se limitan a: Gros

Michel y algunas variedades Cavendish que ultimamente han venido reemplazando a las primeras debido a que son resistentes a la enfermedad de Panamá.

En México se cultivan diferentes variedades de plátano, entre las que destacan: Roatán, Enano Gigante, Manzano, Lacatán y Valery.

El plátano Roatán debido a su susceptibilidad a la enfermedad de Panamá se ha venido sustituyendo por variedades resistentes como el Valery y el Enano Gigante que producen fruta de calidad de exportación y que además por ser de talla más pequeña son muy resistentes a las fuertes corrientes de aire. Actualmente la propagación de estas variedades se intensifica en gran escala, haciendo las sustituciones convenientes en las diferentes zonas plataneras. (4)

Plátano diversas Variedades
Producción en 1975



Gráfica # 1

b) PRODUCCION EN MEXICO

TABLA N° 1

PLATANO DIV. VARIEDADES (6)

Año	Superficie Ha	Rend. medio x Ha	Producción Ton.	Valor de la Producción S
1927/29	8 833	12 753	112 646	5 607 795
1930/34	10 322	10 467	108 041	4 941 163
1935/39	12 089	10 410	125 845	5 462 359
1940/44	15 003	9 230	138 473	10 703 723
1945/49	16 596	9 530	158 162	33 279 007
1950/54	17 258	9 235	159 383	39 663 367
1955/59	25 438	9 548	242 896	107 781 935
1960/64	35 279	11 336	399 918	271 442 964
1965/69	40 469	12 558	508 228	365 385 407
1970	51 370	13 689	703 207	484 148 340
1971	49 317	14 017	691 276	509 269 224
1975 *	55 872	15 056	841 207	

* Ciclo Primavera-Verano.(7)

TABLA N° 2

PLATANO ROATAN

Año	Superficie Ha	Rend. medio x Ha	Producción Ton.	Valor de la Producción S	Exportación Ton.
1927/29	11 651	18 427	214 695	7 632 740	
1930/34	14 289	17 858	255 167	9 464 984	133 848
1935/39	29 501	16 877	497 874	20 735 658	306 531
1940/44	20 532	13 499	277 165	25 069 680	137 850
1945/49	23 964	12 582	301 520	76 585 040	142 816
1950/54	20 542	10 288	211 329	55 708 657	71 586
1955/59	22 557	11 364	256 338	109 194 935	33 668
1960/64	28 383	13 103	371 894	239 634 534	15 507
1965/69	30 682	13 641	418 529	279 517 737	10 664
1970	23 036	11 375	262 045	174 221 852	1 731
1971	32 333	13 135	424 688	308 495 720	495

c) RECOLECCION

Los detalles del proceso de recolección varían de acuerdo con el lugar y la variedad de plátano que se esté cosechando. Una vez cortados se requiere toda clase de precauciones para evitar los posibles accidentes. Por ejemplo depositar los racimos sobre superficies blandas, ya que las heridas causadas en la cáscara puede ser, más tarde, focos de infecciones fungales, los pedúnculos de los plátanos son muy sensibles a las presiones ejercidas sobre las partes exteriores de los frutos provocando lesiones leves o dando lugar a pérdidas por desprendimiento de los "dedos". Debe evitarse poner los racimos unos sobre otros o en su defecto protegerlos con cubiertas provisionales que pueden ser las mismas hojas o las vainas foliares, cubiertas de plástico o de hule espuma y aún verdaderos colchones formados con pelusa de fieltro entre dos hojas de polivinilo. (8)

Los racimos se llevan a los lugares de carga por medio de diversos vehículos como las carretas, camiones, tren, los racimos pequeños son transportados por cargadores que los llevan sobre el hombro o la cabeza, se usa también el transportador aéreo que resulta ideal, pero que no es de fácil instalación. Cualquiera

ra que sea el medio de transporte que se escoja, es muy importante que la fruta se manipule delicadamente y que se mantenga lo más fresca posible.

La determinación del momento de recolección depende de varios factores:

- a) Angularidad del fruto.- Se refiere al desarrollo individual de los "dedos", cuyas caras en un principio planas o ligeramente cóncavas están limitadas por aristas claramente marcadas. A medida que avanza el engrosamiento del fruto las caras se van haciendo convexas y las aristas menos notorias hasta que casi desaparecen. (3)

Las denominaciones inglesas para los diferentes estados de desarrollo son:

3/4 ligero o delgado

3/4 normal

3/4 lleno

lleno

En la práctica no se secciona transversalmente el fruto, sino que el grado de desarrollo se aprecia visualmente.

- b) Transporte.- La fruta deberá cortarse delgada o llena dependiendo del periodo de transporte a que deberá someterse y de

la resistencia del fruto tanto a los daños mecánicos como a los microorganismos que provocan la putrefacción. (5).

Para determinar con mayor precisión el grado de madurez de los frutos se pueden usar varios métodos:

Índice de Plenitud

Es el cociente del peso por la longitud de la cara interna del "dedo", este índice representa una superficie media que varía con el engrosamiento del fruto. La escala de índices de plenitud se establece para cada variedad. Así por ejemplo para el plátano "Gran Enano" procedente de las Antillas las relaciones peso/longitud fueron (3):

6.0 a 7.2 g/cm delgado

7.3 a 8.3 g/cm normal

8.4 a 8.8 g/cm lleno

Uso de Calibradores

El grosor de los "dedos" se mide con la ayuda de calibradores que indican los límites de cada grado de madurez.

Dureza de la pulpa

Esta evaluación se hace con la ayuda de un penetrómetro adaptado especialmente para plátano. La medida que este aparato proporciona indica el grado de madurez de los frutos.

d) EMPAQUE

Una vez cortados los racimos es necesario someterlos a una selección y limpieza antes del empaque.

El primer paso consiste en examinar los racimos, rechazando todos aquellos que presenten defectos tales como; daños mecánicos, conformación anormal, quemaduras del sol, daños causados por insectos, frutos muy delgados o demasiado llenos, racimos muy pequeños, etc.

La limpieza consiste en eliminar los restos florales que pueden derramar savia y manchar el fruto, suprimir los plátanos anormales que aparecen frecuentemente en la última mano, así como todos aquellos frutos que presenten podreduras húmedas o secas. Una vez terminadas estas operaciones se lava el racimo. El agua contaminada se considera una fuente de inoculación, se ha comprobado que las esporas pueden penetrar en la superficie de corte hasta una profundidad de 5 a 7 mm en un intervalo de 3 min. (9)

El transporte de este fruto en particular puede realizarse en tres formas: como racimos enteros, cortado en "manos" y como unidades sueltas.

RACIMOS

Cuando se transportan los racimos enteros pueden prepararse en la siguiente forma: Racimos sin envoltura alguna, empaquetados en una cubierta de plástico o envoltura del racimo en un paquete o fardo de papel y paja.

La bolsa de plástico redujo los daños por abrasión, sin embargo su uso ha disminuido desplazada por fardos y cajas ya que no ofrece suficiente protección contra las contusiones y como veremos posteriormente favorece las infecciones fungales.

La envoltura de racimos en fardos se hace con dos hojas de papel de estraza fuertes separadas con una capa de paja, los espacios entre las "manos" se rellenan con rollos de papel y todo el fardo se ata firmemente.

PLATANO CORTADO EN "MANOS" O

COMO UNIDADES SUELTAS

Los racimos se dejan secar ligeramente para reducir las manchas causadas por la resina. Las "manos" se cortan del racimo con un cuchillo especial, los frutos individuales ("dedos") se separan de las "manos" arrancándolos más bien que cortándolos

sin que el pedicelo se dañe, debiendo quedar adherido a él una porción del cojinete. Tanto las "manos" como los "dedos" se lavan para eliminar el latex y se tratan con fungicidas, se separan en lotes de peso establecido y se empacan en cajas de cartón o de madera.

Existen diferentes métodos de colocar la fruta en la caja, dependiendo del tamaño de la unidad de envase y de la fruta. Cualquiera que sea el método que se adopte, en cada caja sólo se envasa fruta del mismo tamaño y del mismo grado de madurez.

La caja se forra con papel para reducir las contusiones. Las manos se pueden colocar con los ápices hacia arriba, todas en la misma dirección. Los frutos individuales se colocan en las ranuras que dejan las capas anteriores, evitando poner uno sobre otro, tratando de guardarlos de acuerdo a su posición en la "mano" y asegurándose de que las capas centrales no se golpeen entre sí. Las cajas se llenan un poco por encima del borde para compensar la contracción que sufren durante el transporte. (10)

El empaque en cajas ha tenido aceptación debido a que permite utilizar frutos de racimos que enteros hubieran sido rechazados por falta de peso, deterioro de algunos frutos, etc., lo cual viene a aumentar el rendimiento. Estos envases aunque resultan algo caros en cuanto a material, por su volumen reducido y facilidad de

manejo permiten economía de transporte y ofrecen mejor presentación.

e) PRINCIPALES INFECCIONES ASOCIADAS CON EL
EMPAQUE EN CAJAS.

El empaque en cajas implica abundantes heridas, estas propician las infecciones fungales que se desarrollan durante el almacenamiento. (11)

La mayor parte de estas infecciones son una consecuencia directa del daño mecánico como golpes, lesión y rompimiento de tejidos que sufre la fruta durante el corte, manejo y transporte. Los tejidos lesionados son fácilmente atacados por diversos patógenos que provocan la putrefacción.

INFECCION EN EL COJINETE (CROWN ROT)

Se presenta como un ennegrecimiento y reblandecimiento crecientes que en los casos severos llega a infectar el cuello de los dedos.

Esta infección es causada por varios hongos principalmente:

Cephalosporium sp., *Verticillium Theobromae*, *Fusarium roseum*, *F. moniliforme*, *Botryodiplodia theobromae* y *Gleosporium musarum*.

Estos hongos se encuentran habitualmente en las flores y hojas de la planta y pueden llegar al cojinete llevadas por el viento o la lluvia antes de la cosecha. La superficie de corte puede infectarse con el cuchillo al separar las "manos" del racimo, o con el agua

de lavado. La infección es más severa durante las estaciones calurosas y húmedas. (11)

Esta enfermedad es la que se presenta más frecuentemente y la que causa mayores pérdidas cuando se empaca la fruta en manos. El grado de infección se ha clasificado de acuerdo a una escala arbitraria:

- 0 Ausencia
- 0.5 Daño visible
- 1.0 Menos de la mitad de la superficie está infectada.
- 2.0 Al menos la mitad
- 3.0 Enteramente dañado
- 4.0 La infección ha llegado a los dedos.

En esta escala una fruta con un índice de 2.0 es aceptable mientras que fruta con un índice de 3.0 ó 4.0 se considera invendible.

(9)

INFECCION EN EL CUELLO DE LOS DEDOS

Se presenta como un ennegrecimiento y marchitamiento que debilita la zona afectada provocando frecuentemente la caída de los "dedos".

Esta infección es causada por *Colletotrichum musae* y *Fusarium roseum* que invaden rápidamente los tejidos que se lastiman cuando un "dedo" es torcido o forzado a estar fuera de su sitio.

Se presenta con mayor intensidad durante la época de lluvias y vientos fuertes. Cuando los plátanos se transportan como racimos enteros esta infección es causa de graves pérdidas. Cuando se empaca en manos la infección se presenta en menor escala.

Otro tipo de infección en el tallo del "dedo" es la causada por *Botryodiplodia theobromae*, se presenta especialmente cuando el tiempo entre la cosecha y la maduración excede de 14 días (esta enfermedad es común en los embarques a Europa y Japón procedentes de Centro América).

La infección se presenta más comunmente en los frutos maduros, la pulpa se convierte en una masa negra acuosa. La infección puede o no extenderse a los "dedos" adyacentes. (11)

ANTRACNOSIS

Esta enfermedad se presenta en dos formas:

Infecciones latentes del fruto verde, se observan hasta que el fruto

madura y aparece con manchas cafés que crecen a medida que avanza la maduración.

Antracnosis no latente, a diferencia de la anterior ésta puede observarse en el fruto verde que aparece con manchas oscuras lenticulares o rómbicas hundidas y con un halo amarillo. La severidad de esta enfermedad se incrementa con el grado de madurez del fruto al ser cosechado y se presenta con mucho mayor frecuencia si el plátano se embarca en forma de racimos y la travesía excede de 14 días. Cuando se empaca desmanillado y en cajas la antracnosis no se presenta con demasiada frecuencia.

La causa de estas enfermedades es *Colletotrichum musae* que invade los tejidos lesionados por golpes o raspaduras. Sus esporas llegan al fruto verde llevadas por la lluvia, germinan en la película de agua formada en el fruto y permanecen en estado larente hasta que encuentra condiciones favorables para su desarrollo.

Todas estas enfermedades se han controlado mediante un manejo adecuado y los tratamientos con fungicidas como el Benomyl (200 ppm) y el TBZ (200 a 500 ppm) para el cual hay una tolerancia de 3 ppm en la cáscara y 0.4 ppm en la pulpa. (11)

f) ENFERMEDADES DE LA PLANTA

Enfermedad de Panamá

Es causada por *Fusarium oxysporum* f. *cubense* que se introduce a través de la raíz y se propaga rápidamente a través del sistema vascular.

Síntomas.- Las hojas se abaten y presentan una tonalidad blanco amarillenta, algunas veces los pecioloos se rompen sin que se observe antes el amarillamiento de los limbos, los haces liberoleñosos muestran una coloración que va del amarillo al pardo rojizo y se producen grietas en el pseudotallo.

La incidencia de esta enfermedad depende de la variedad de la planta, edad, condiciones ambientales, condiciones del sistema radical, de las propiedades físicas del suelo y del nivel de nutrientes que contenga el terreno.

Esta enfermedad se ha extendido en numerosas regiones tropicales de Asia, Africa y América. El único control efectivo es cambiar el cultivo por una variedad resistente. (3) (5)

Mancha de la hoja (Sigatoka).

Se produce por la *Mycosphaerella musicola* que ataca específicamente

mente a las hojas, reduce el área aprovechable para la fotosíntesis por lo que se retarda el crecimiento y disminuye el tamaño del fruto.

Síntomas.- Primero aparecen puntos amarillentos que más tarde se convertirán en franjas longitudinales paralelas a la nervación lateral de la hoja. En fases posteriores los puntos se unen y pueden aislar porciones del margen laminar. La infección se propaga a través de los estomas de las hojas jóvenes. Esta enfermedad se ha combatido eficazmente por medios químicos, el método más común es la aspersion de aceite (foggin). Se han encontrado también cultivos resistentes, aunque la enfermedad se ha generalizado en los trópicos. (5)

Bunchy Top

Esta enfermedad es causada por un virus específico de los plátanos, el virus invade el sistema circulatorio causando efectos anatómicos específicos, las hojas muestran un dibujo a base de puntos y rayas diminutos que semejan la clave morce, presentan además asperesa y enrollamiento, los peciolo no se alargan lo suficiente, a consecuencia de estos cambios la corona de la planta simula una roseta que da nombre a esta enfermedad. El virus es transmitido por el pulgón del plátano.

Para el control de esta enfermedad es necesario hacer revisiones de las plantas y destruir todas aquellas que presenten síntomas de la enfermedad así como los pulgones que se alojan en ellas, es necesario también eliminar los plantíos descuidados y cerciorarse de la procedencia de nuevos retoños, se recomienda también el uso de herbicidas de 2,4 D así como de insecticidas. Otra posibilidad para su control es la selección de retoños afectados por virus de linaje más benigno que confieren a la planta cierta resistencia al virus normal.

Marchitez bacteriana (enfermedad de Moko).

Esta enfermedad es causada por ciertos patógenos de la bacteria *Pseudomonas solanacearum*. Las plantas afectadas muestran síntomas que a menudo se confunden con la enfermedad de Panamá, sin embargo es bastante diferente, el marchitamiento es un síntoma inconstante, muchas plantas muestran decoloraciones internas, los haces vasculares en el cono, vaina, peciolo, tallo y racimo son amarillentos con manchas pardas.

Los racimos presentan madurez prematura seguida por pudrición seca y ennegrecimiento.

La infección se produce a través de las raíces y el medio de contagio más importante es el empleo de machetes contaminados y los insectos. Se combate mediante la destrucción de las plantas

infectadas. En las zonas gravemente afectadas se recomienda la eliminación total de las plantas seguida por barbecho ca da dos años. (3) (5)

g) CAMBIOS BIOQUIMICOS DE POST-COSECHA

Los estudios de la maduración del plátano giran alrededor de la regla del etileno que el plátano produce naturalmente.

Al cortar la fruta se acelera la maduración debido probablemente a que baja el límite de sensibilidad al etileno. (12)

La maduración del plátano muestra un patrón de respiración climatérico. Después de la cosecha a 20° se incrementa la respiración hasta llegar al punto climatérico, después del cual decrece nuevamente. A continuación se describen los cambios más importantes que se verifican durante esta etapa:

Relaciones hídricas

La transpiración se mantiene relativamente constante en el fruto verde, durante la maduración la pulpa incrementa su contenido de agua, que proviene del rompimiento de carbohidratos usados en la respiración. Otro factor muy importante es también un probable cambio en la presión osmótica, de lo que resulta una transferencia de agua de la cáscara a la pulpa. Esta diferencia se explica por el hecho de que mientras el almidón es el principal constituyente de pulpa, la presión osmótica no se afecta, pero al iniciarse la maduración el contenido de azúcares se incrementa más

Tratamiento

Días después de la cosecha		T				
		15	11	24	35	
Enfermedad	Causa	In in				Infección en el cojinete
Infección en el Cojinete +	Cephalosporium sp.	-	35.0	-	-	0 = Ausencia
	Verticillium theobromae	-	20.0	-	-	0.5 = Daño visible
	Fusarium roseum	-	45.0	9.3	-	1.0 = Menos de la mitad de la superficie
	F. moniliforme	-	-	6.0	-	2.0 = La mitad de la superficie
	Botryodiplodia theobromae	-	-	2.4	-	3.0 = Completamente dañado
	Gloeosporium musarum	-	-	81.4	-	4.0 = La infección ha llegado a los dedos
Infección en el cuello de los dedos.	Colletotrichum musae	ni-	45.0	-	-	BP Bolsa de plástico
	Fusarium roseum	hi-	35.0	2.3	-	BPP Bolsa de plástico con perforaciones
		li-	10.0	6.9	-	T Testigo
		m-	10.0	2.3	-	
		se-	-	88.4	-	
Apariencia		ex-	40.0	-	-	
		bu-	40.0	-	-	
		re-	20.0	11.6	-	
		po-	-	4.7	-	
		im-	-	83.7	-	

rápidamente en la pulpa que en la cáscara. "El incremento en la presión osmótica es proporcional a los azúcares formados". (13)

Carbohidratos

El cambio más notable durante la maduración del plátano es la hidrólisis del almidón y la acumulación de azúcares. El almidón que constituye de 20 a 25% de la pulpa del fruto verde se hidrolisa casi totalmente, sólo de 1 a 2% permanece en la pulpa del fruto maduro. Simultáneamente los azúcares presentan un incremento que va del 1 a 2% en el fruto verde hasta un 15 a 20% en el fruto maduro (ver gráf. 4, 7 y 11). El contenido total de carbohidratos decrece de 2 a 5% debido a que los azúcares se utilizan en la respiración. (13)

Pectinas y protopectinas

La interconversión de sustancias pecticas está involucrada en el reblandecimiento característico que ocurre durante la maduración del fruto. En la pulpa la protopectina insoluble decrece de 0.5 a 0.3% mientras que la pectina soluble muestra el incremento correspondiente.

Acidez

Durante la maduración la acidez titulable de la pulpa se incrementa hasta alcanzar un máximo y luego disminuye (ver tablas 6 y 18). En la pulpa se han encontrado ac. L málico y cítrico predominantemente, oxálico, tartárico y otros ácidos en menores cantidades además de algunos oxiácidos entre los que se han identificado pirúvico, oxoglutarico, oxaloacético, etc. El pH varía de 5.02 a 5.6 en el fruto verde a 4.2 - 4.75 en el fruto maduro (tablas 5, 9, etc). (13) (14)

Taninos

Los taninos se han definido como sustancias de carácter fenólico entre las que las leucoantocianinas son elementos importantes pero no se tiene un conocimiento exacto de su naturaleza química y su evaluación no ha sido satisfactoria.

Parte de la dificultad radica en que las propiedades químicas que se usan para su detección y análisis son comunes a otros compuestos fenólicos que están presentes en todas las plantas. (15)

La pérdida de astringencia es uno de los principales cambios que se llevan a cabo durante la maduración de muchos frutos comestibles. En general esta propiedad se atribuye a la presencia de

taninos, aunque no en todos los frutos astringentes se reduce la concentración de taninos con la maduración. La sensación de astringencia se debe a los enlaces cruzados de taninos con proteínas y glicoproteínas con lo cual se reduce la acción lubricante en la boca. (16) Si los taninos son de bajo peso molecular, resultan demasiado pequeños para facilitar los enlaces cruzados y si se polimerizan hasta tener un peso molecular elevado para tener acceso entre las proteínas y glicoproteínas o sean demasiado insolubles, tampoco serán efectivos como compuestos productores de astringencia. Por lo tanto la máxima astringencia se debe muy probablemente a los taninos de tamaño medio (peso molecular > 500).

Los taninos disminuyen en la pulpa de plátano maduro hasta casi 1/5 de su contenido en el fruto verde y su disminución coincide con la pérdida de astringencia que resulta del incremento de la polimerización de los taninos. (15)

Estos datos no coinciden con el resultado obtenido en esta investigación (ver tablas 7, 11, 15.) usando el método de extracción reportado por Bajjal, Singii, Shukla y Sanwal (17), la determinación se hizo de acuerdo con Goldstein y Swain (15) con el reactivo de Folin Denis usando ácido tánico como standar. (18)

Pigmentos

El cambio de color es una de las características más evidentes de maduración. La cáscara de plátanos verdes contiene de 50 a 100 μ g/g de clorofila, de 5 a 7 μ g/g de xantofilas y de 1.5 a 3.5 μ g/g de carotenos. Durante la maduración se pierde toda la clorofila mientras que los carotenos y xantofilas permanecen casi constantes.

Ácido ascórbico

El contenido de esta vitamina sufre pequeños cambios. Se incrementa justo cuando empieza a aparecer el color amarillo, contiene de 10 a 12 mg/100g de pulpa y permanece a este nivel hasta que empiezan a aparecer manchas cafés en la cáscara, en esta etapa hay una reducción en el contenido de ac. ascórbico.

(13) (14)

h) METODOS DE CONSERVACION

Existe una gran diversidad de métodos para la conservación de los alimentos tales como: refrigeración, enlatado, secado, concentrados con azúcares, encurtidos, fermentación, el uso de aditivos químicos, irradiación, atmósferas controladas, películas semipermeables y cubrientes. (14)

Los métodos que se han venido usando tradicionalmente para la conservación del plátano como fruto fresco son: refrigeración, lavado y el uso de cubrientes.

Refrigeración:

Los plátanos para consumo interior se transportan por lo general en tren o camión sin que se lleve un control de la temperatura. La exportación a ultramar se efectúa en barcos que a menudo poseen cámara de refrigeración. Las temperaturas de almacenamiento varían de 11° a 13°C dependiendo de la variedad de que se trate y de la travesía a la que estará sujeta. Así por ejemplo: (5)

TABLA # 3

TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO

Fuente	Destino	Clon	Temperatura
América Trop.	Norteamérica	Gros Michel	11.7 '
Jamaica	Reino Unido	Lacatán	13.0 '
Trinidad	Reino Unido	Lacatán	12.2 '
Brasil	Europa	Dwarf Caven dish	12.2 ' '
Africa Occ.	Francia	Dwarf Caven dish	11.4 ' '
Samoa	Nueva Zelanda	Robusta	11 a 11.7 ' ' '

' Fruta envuelta en polietileno.

" Fardos de papel o paja.

''' Fruta cortada y empacada en cajas.

Durante la travesía la fruta se ventila con regularidad ya sea incorporando constantemente aire fresco a la corriente de aire acondicionado o variando la entrada de aire, dependiendo de la concentración de CO_2 en la atmósfera de la bodega.

Un detalle muy importante es la capacidad del equipo de refrigeración, debe ser muy potente, debido a las altas demandas que requiere el cargamento para su enfriamiento y a que la fruta desprende calor al respirar. El sobreenfriamiento puede causar graves pérdidas ya que los frutos dañados adquieren un color verde grisáceo que dificulta su comercialización.

Cubrientes:

Los frutos y vegetales poseen comunmente una cubierta de cera que reduce eficazmente la pérdida de nutrientes, de aquí que el uso de cubrientes sea un método que se ha venido usando con éxito para la conservación de frutos y hortalizas tales como los cítricos, melones, mangos, tomates, pepinos, etc.

El tratamiento puede hacerse por inmersión en una emulsión a base de cera o por aspersion de la misma. Es de gran importancia que la capa de cera sea uniforme y del espesor adecuado, ya que una capa demasiado gruesa puede provocar la muerte del fruto por asfixia y una cubierta muy delgada no ofrece control sobre la érdida fisiológica de peso.

En el caso específico del plátano, el recubrimiento puede hacerse por racimos enteros, por manos o por dedos individuales. Los efectos del recubrimiento se describen a continuación:

- a) Prolongación del periodo de almacenamiento.
- b) Se reduce la pérdida fisiológica de peso.
- c) Reduce la incidencia de infecciones fungales en las nuevas superficies de corte.
- d) Mejora la apariencia del fruto impartándole cierto brillo.

Se observó también que el lavado y un tratamiento previo con fungicidas mejoran notablemente los resultados.

El recubrimiento con cera incrementa la irregularidad de la maduración, sin embargo un tratamiento posterior con etileno induce la maduración uniforme de los frutos. Si además la fruta se almacena con refrigeración la maduración se retrasa alrededor de un mes más que en los frutos almacenados a temperatura ambiente. (1) (20)

i) METODOLOGIA.

Como se dijo anteriormente el objeto de esta investigación es conservar el plátano como fruto fresco mediante el uso de cu
brientes a base de cera de "Candelilla".

Para estos experimentos se utilizaron plátanos de la variedad "Enano Gigante" con grado de madurez 3/4 lleno, excepto en el primer experimento en que se usaron plátanos "Valery".

La fruta se recubrió: a) cortada en manos o b) por racimos en
teros, en este caso se elimina el desmanillado. El tratamieno
to se llevó a cabo en la siguiente forma:

1. Desmanillado.- Corte del racimo en "manos".
2. Selección de la fruta.- Se separan todos los frutos que presenten defectos (ver pag.11).
3. Lavado en agua corriente.
4. Secado con aire.
5. Recubrimiento de los frutos por inmersión en una emulsión a base de cera de "Candelilla" a la que se adicionan 500 ppm de TBZ.
6. Secado con aire.
7. Empaque.- Cuando se trata de "manos" se envasan en cajas de madera forradas con papel, los racimos se transportaron sin ningún empaque.
8. Almacenamiento a temperatura ambiente.

Se comparó la eficiencia de las diferentes formulaciones con respecto a un testigo sin ningún tratamiento excepto el lavado sin adición de TBZ debido a que los frutos se lavaron en agua corriente y no por inmersión ya que en este caso el agua de lavado se convierte en una fuente de inoculación (ver pág. 11).

Para determinar el grado de madurez se evaluaron los constituyentes cuyas concentraciones varían durante el proceso de maduración: (18)

Almidones

Azúcares

pH

Acidez titulable

Acido ascórbico

Taninos

Sólidos Totales.

Se hicieron además evaluaciones organolépticas tomando en cuenta el sabor, olor, textura y apariencia de los frutos. Así mismo se llevó una relación de la pérdida fisiológica de peso.

(21)

FASE A NIVEL LABORATORIO

EXPERIMENTO # 1

Esta primera fase se encaminó a la determinación de la eficiencia de las emulsiones a base de cera de "Candelilla" en la conservación del plátano.

Para esta prueba se utilizaron frutos de la variedad "Valery" adquiridos en la "Merced" procedentes de Chiapas y que tenían al iniciar el experimento cuatro días de cortados.

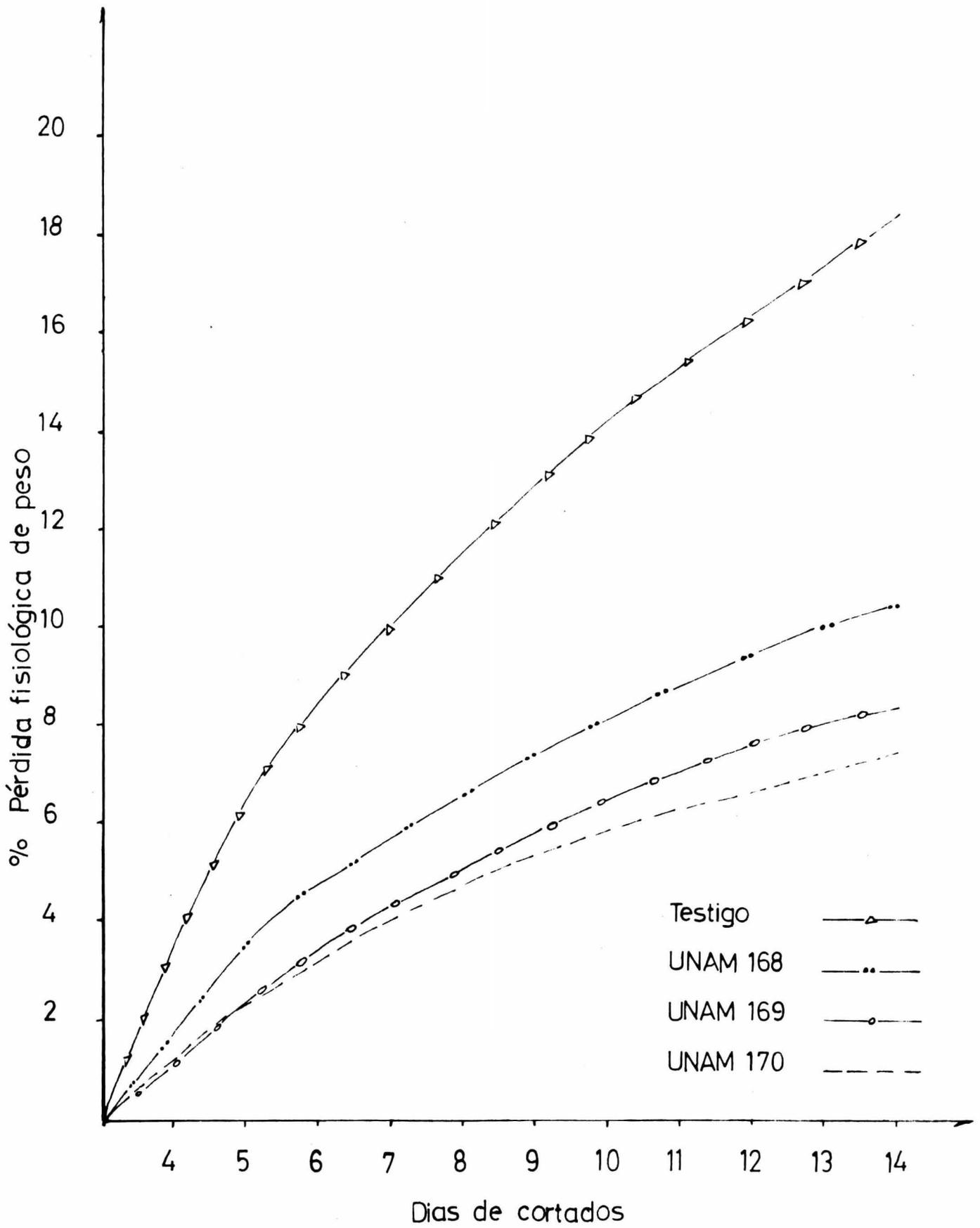
El tratamiento se llevó a cabo en la siguiente forma: Selección de la fruta cortada en manos, lavado con agua corriente, secado con aire, una vez secas se separaron en cuatro lotes de aproximadamente 10 Kg cada uno. El recubrimiento se hizo por inmersión en las emulsiones UNAM 168, UNAM 169 y UNAM 170. El lote restante sirvió como testigo. La fruta se empacó en cajas de madera forradas con papel y se almacenó a temperatura ambiente entre 18 y 20°C.

Para determinar el grado de madurez se evaluaron los almidones, azúcares totales y parciales, pH, acidez titulable, ácido ascórbico, sólidos totales y la pérdida fisiológica de peso.

TABLA # 4

ANALISIS QUIMICOS

ANALISIS	DIAS DE CORTA- DOS.	T	TRATAMIENTO		
			UNAM 168	UNAM 169	UNAM 170
% reductores directos	9	2.3	1.32	1.33	2.37
	13	4.6	2.09	1.61	3.45
% reductores totales	9	6.94	4.28	2.40	5.97
	13	12.6	5.52	4.9	3.21
% almidones	9	17.56	17.32	21.06	16.63
	13	5.25	15.88	15.16	10.29
pH	9	5.15	5.3	5.45	5.4
	13	5.9	6.1	6.2	6.21
Acidez titulable meq ac. málico	9	0.473	0.368	0.355	0.368
	13	0.388	0.222	0.242	0.243
Acido Ascórbico mg/100 g	9	16.12	13.28	12.5	8.34
	13	16.5	13.20	12.6	12.71
Sólidos totales %	9	27.77	27.82	26.57	27.01
	13	26.5	23.8	26.1	24.8



Grafica # 2

CONCLUSIONES

Como puede observarse en la tabla # 4 las variaciones de azúcares, almidones, pH, acidez, ácido ascórbico y sólidos totales siguen las mismas tendencias que el testigo pero los cambios se llevan a cabo más lentamente en los frutos tratados sobre todo en aquellos que se recubrieron con UNAM 168 y UNAM 169.

Los tratamientos redujeron la pérdida fisiológica de peso en las proporciones siguientes:

UNAM 168	54.89%	
UNAM 169	43.47%	con respecto al testigo (graf. # 2)
UNAM 170	59.20%	

En base a estos resultados se puede decir que las emulsiones a base de "Cera de Candelilla" retardan la maduración y reducen la pérdida fisiológica de peso. El tratamiento UNAM 170 reduce notablemente la pérdida fisiológica de peso, sin embargo el tratamiento que ofrece mejores resultados es el UNAM 168.

EXPERIMENTO # 2

Para confirmar los resultados del experimento anterior se volvieron a probar las formulaciones UNAM 168 y UNAM 169 en plátano recién cortado, comparándose con un testigo sometido únicamente al lavado. Para esta prueba se utilizaron 450 Kg. de plátano "Enano Gigante" de grado de madurez 3/4 lleno divididos en 3 lotes.

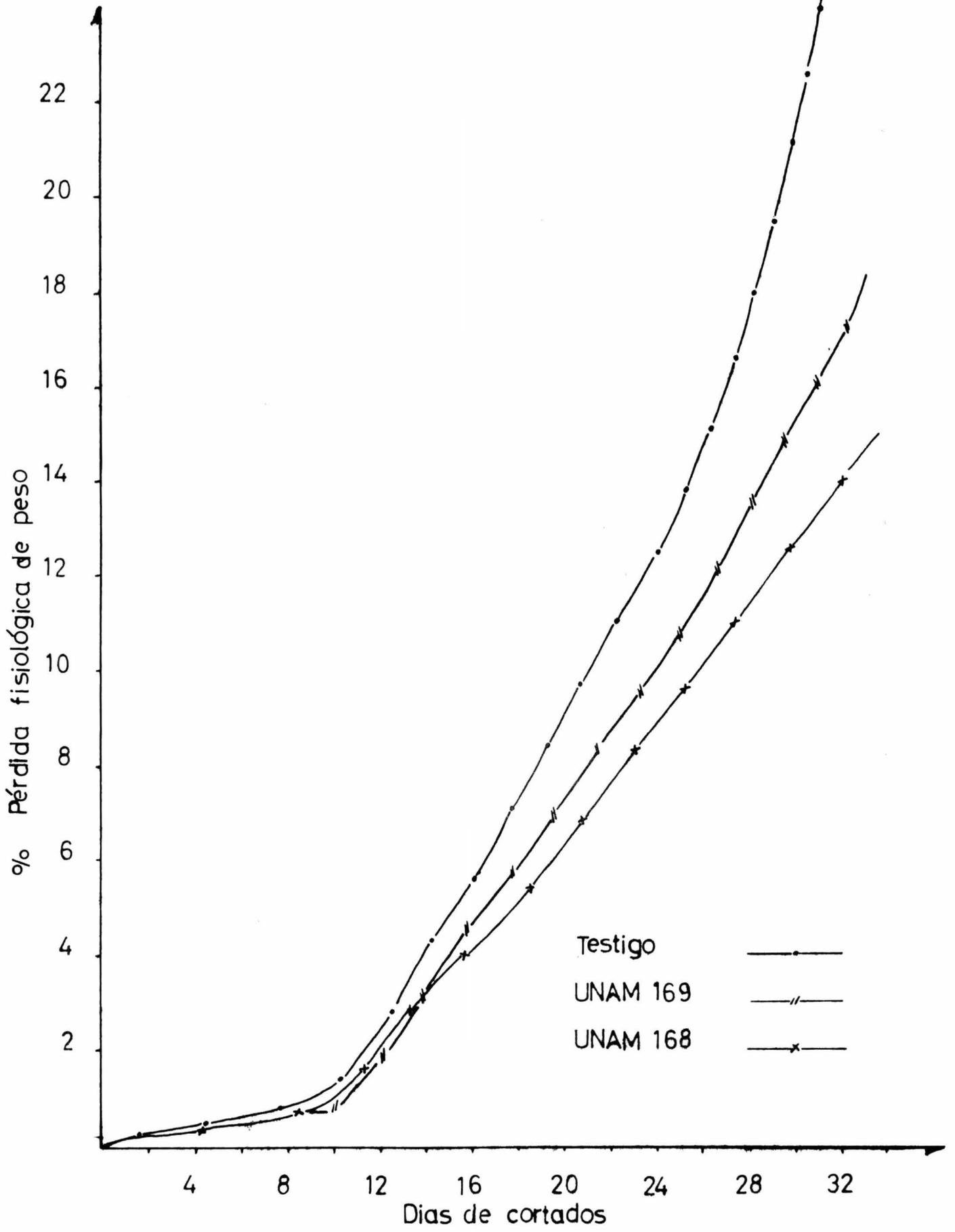
Se utilizaron frutos de esta variedad debido a que su cultivo se está intensificando grandemente en nuestro país. La fruta se obtuvo en la región de "el Colomo" en Manzanillo Colima, que es uno de los principales productores de plátano en la República.

El tratamiento se hizo del modo usual:

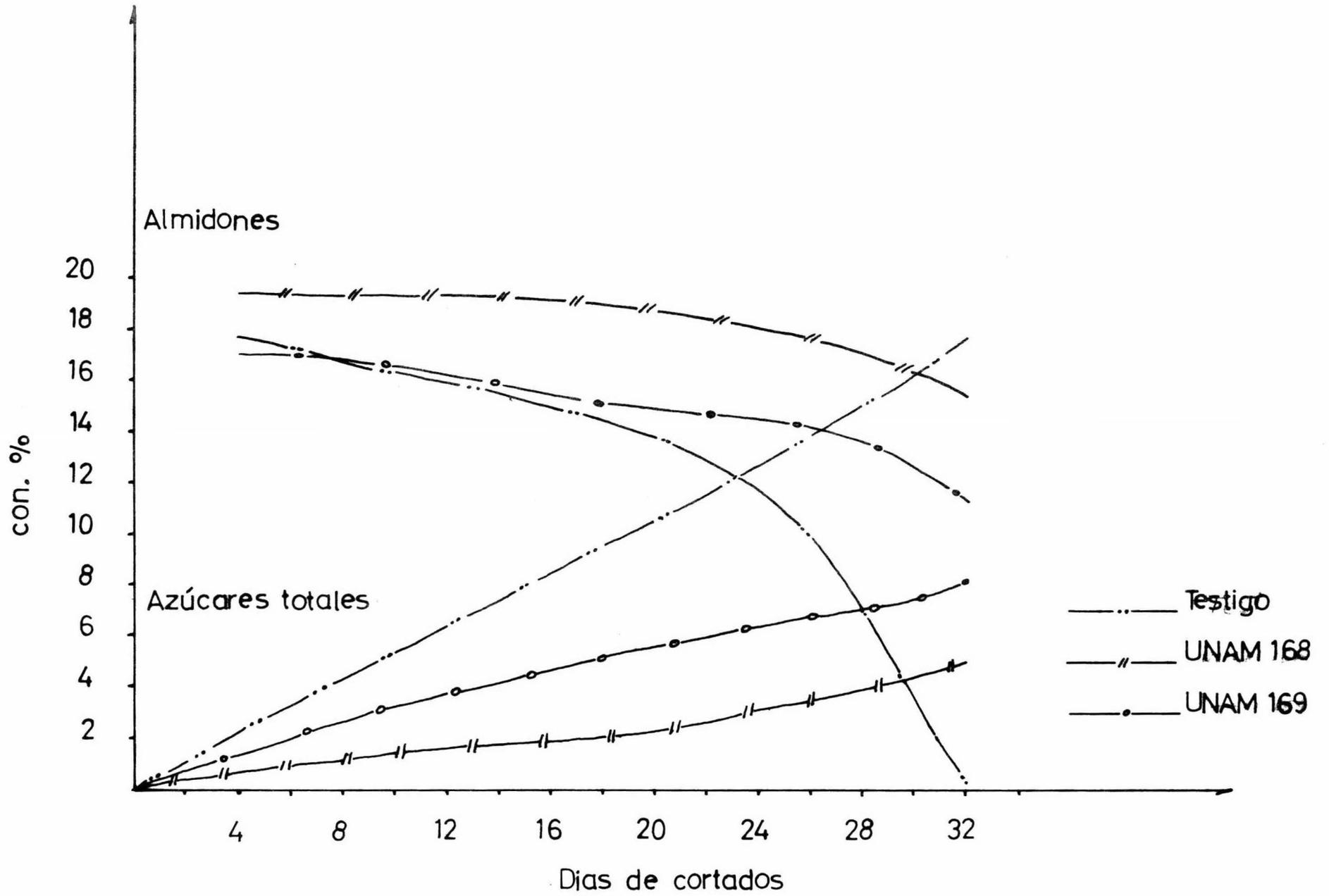
- a) "Desmanillado".
- b) Selección de las "manos".
- c) Lavado con agua corriente.
- d) Secado con aire.
- e) Recubrimiento por inmersión (se adicionaron 500 ppm de TBZ a las emulsiones).
- f) Secado con aire.

g) Empaque. *

* El empaque se hizo en cajas de madera forradas con papel. De esta manera se trasladó a la Ciudad de México. La fruta se almacenó a temperatura ambiente (18 a 20°C) con una humedad relativa entre 50 y 70%.



Gráfica # 3



Gráfica # 4

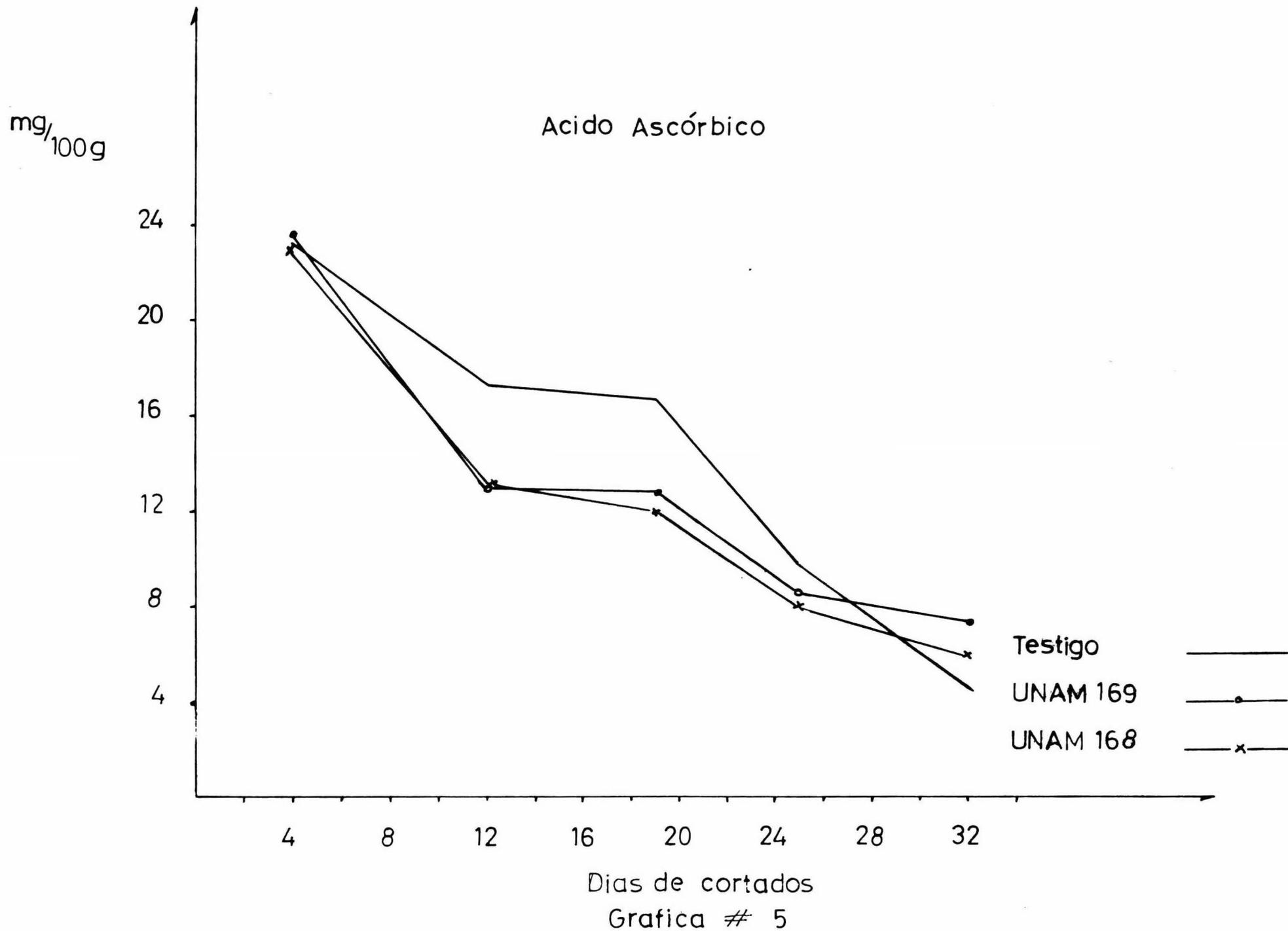


TABLA # 5

pH

Tratamiento	Días de cortados				
	4	12	19	25	32
Testigo	5.2	5.45	5.3	5.45	5.3
UNAM 168	5.8	5.7	5.5	5.5	5.8
UNAM 169	5.5	5.5	5.4	5.5	5.25

TABLA # 6

ACIDEZ TITULABLE *

Tratamiento	Días de cortados				
	4	12	19	25	32
Testigo	5.4	4.14	4.11	4.1	3.87
UNAM 168	3.3	2.92	3.27	4.8	3.0
UNAM 169	3.1	3.66	3.99	4.59	4.26

* ml de NaOH 1 N necesarios para neutralizar 100 g de pulpa.

TABLA # 7

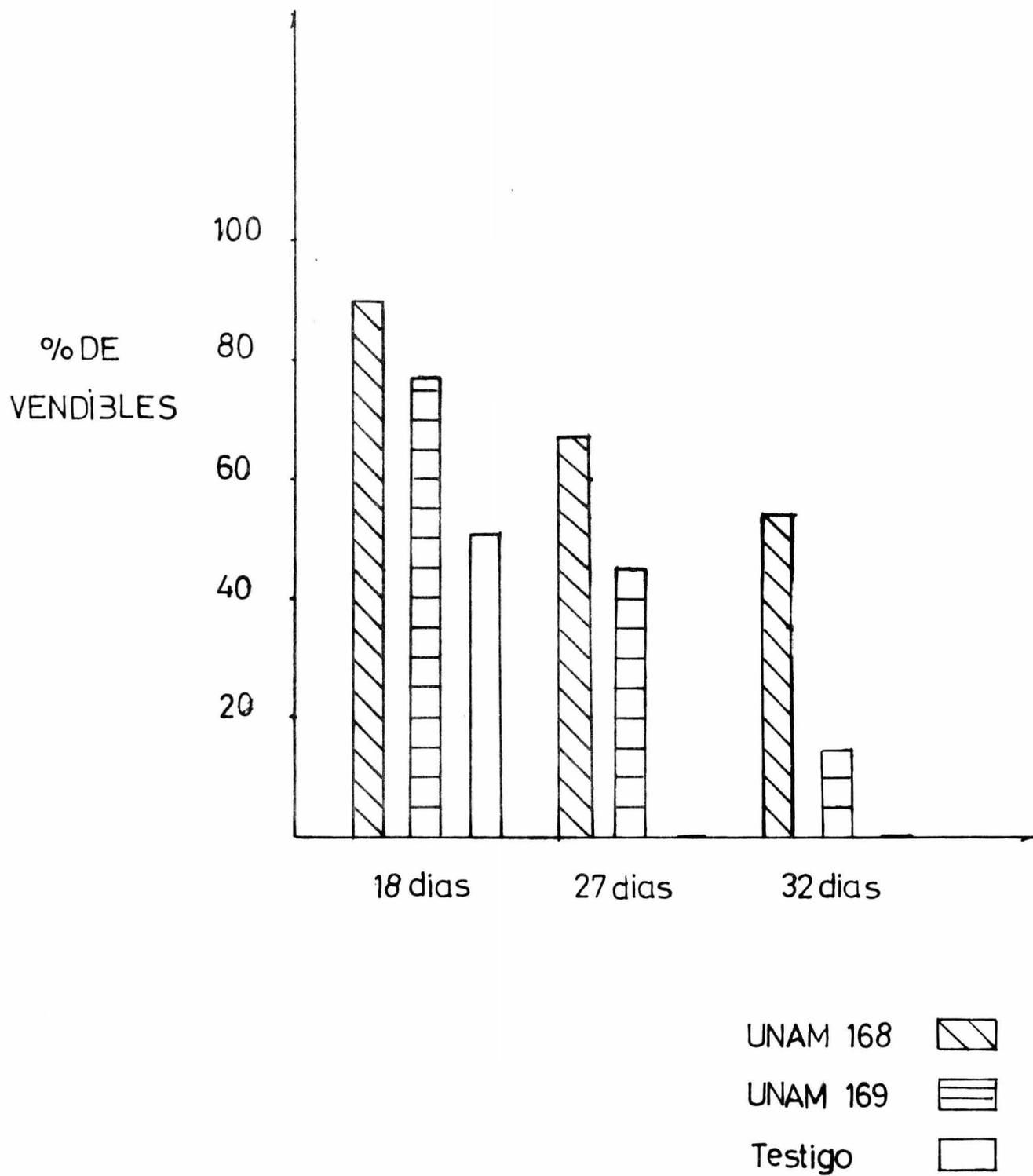
TANINOS (mg/g)

Tratamiento	Días de cortados				
	4	12	19	25	32
Testigo	.795	.850	.870	.803	.973
UNAM 168	.770	.721	.712	.776	.785
UNAM 169	.650	.850	.870	.910	.821

TABLA # 8

SOLIDOS TOTALES

Tratamiento	Días de cortados				
	4	12	19	25	32
Testigo	27.6	26.11	27.52	26.7	26.3
UNAM 168	29.0	26.34	26.6	28.4	26.6
UNAM 169	27.7	26.29	27.9	29.6	26.9



Gráfica # 6

CONCLUSIONES

Como puede observarse en la gráfica # 3 a partir de los 10 días de almacenamiento los plátanos empiezan a perder peso muy rápidamente, de tal manera que a los 31 días el testigo ha perdido ya un 24.6% de su peso, mientras que el tratamiento UNAM 168 ha perdido un 13.3% y el UNAM 169 un 16.1%.

El cambio más notable durante la maduración del plátano es la hidrólisis de almidones y la acumulación de azúcares. Tanto el testigo como los tratamientos siguen este patrón de comportamiento sin embargo se observan diferencias en los porcentajes de hidrólisis desde los primeros días, dichas diferencias se hacen más evidentes conforme pasa el tiempo. A los 31 días en el testigo se han hidrolizado los almidones casi completamente, en tanto que los tratamientos UNAM 168 y UNAM 169 conservan un 15.6% y un 11.4% de almidones respectivamente (grf # 4).

Las variaciones de pH (tabla 5), acidez (tabla # 6) y ácido ascórbico siguen las mismas tendencias que el testigo (grf. # 5).

Después de evaluar la calidad de las frutas se encontró que las principales causas de pérdidas, fueron las infecciones fungales

localizadas en el cojinete y en el cuello de los dedos. Ambas, se vieron notablemente reducidas en los plátanos tratados con UNAM 168 como se muestra en la graf. # 6. A los 18 días de cortados en el testigo había ya un 50% de frutos con grados de infección de 3 y 4, a los 27 días el 100% del testigo se consideró invendible.

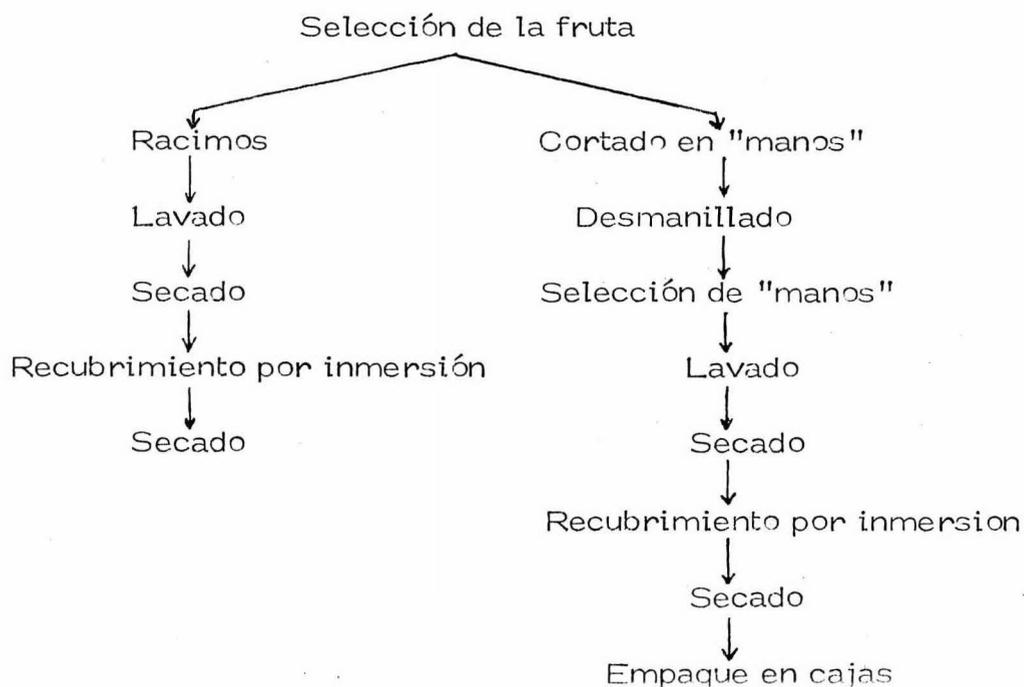
De los resultados anteriores se observa que el tratamiento que retarda la maduración, reduce la pérdida fisiológica de peso y disminuye las infecciones fungales con mayor eficiencia es el tratamiento UNAM 168 lo cual viene a confirmar los resultados del experimento anterior.

EXPERIMENTO # 3

En este experimento se comparó la eficiencia de las formulaciones; UNAM 175, UNAM 176, UNAM 177 y UNAM 178 en la conservación de plátano con respecto a un testigo sin ningún tratamiento excepto el lavado.

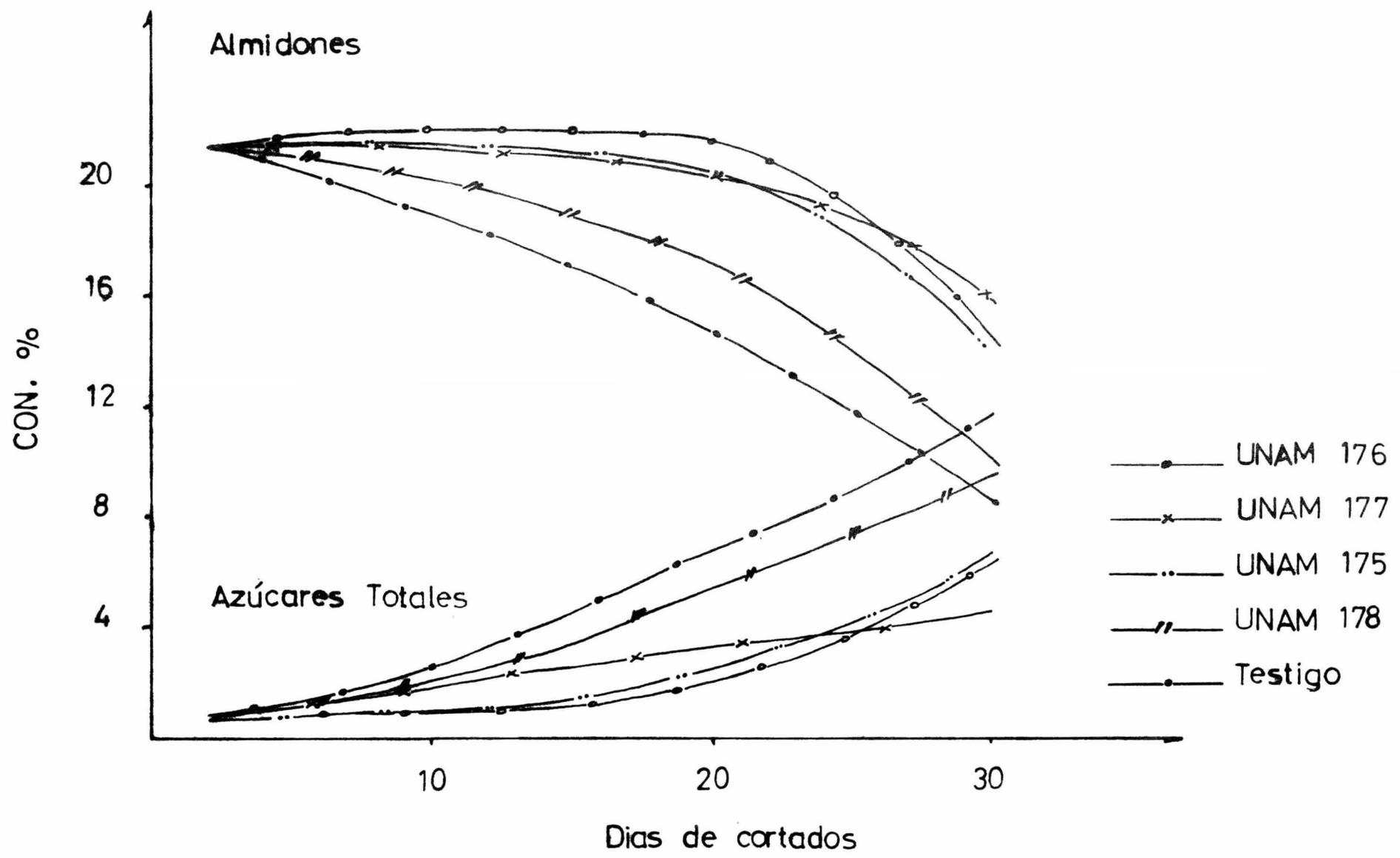
Para este experimento se utilizó aproximadamente una tonelada de plátano "Enano Gigante" 3/4 lleno dividida en 10 lotes. Esta fruta se adquirió en las plantaciones de Cerro de Ortega en Tecomán Colima. Se comparó también el comportamiento de los frutos cuando el tratamiento se hizo con racimos enteros y en manos.

El tratamiento se llevó a cabo en la forma usual:



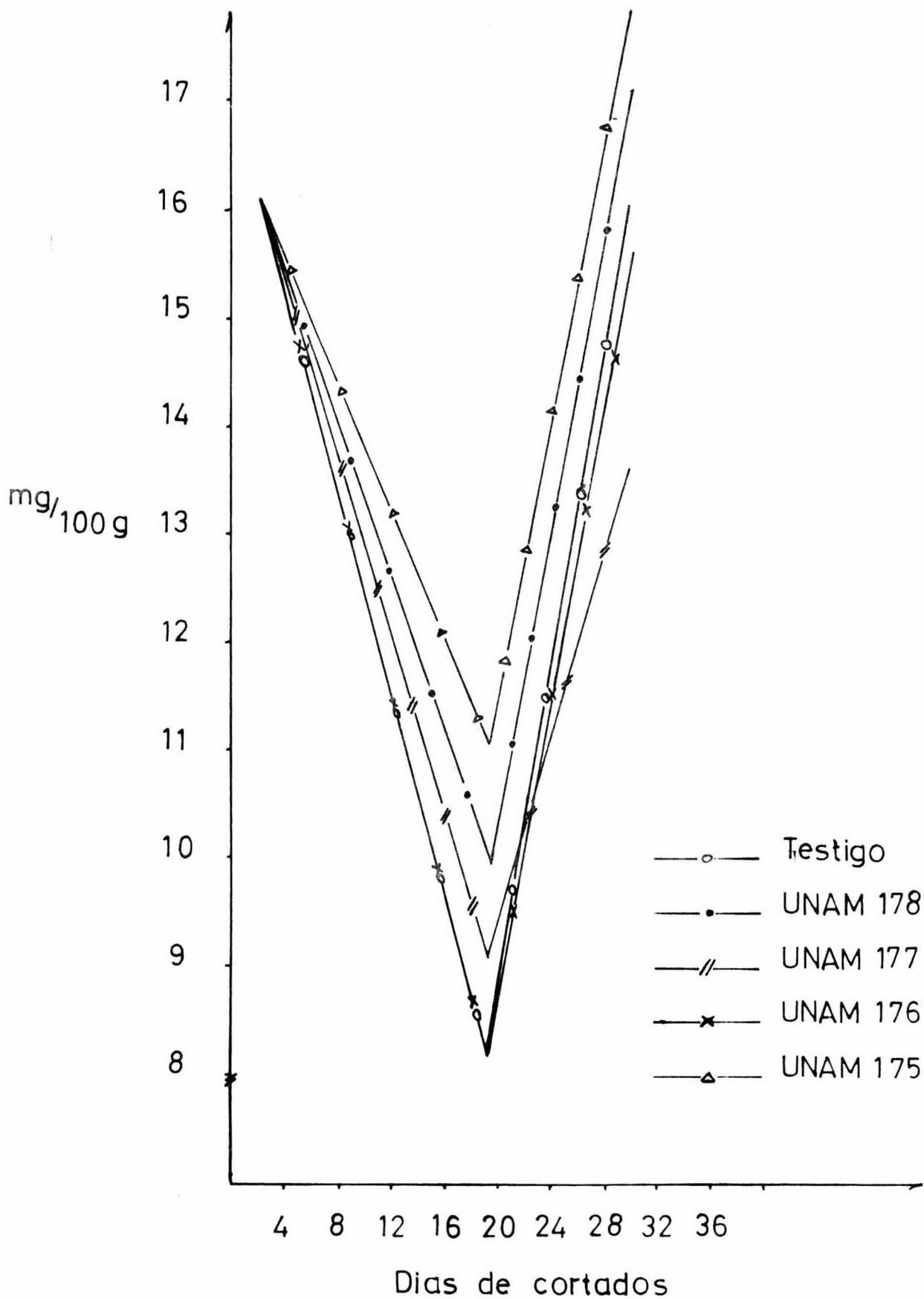
La fruta se almacenó a temperatura ambiente entre 18 y 21°C, con una humedad relativa que osciló entre 65 y 85%.

" Racimos "



Gráfica # 7

Acido Ascórbico



Gráfica # 8

"RACIMOS"

TABLA # 9

pH

Tratamiento	Días de tratados		
	Inicial	19	30
UNAM 178	5.9	5.5	5.3
UNAM 177	5.9	5.7	5.4
UNAM 176	5.9	5.8	5.3
UNAM 175	5.9	5.8	5.2
Testigo	5.9	5.7	5.2

TABLA # 10

ACIDEZ TITULABLE *

Tratamiento	Días de tratados		
	Inicial	19	30
UNAM 178	2.55	4.2	5.25
UNAM 177	2.55	3.66	4.35
UNAM 176	2.55	3.36	5.1
UNAM 175	2.55	3.36	5.4
Testigo	2.55	3.6	5.45

* ml de NaOH 1 N necesarios para neutralizar 100 g de pulpa.

"RACIMOS"

TABLA # 11

TANINOS (mg/g)

Tratamiento	Días de tratados		
	Inicial	19	30
UNAM 178	.544	.392	.642
UNAM 177	.544	.607	.625
UNAM 176	.544	.794	.580
UNAM 175	.544	.491	.526
Testigo	.544	.758	.660

TABLA # 12

SOLIDOS TOTALES (%)

Tratamiento	Días de tratados		
	Inicial	19	30
UNAM 178	27.98	27.69	27.38
UNAM 177	27.98	28.1	27.74
UNAM 176	27.98	26.5	27.17
UNAM 175	27.98	28.35	27.53
Testigo	27.98	26.84	28.67

CONCLUSIONES

Racimos

La pérdida fisiológica de peso no se midió en los plátanos tratados como racimos, ya que siempre van a perder peso a través del tallo y además resultan demasiado pesados para las balanzas del laboratorio.

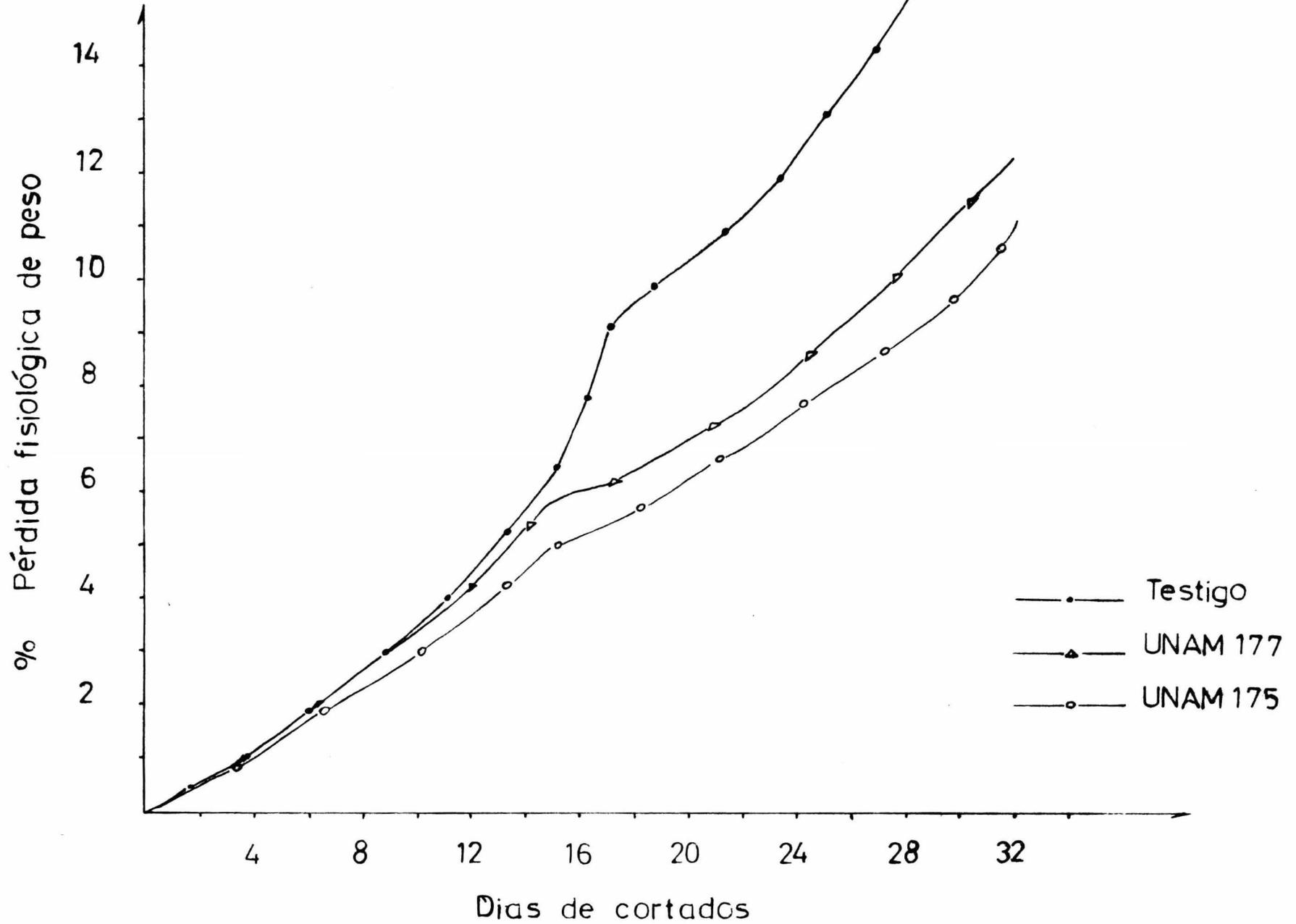
De la gráfica # 7 puede observarse que la hidrólisis de almidones y acumulación de azúcares se ven notablemente reducidas en los plátanos tratados con UNAM 177, UNAM 176 y UNAM 175, no así con UNAM 178 cuyo comportamiento es muy similar al testigo.

Con respecto a las variaciones de pH (tabla # 9), acidez titulable (tabla # 10), ácido ascórbico (graf. # 8) y sólidos totales (tabla # 12) se observaron las mismas tendencias tanto en los tratamientos como en el testigo, sin embargo los cambios son más rápidos en este último.

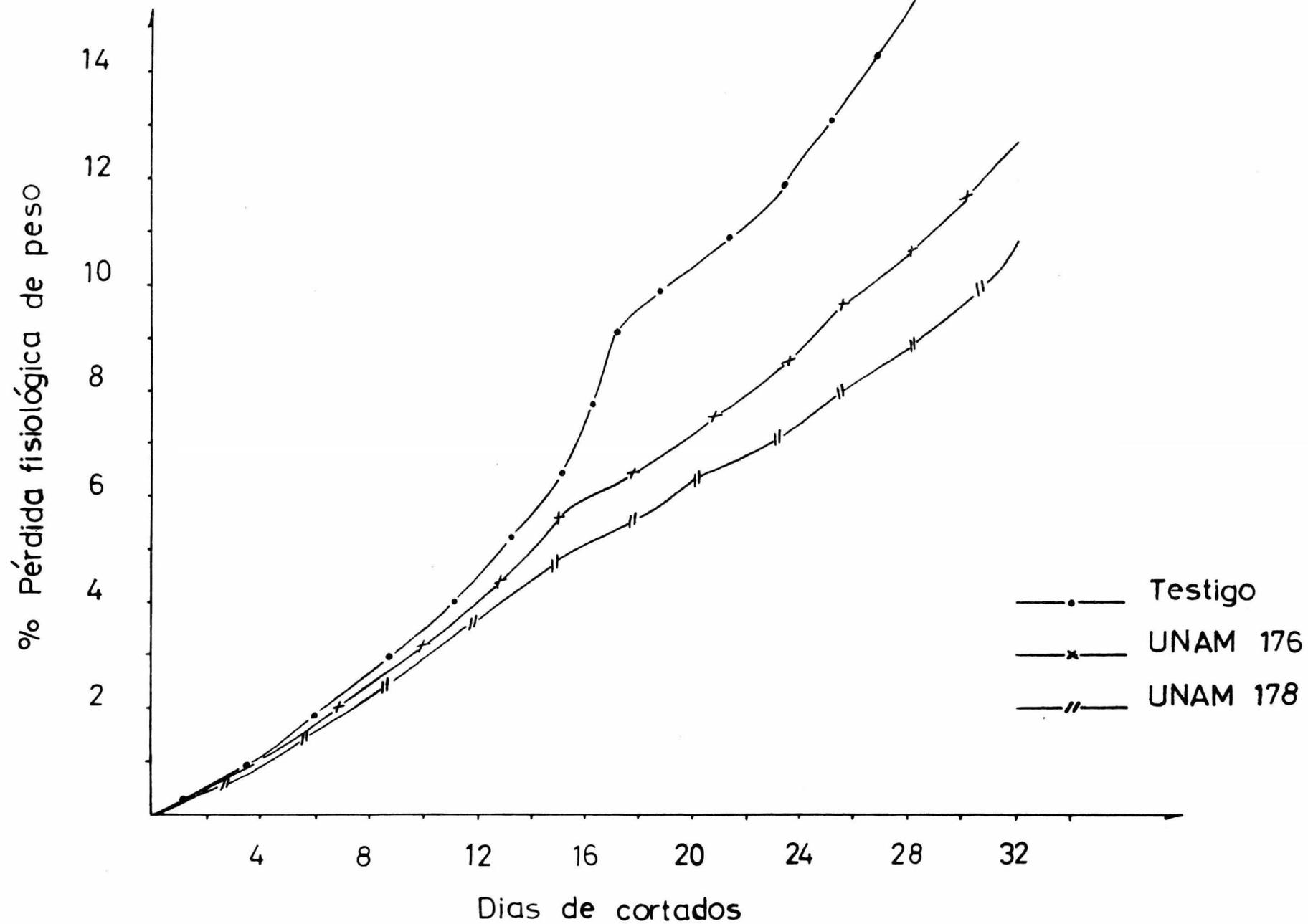
Al examinar la calidad de la fruta, se encontró que las principales causas de pérdidas fueron las infecciones fungales localizadas en los extremos del tallo y en el cuello de los dedos, ambas se redujeron en los plátanos tratados con "Candelilla" de manera que a los

32 días de cortados los testigos tenían un 86% de frutos invendibles mientras que los frutos tratados con UNAM 178, UNAM 177, UNAM 176 y UNAM 175 presentaban un 62, 51, 33 y 33% de frutos invendibles respectivamente (graf. # 22). A esto debemos añadir que el resto de la fruta no tenía su apariencia óptima, ya que los racimos enteros sufren contusiones durante el transporte que merman su calidad.

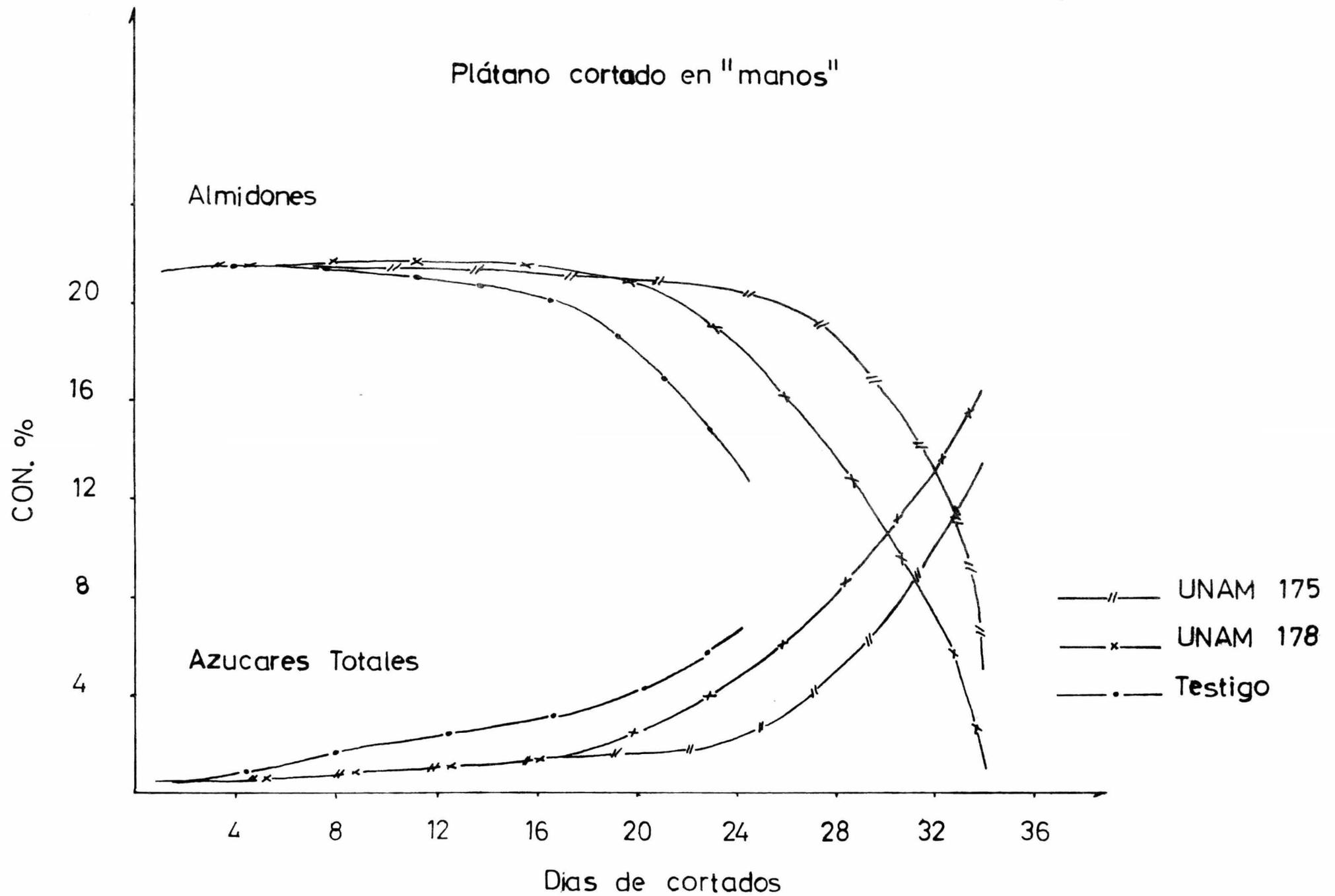
Tomando en cuenta todos estos resultados se puede concluir que los mejores tratamientos fueron UNAM 175 y UNAM 176.



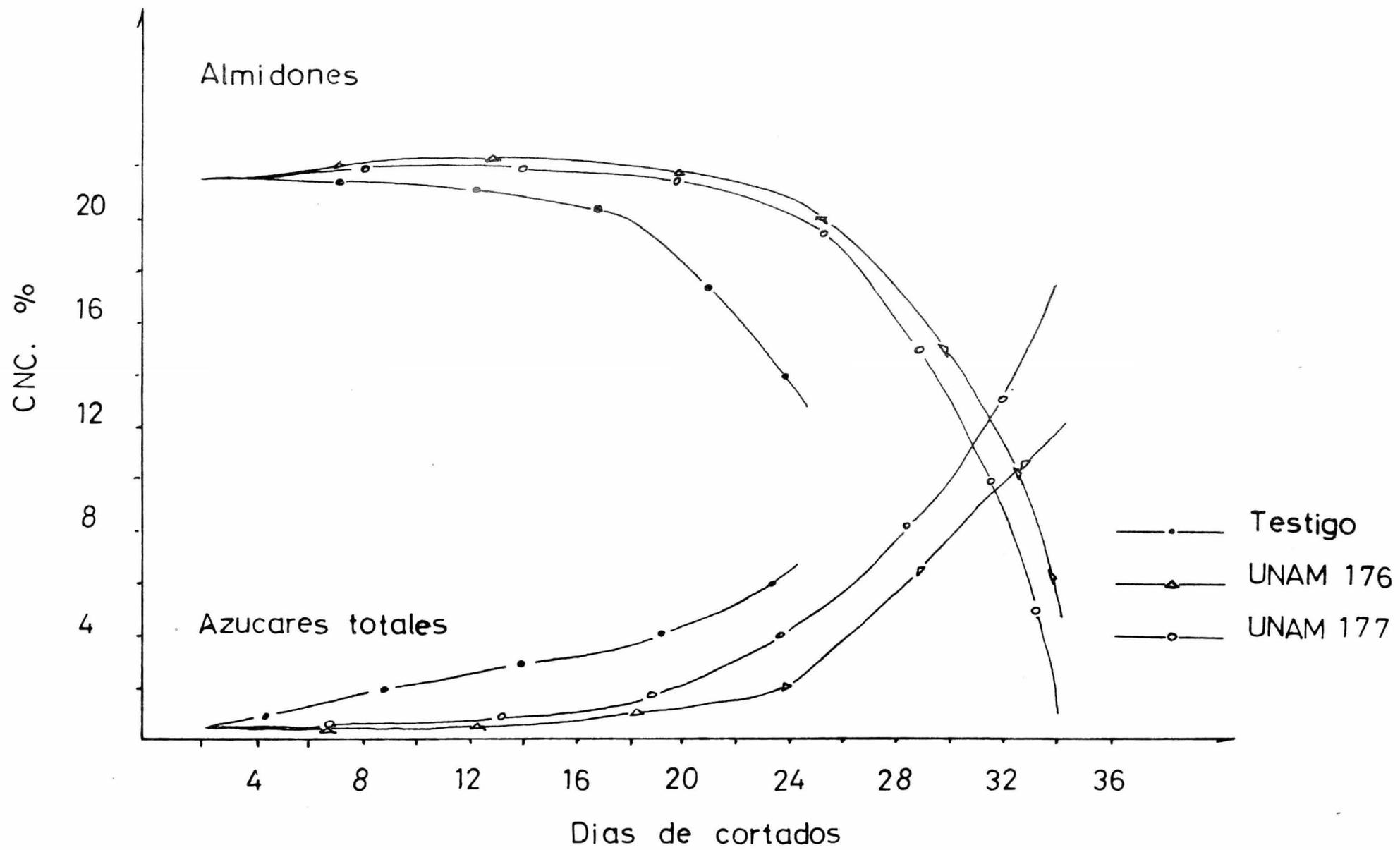
Gráfica # 9



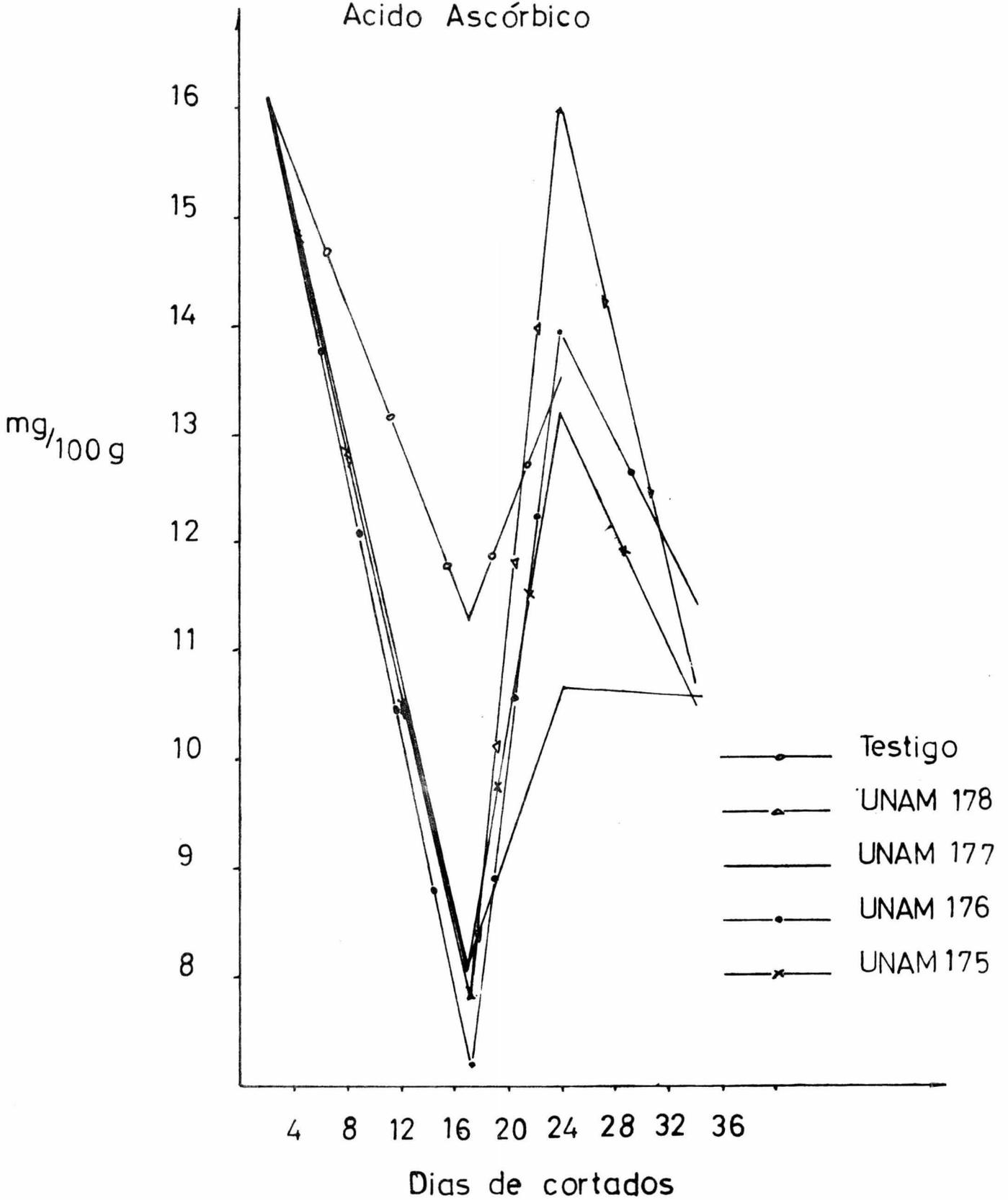
Gráfica # 10



Plátano cortado en "manos"



Acido Ascórbico



Grafica ≠ 13

" MANOS "

TABLA # 13

pH

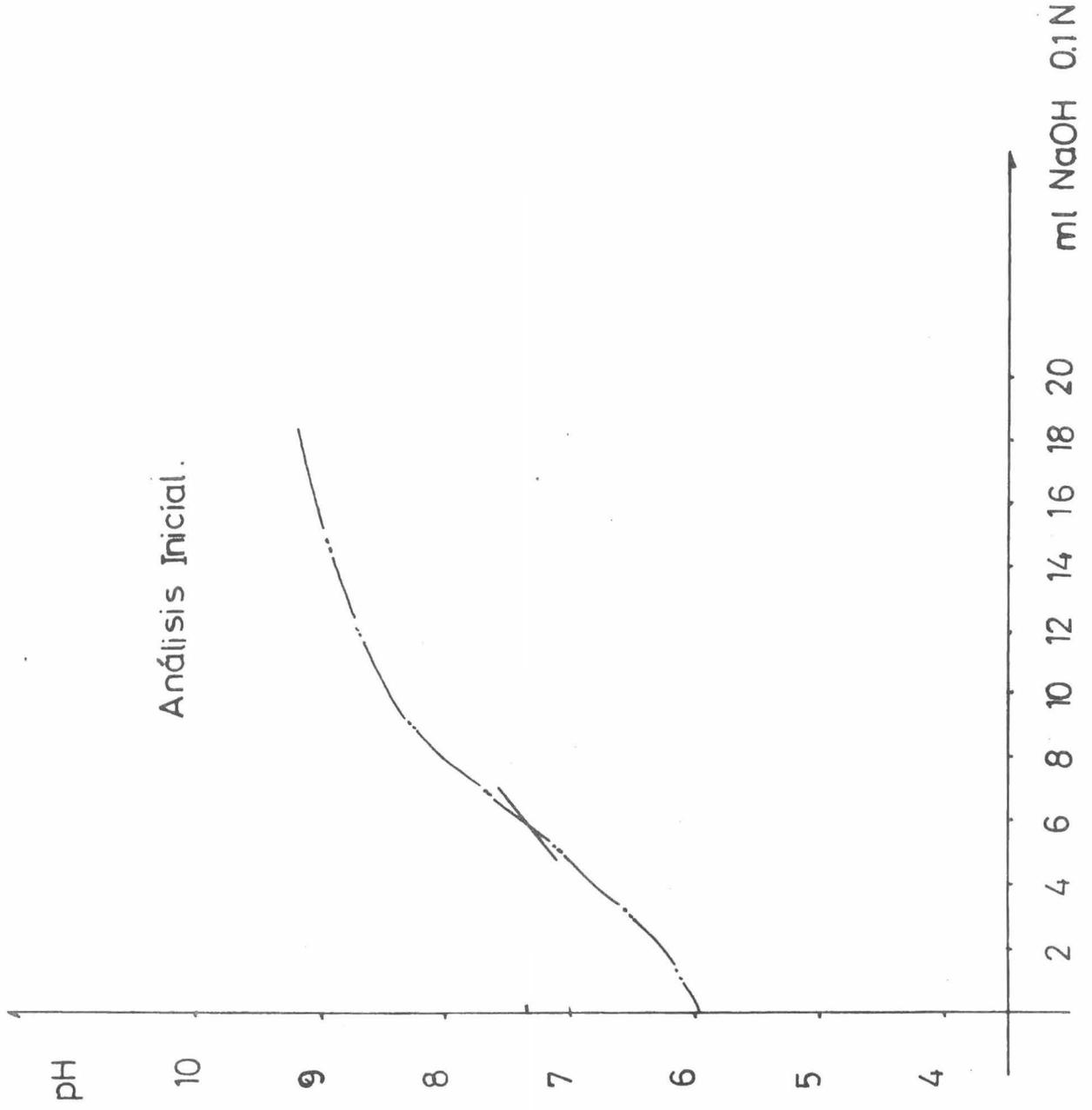
Tratamiento	Días de tratados			
	Inicial	17	24	34
UNAM 178	5.9	5.5	5.3	4.9
UNAM 177	5.9	5.7	5.5	5.0
UNAM 176	5.9	5.7	5.6	5.1
UNAM 175	5.9	5.6	5.5	5.0
Testigo	5.9	5.6	5.2	

TABLA # 14

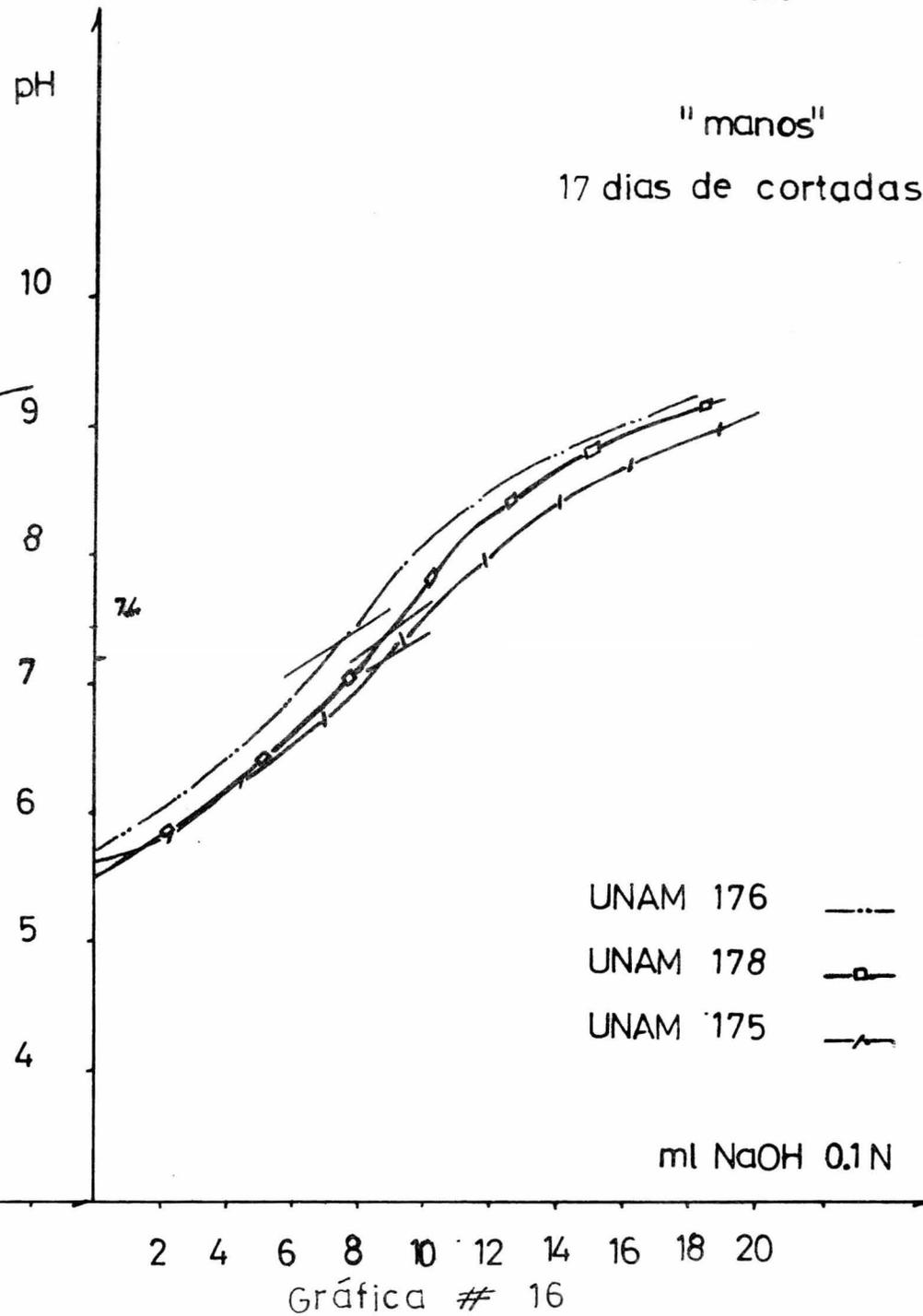
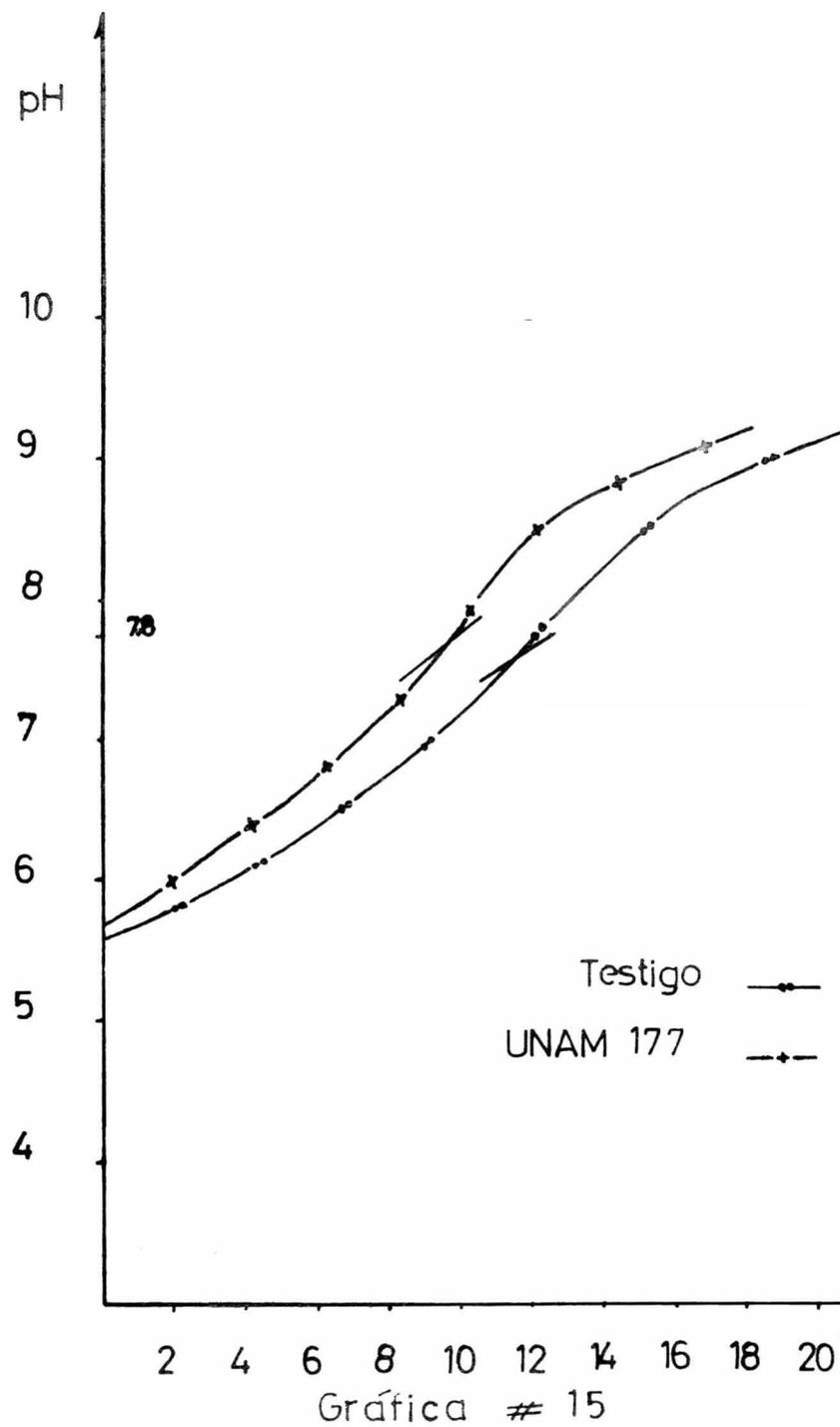
ACIDEZ TITULABLE *

Tratamiento	Días de tratados			
	Inicial	17	24	34
UNAM 178	2.55	3.6	4.5	5.85
UNAM 177	2.55	3.3	4.3	5.4
UNAM 176	2.55	3.15	3.6	5.55
UNAM 175	2.55	3.9	3.75	6.3
Testigo	2.55	4.2	5.1	

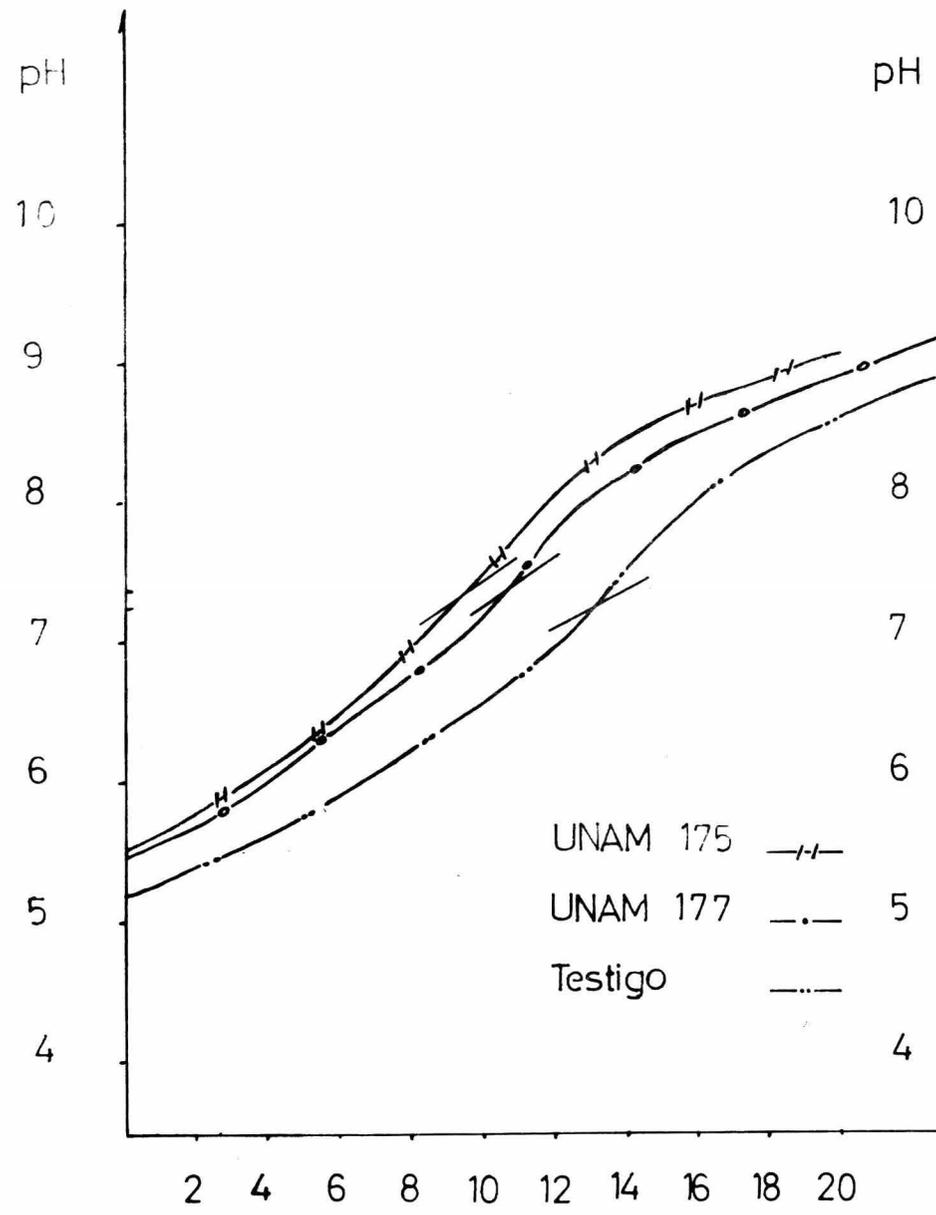
* ml de NaOH necesarios para neutralizar 100 g de pulpa



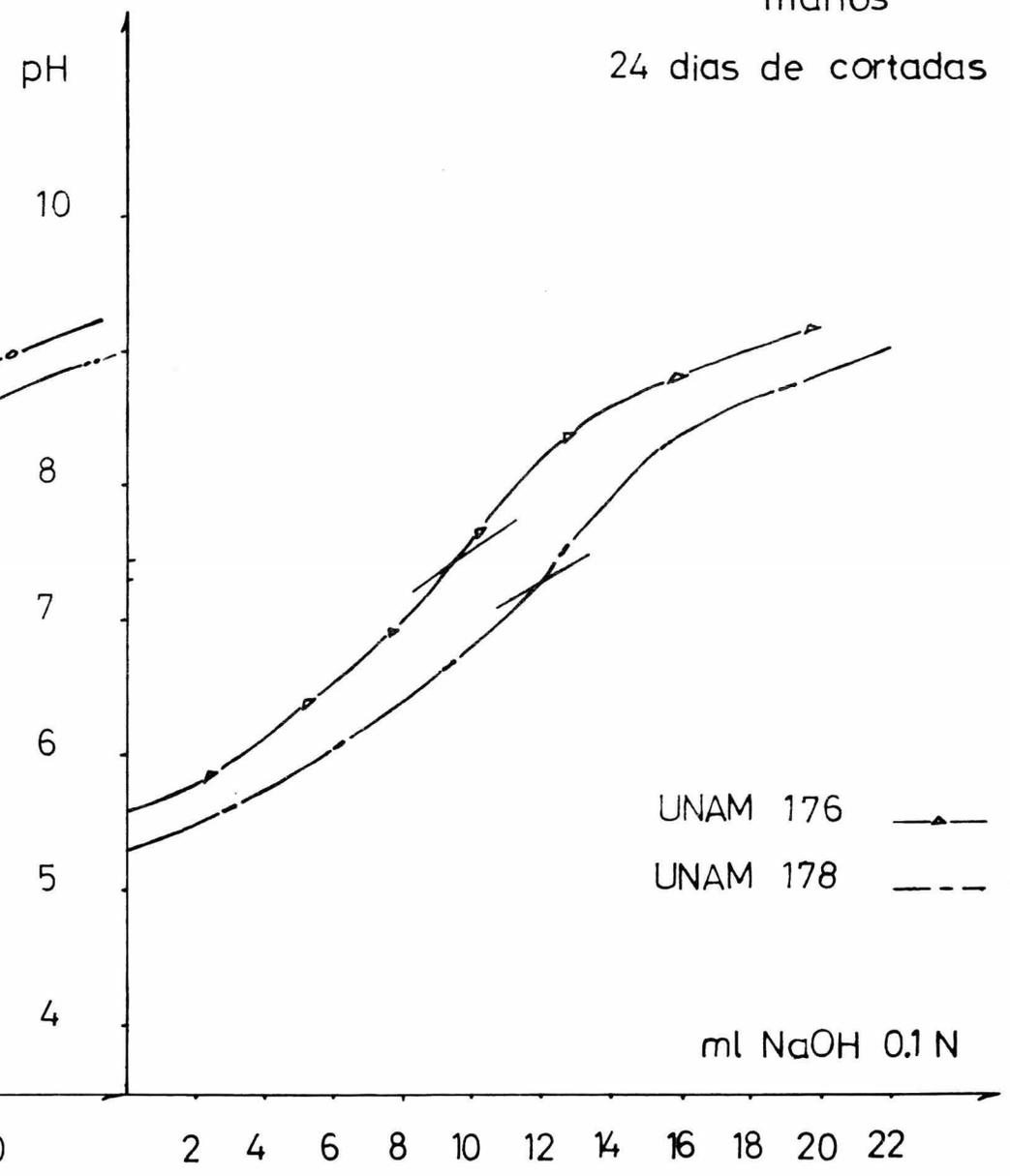
Gráfica # 14



"manos"
24 días de cortadas



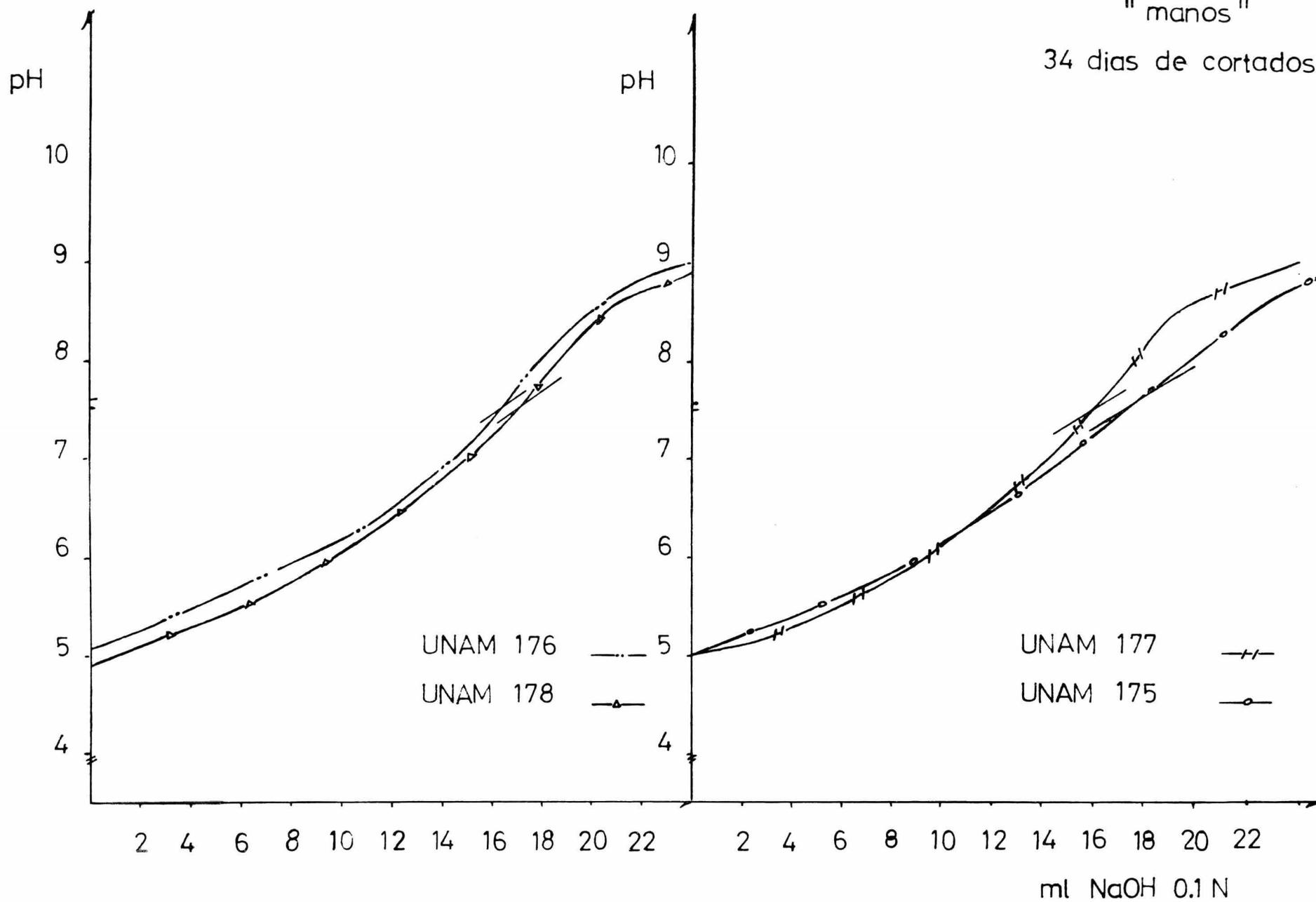
Gráfica # 17



Gráfica # 18

"manos"

34 días de cortados



Gráfica # 19

Gráfica # 20

" MANOS "

TABLA # 15

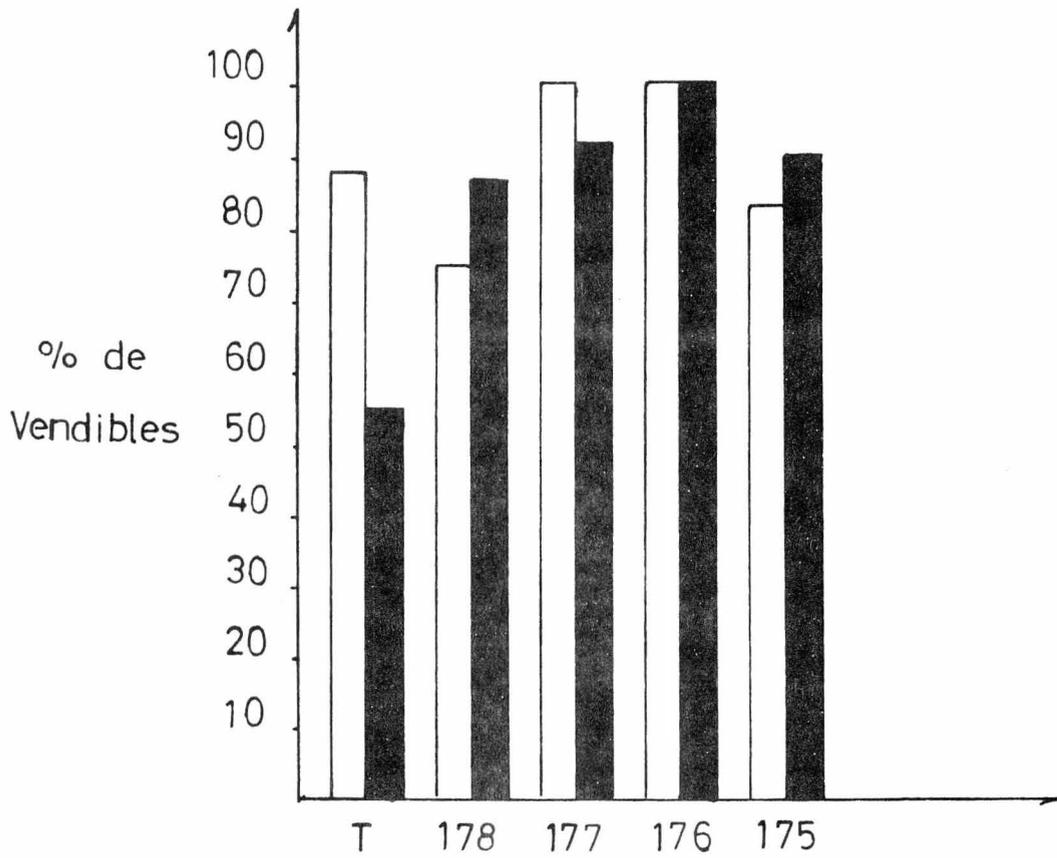
TANINOS (mg/g)

Tratamiento	Días de tratados			
	Inicial	17	24	34
UNAM 178	.544	.678	.500	.723
UNAM 177	.544	.705	.575	.651
UNAM 176	.544	.653	.357	.732
UNAM 175	.544	.611	.491	.669
Testigo	.544	.625	.633	

TABLA # 16

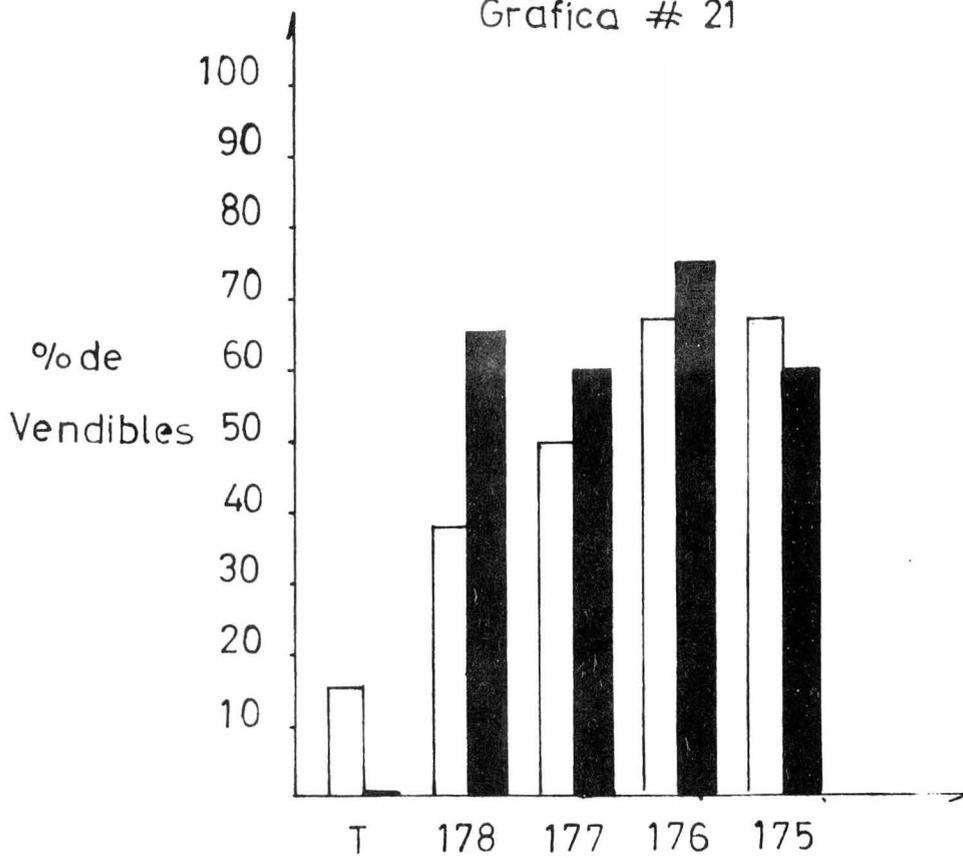
SOLIDOS TOTALES (%)

Tratamiento	Días de tratados			
	Inicial	17	24	34
UNAM 178	27.98	25.85	26.28	24.42
UNAM 177	27.98	26.84	26.58	25.43
UNAM 176	27.98	27.48	26.48	27.46
UNAM 175	27.98	25.99	27.79	26.62
Testigo	27.98	25.79	26.65	



23 días
Gráfica # 21

□ Racimos
■ Manos



32 días
Gráfica # 22

PRUEBAS ORGANOLEPTICAS

En esta evaluación se analizaron las siguientes características: Apariencia de la pulpa, olor, sabor, textura y apariencia del fruto. Se utilizaron muestras de los siguientes tratamientos: UNAM 175, UNAM 176 y UNAM 177 de plátanos cortados en "manos" y UNAM 175 en racimos. Todas las muestras se compararon con una muestra fresca.

El modelo utilizado fue: Prueba de preferencia/aceptabilidad a nivel de laboratorio (21). Número de jueces 25.

Análisis de varianza de la apariencia de la pulpa.

Muestras	suma de los 25 resultados	Media de los resultados	M.D.S.
UNAM 175 R	6	0.240	
Fresco	9	0.360	0.627
UNAM 175	11	0.440	0.660
UNAM 177	15	0.750	0.683
UNAM 176	20	0.800	0.698

Análisi de varianza del olor:

Muestras	suma de los resultados (25)	Media de los resultados	M.D.S.
UNAM 177	5	0.200	
UNAM 175 R	7	0.280	0.590
Fresco	8	0.320	0.622
UNAM 175	17	0.680	0.643
UNAM 176	19	0.760	0.658

Análisis de varianza de la textura:

Muestras	suma de los 25 resultados	Media de los resultados	M.D.S.
UNAM 175 R	9	0.360	
UNAM 177	19	0.760	0.607
UNAM 175	22	0.880	0.640
Fresco	23	0.920	0.661
UNAM 176	26	1.040	0.677

Análisis de varianza del sabor:

Muestras	suma de los 25 resultados	Media de los resultados	M.D.S.
UNAM 175 R	4	0.160	
UNAM 177	18	0.720	0.711
UNAM 175	20	0.800	0.749
Fresco	21	0.840	0.774
UNAM 176	26	1.040	0.794

Análisis de varianza de la apariencia externa.

Muestras	suma de los 25 resultados	Media de los resultados	M.D.S.
UNAM 177	-10	-0.400	
UNAM 175	5	0.200	0.770
UNAM 176	16	0.640	0.811
UNAM 175 R	27	1.030	0.838
Fresco	27	1.080	0.838

Análisis de varianza del total de las características.

Muestras	Suma de los 125 resultados	Media de los resultados	M.D.S.
UNAM 177	47	0.376	
UNAM 175 R	53	0.424	0.243
UNAM 175	75	0.600	0.256
Fresco	88	0.704	0.265
UNAM 176	107	0.856	0.271

R Fruta tratada en forma de racimo.

Conclusiones:

Las muestras de los tratamientos evaluados no mostraron diferencias significativas a un nivel de 5% con respecto a la muestra fresca en lo que se refiere a apariencia de la pulpa, olor y sabor.

El tratamiento UNAM 176 mostró una preferencia significativa con

respecto al tratamiento UNAM 175 R en las características de sabor y Textura.

Al considerar las características totales del fruto la muestra fresca no mostró diferencias significativas con respecto a los tratamientos UNAM 176 y UNAM 175, pero sí mostró preferencia con respecto a los tratamientos UNAM 175 R y UNAM 177.

De la misma manera al considerar las características totales, el tratamiento UNAM 176 mostró preferencia significativa con respecto a los tratamientos UNAM 177, UNAM 175 R y UNAM 177.

En cuanto a los resultados de los análisis químicos, los frutos recubiertos con la formulación UNAM 176 mostraron un bajo contenido de azúcares, acidez titulable, ac. ascórbico, sólidos totales y un alto valor de pH en comparación con las demás formulaciones, pero la relación de Azúcares totales/acidez se mantiene aceptable.

Manos.

Pérdida fisiológica de peso. Las gráficas (9) y (10) muestran que a partir de los 15 días de almacenamiento las diferencias de pérdida fisiológica de peso entre los tratamientos con cera de "Candelilla" y los testigos se hacen más notorias de manera que 29 días después de cosechados alcanzan los siguientes porcentajes:

T	15.9%
UNAM 175	9.2%
UNAM 176	11.0%
UNAM 177	10.7%
UNAM 178	9.1%

Las variaciones de pH, acidez titulable*, sólidos totales (ver tablas 13 a 16) y ácido ascórbico (graf. # 13) siguen el mismo patrón de comportamiento que el testigo pero los cambios se llevan a cabo con mayor lentitud.

* Al determinar la acidez titulable se observó de la curva de titulación (graf. # 14 a 20) que el punto de equivalencia varía con la maduración y que éste no coincide con el vire de la fenoftaleína a pH = 8.2

La hidrólisis de almidones y acumulación de azúcares se reduce con los tratamientos con cera de "Candelilla" especialmente con UNAM,

175, UNAM 176 y UNAM 177 como se muestra en las graf. (11) y (12)

Al examinar la calidad de la fruta 23 días después de cosechada, se encontraron infecciones tan severas en el cojinete y en el cuello de los dedos del testigo que casi el 50% era invendible aún antes de madurar completamente graf. (21). En la fruta tratada con cera de "Candelilla" estas infecciones se ven notablemente reducidas, sobre todo en los frutos tratados con UNAM 176. Estos efectos se hacen más evidentes aún, después de 32 días de almacenamiento como se muestra en la graf. (22).

Como ha podido observarse los tratamientos UNAM 175 y UNAM 177 redujeron notablemente la pérdida fisiológica de peso, sin embargo el tratamiento UNAM 176 retardó la maduración y redujo las infecciones fungales con mayor eficiencia.

Comparando el comportamiento de los frutos tratados como racimos con los que se cortaron en manos, se encontró que no hay grandes diferencias en lo que se refiere a la maduración, que en ambos casos se retrasó notablemente en los frutos tratados con cera de "Candelilla", especialmente con UNAM 176. En cuanto a la incidencia de infecciones fungales que son las principales causas de pérdidas, en ambos casos se redujeron también con el recubrimiento con Candelilla, pero su control fue casi siempre más eficiente en los frutos cortados en manos (graf. 22) a la vez que se conservó mejor su apariencia.

Por estas razones se puede decir que el recubrimiento con cera de "Candelilla" proporciona mejores resultados cuando se aplica a frutos cortados en manos.

De todo lo anterior se puede concluir que el mejor tratamiento fue el recubrimiento de fruta cortada en manos con UNAM 176 que retardó la maduración con mayor eficiencia a la vez que redujo la incidencia de infecciones fungales conservando las propiedades organolépticas y la apariencia del fruto.

FASE A ESCALA PILOTO

EXPERIMENTO # 4

En este experimento se realizó un estudio comparativo de los resultados de una cera comercial (TAG) con algunas formulaciones de cera de "Candelilla" que habían sido probadas en experimentos anteriores así como el uso de bolsas de plástico con o sin perforaciones.

Se trató una tonelada de plátano "Enano Gigante", 3/4 lleno, adquirido en las plantaciones de Cerro de Arteaga en Tecomán Colima.

La fruta se dividió en 7 lotes a los que se aplicaron las siguientes formulaciones: TAG, UNAM 168, UNAM 176, UNAM 177 y UNAM 180.

La aplicación de la cera se hizo del modo usual:

Selección de la fruta.

"Desmanillado".

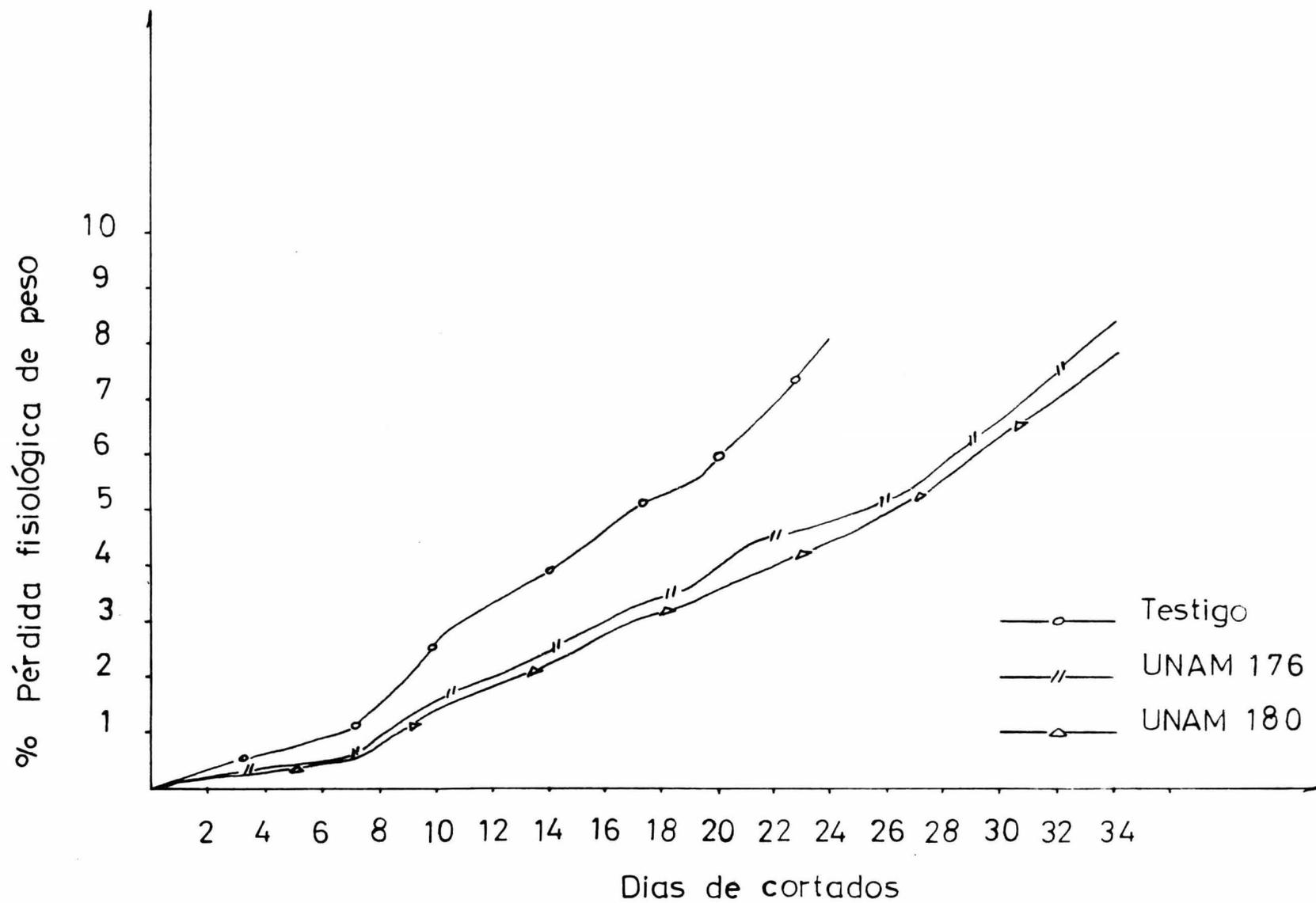
Lavado.

Secado con aire.

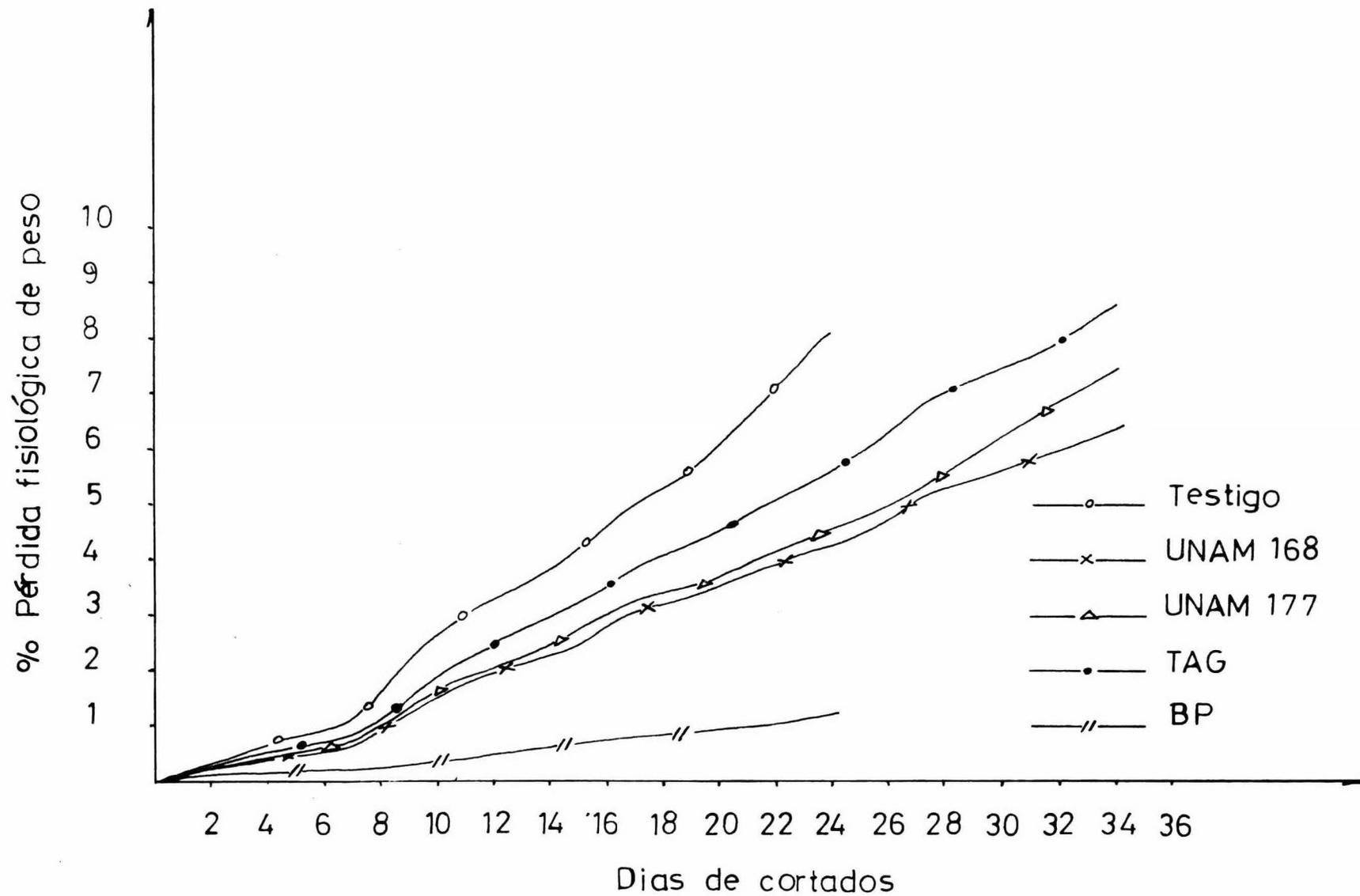
Empaque en cajas forradas con papel.

Los plátanos envueltos en bolsas de plástico con o sin perforaciones, pasó como el testigo, sólo fueron lavados en agua corriente.

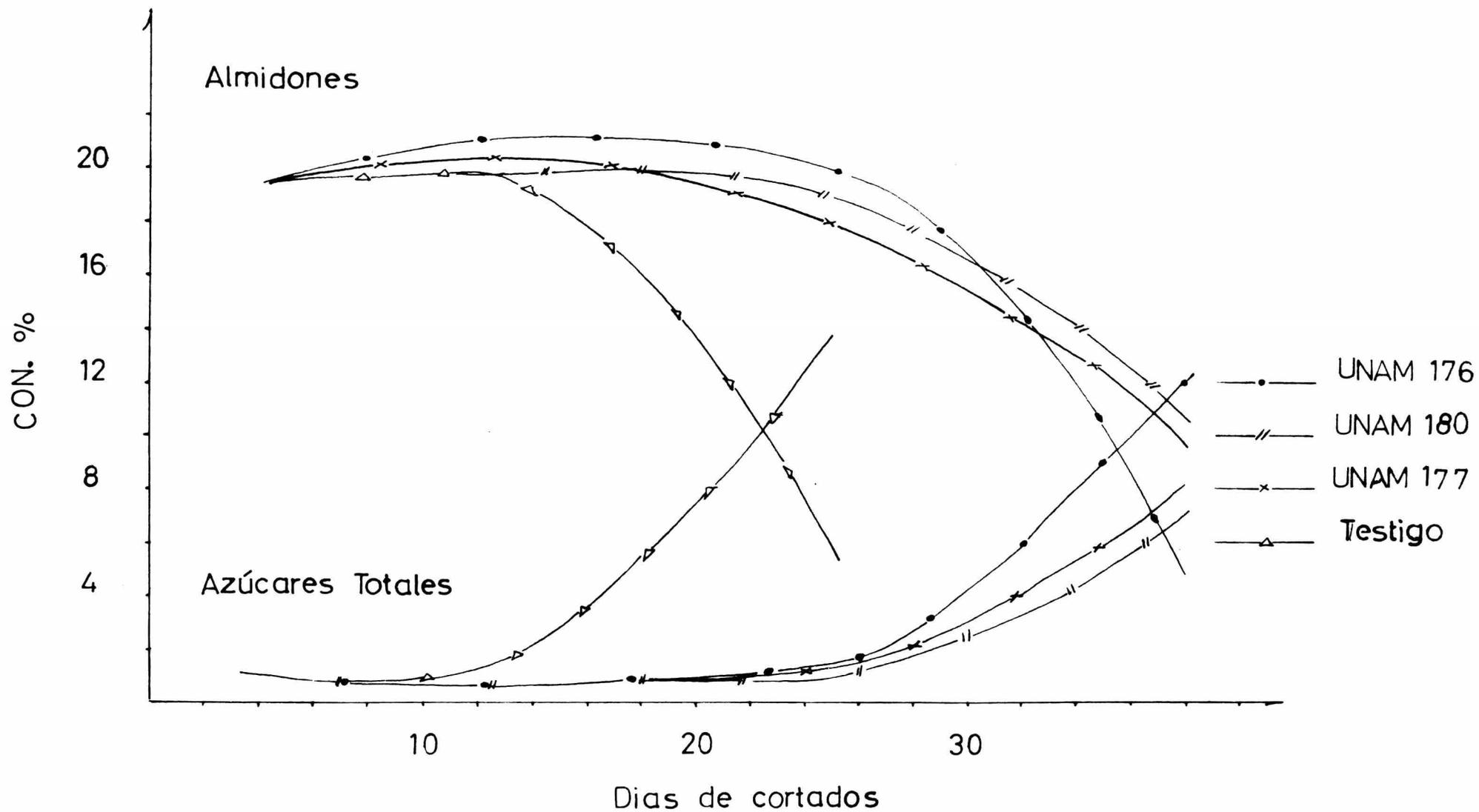
La fruta se almacenó a temperatura ambiente entre 19 y 21°C con una humedad relativa que osciló entre 70 y 85%.



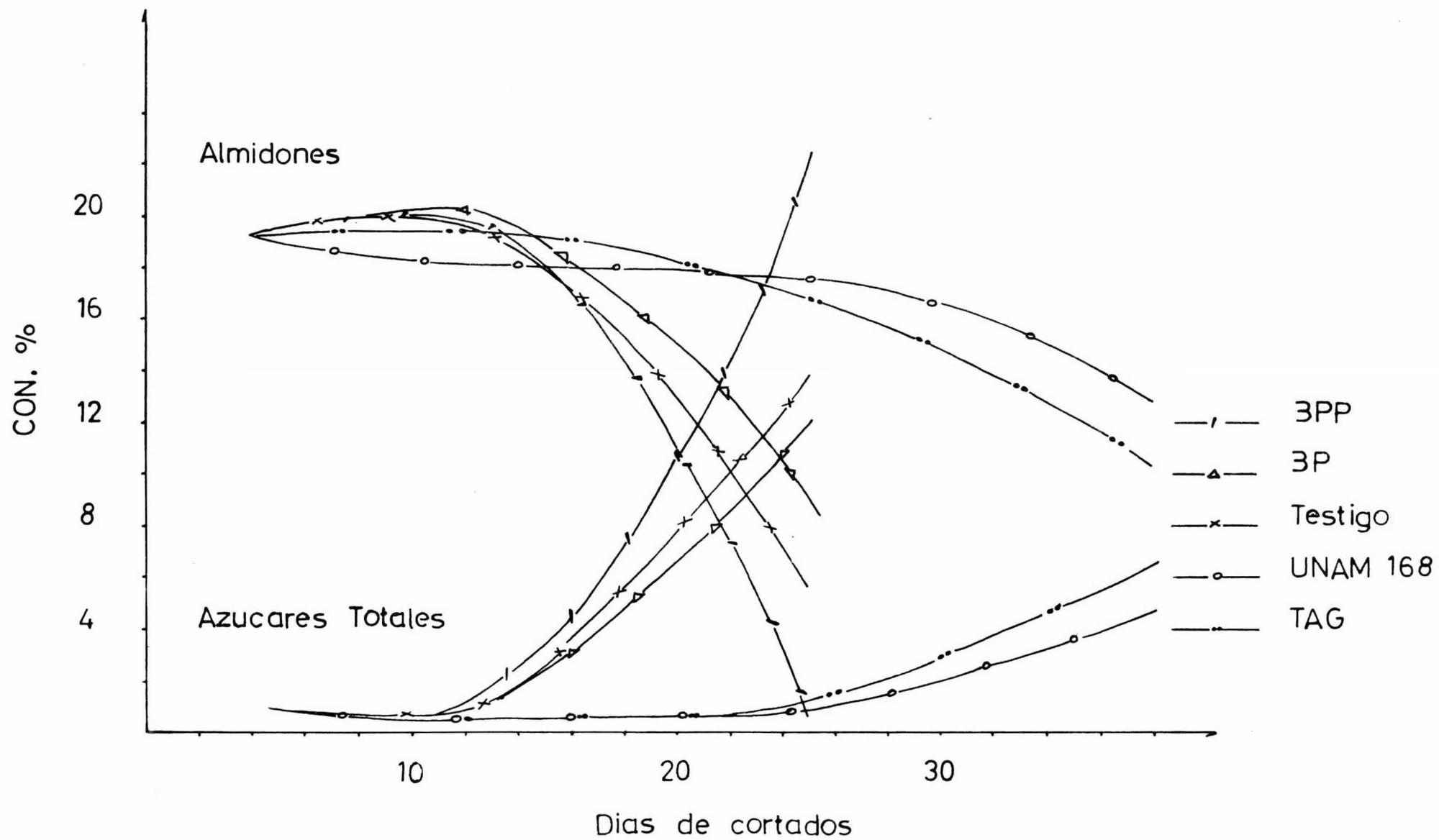
Gráfica # 23



Gráfica # 24

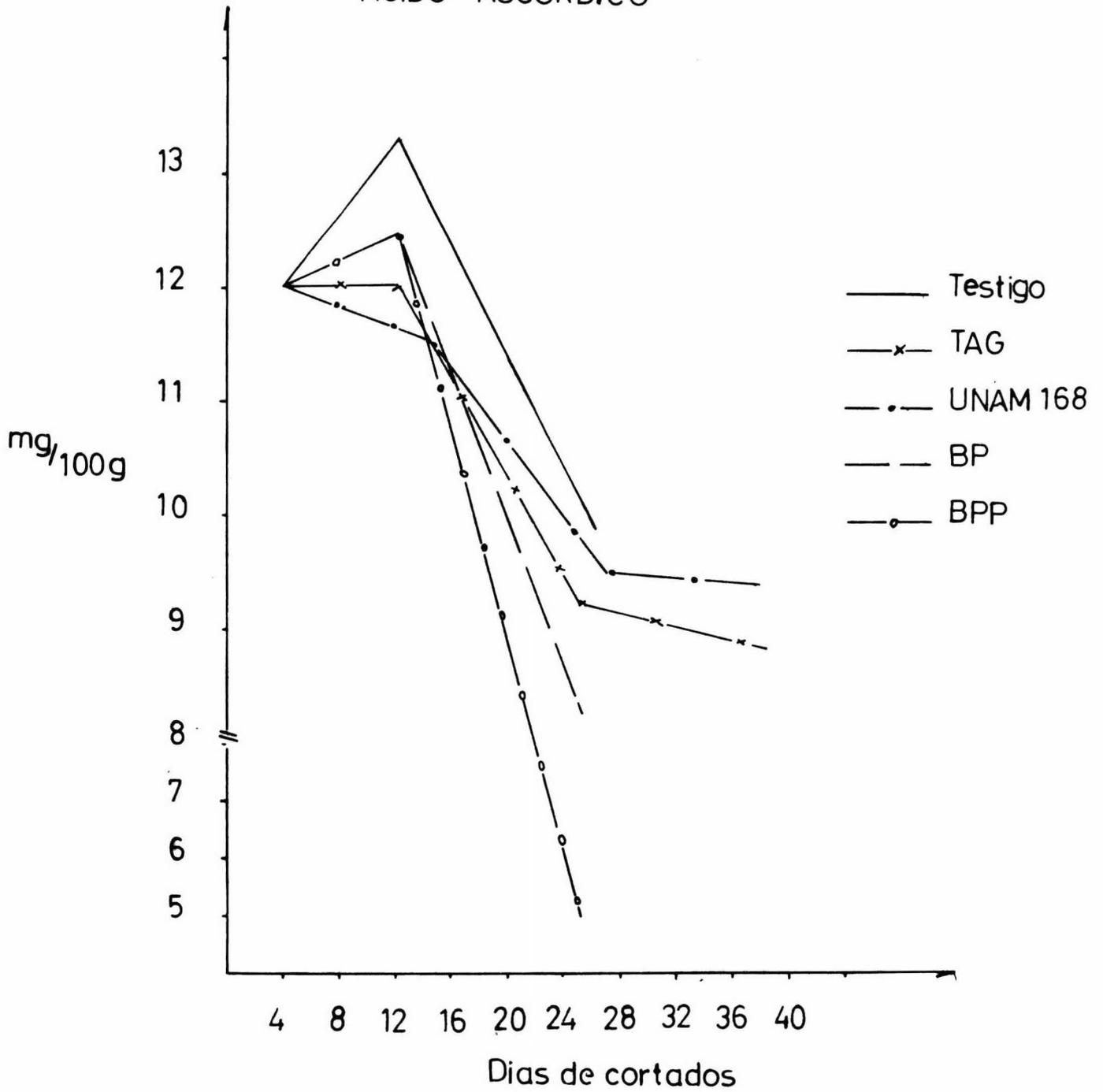


Gráfica # 25



Gráfica # 26

ACIDO ASCORBICO



Gráfica# 27

TABLA # 17

pH

Tratamiento	Días de tratados					
	Inicial	12	14	25	27	38
Testigo	6.05	5.8		4.8		
BPP	6.05	5.8		4.8		
BP	6.05	5.8		4.6		
UNAM 177	6.05	5.85		5.5		4.9
UNAM 176	6.05	5.8			5.35	5.2
UNAM 180	6.05		5.7	5.64		5.3
UNAM 168	6.05		5.7		5.5	5.2
C. Comercial	6.05	6.1		5.4		5.3

TABLA # 18

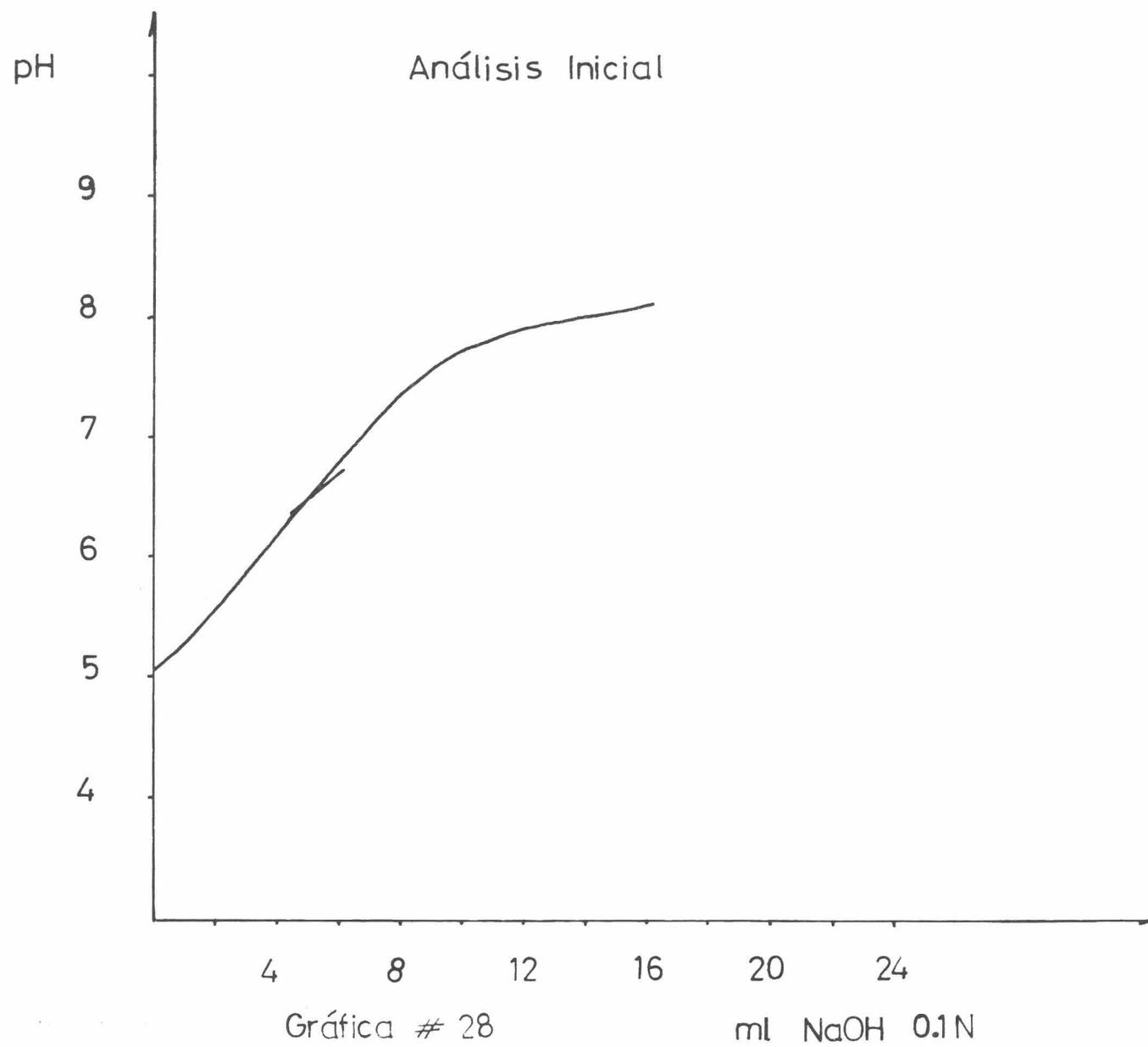
ACIDEZ TITULABLE*

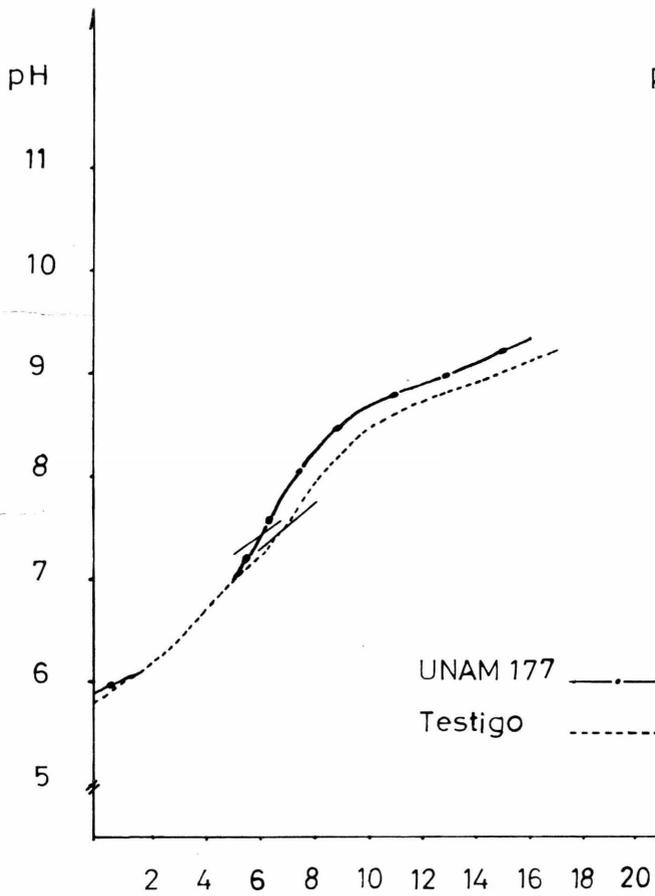
Tratamiento	Días de tratados					
	Inicial	12	14	25	27	38
Testigo	2.25	2.7		6.3		
BPP	2.25	2.7		5.7		
BP	2.25	2.7		7.2		
UNAM 177	2.25	2.4		3.3		5.7
UNAM 176	2.25	2.25			4.2	4.2
UNAM 180	2.25		3.0	3.15		4.05
UNAM 168	2.25		2.85		3.3	4.05
C. Comercial	2.25	2.25		3.75		4.05

* ml de NaOH 1 N necesarios para neutralizar 100 g de pulpa

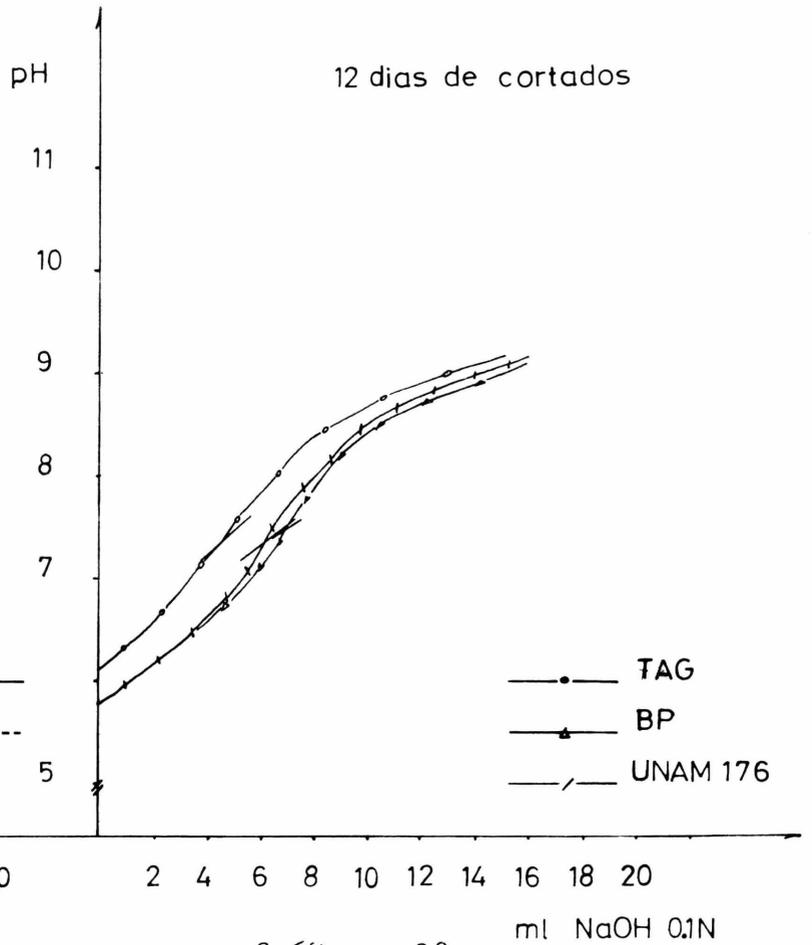
BPP bolsa de plástico con perforaciones

BP bolsa de plástico sin perforaciones.



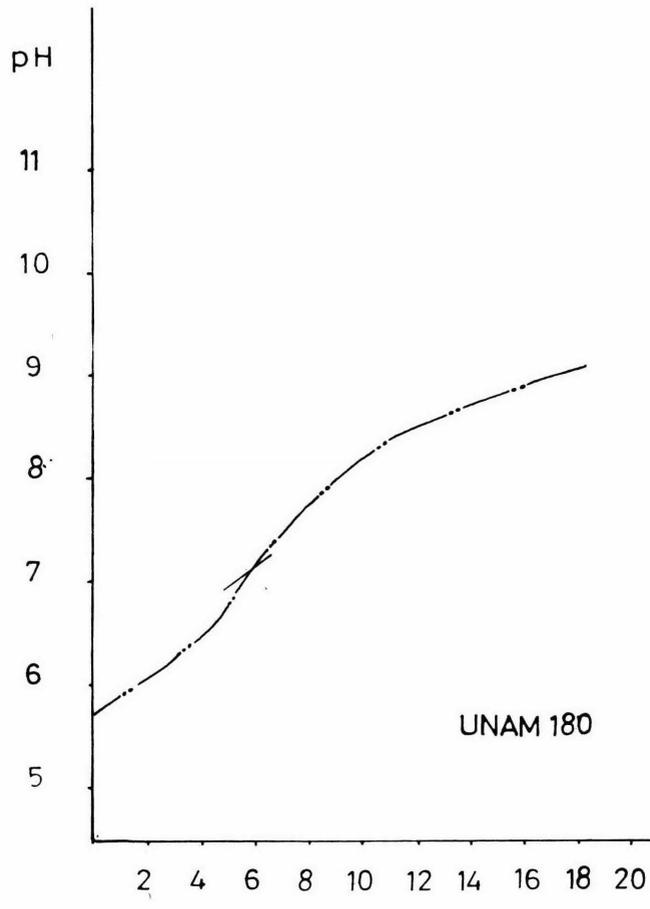


Gráfica # 29

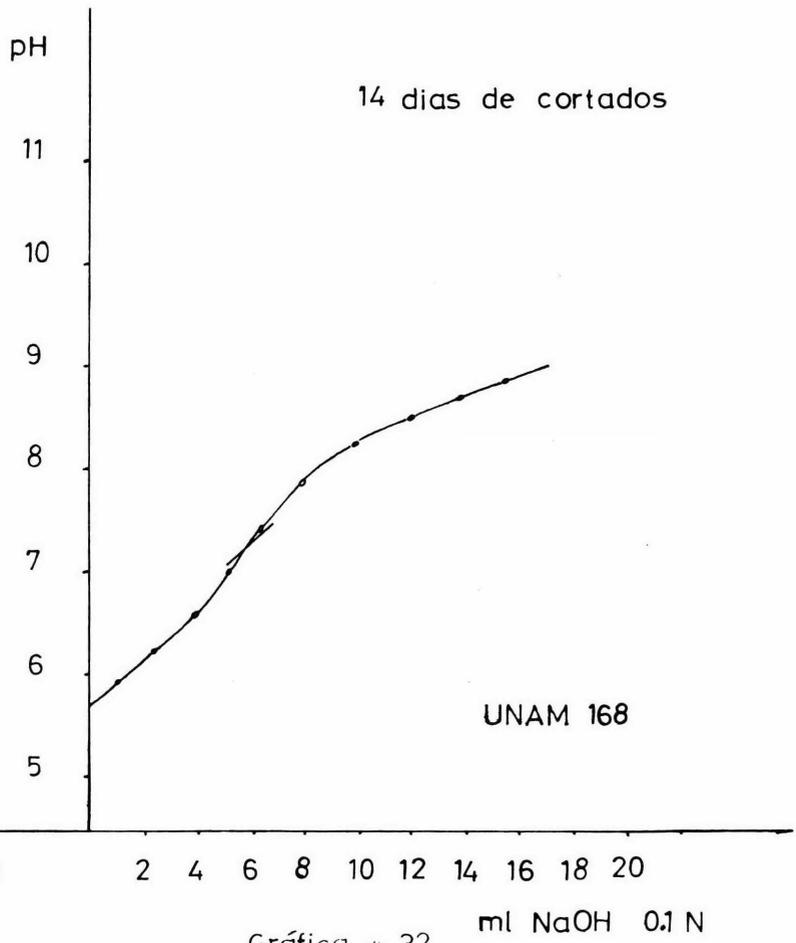


Gráfica # 30

ml NaOH 0.1N

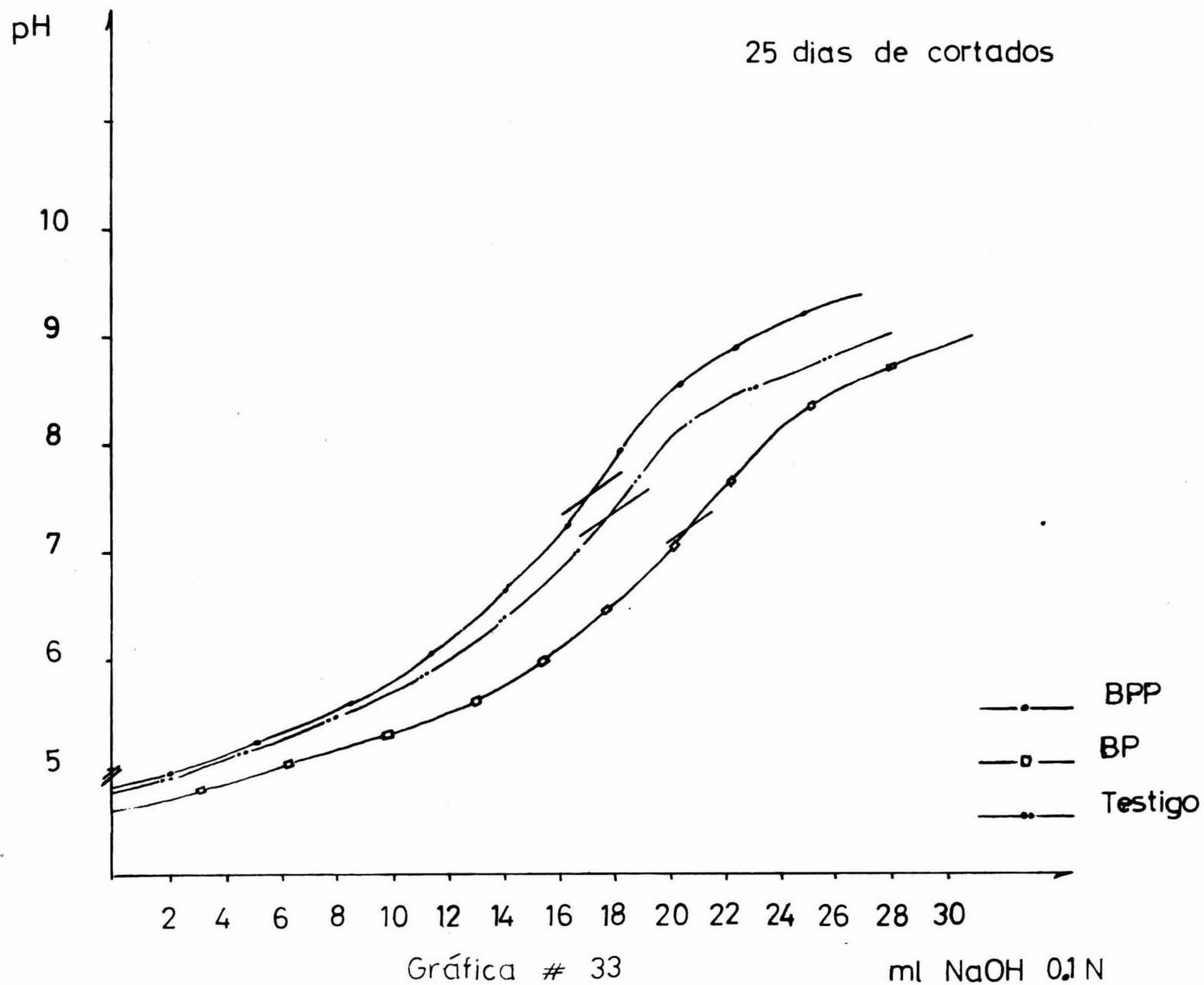


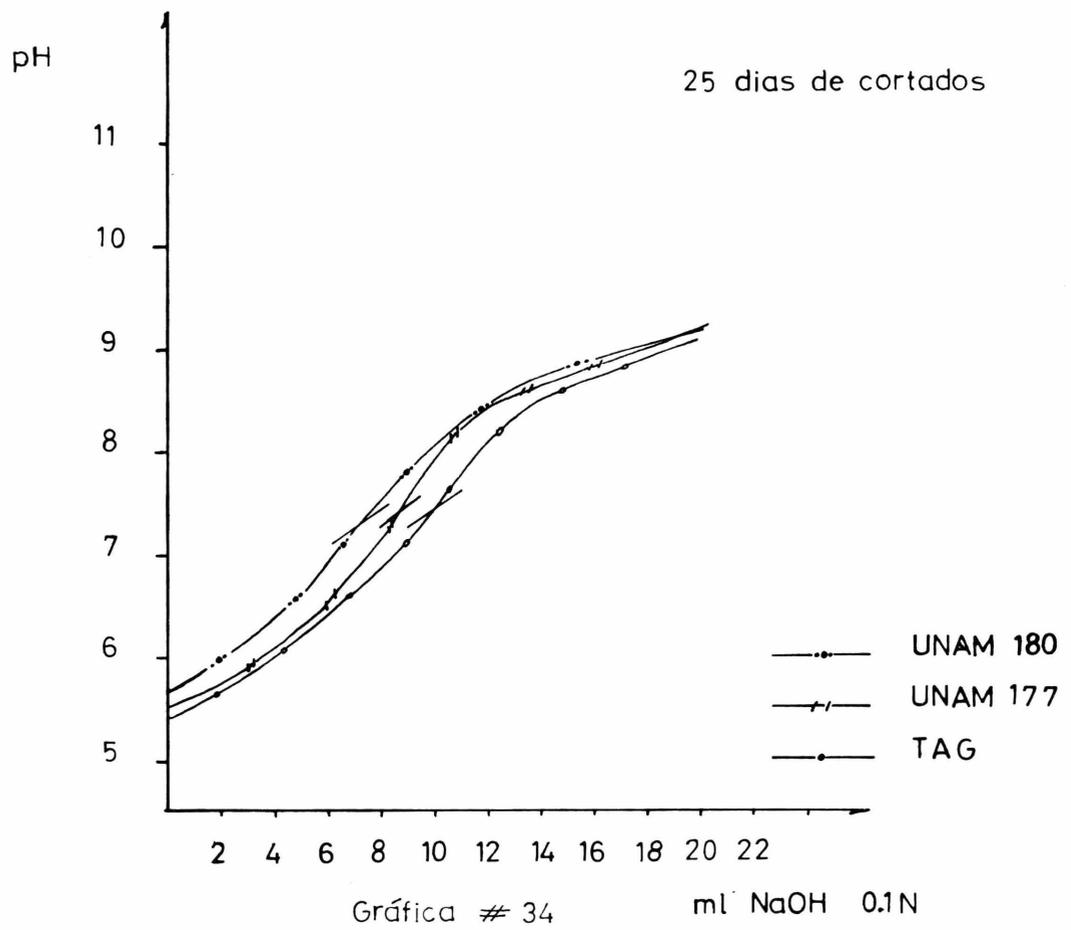
Gráfica # 31

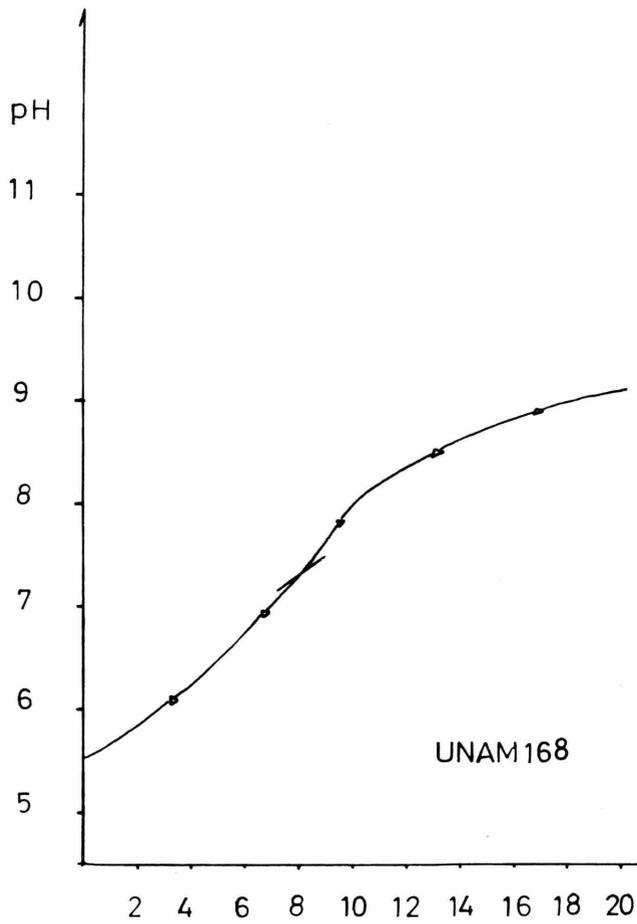


Gráfica # 32

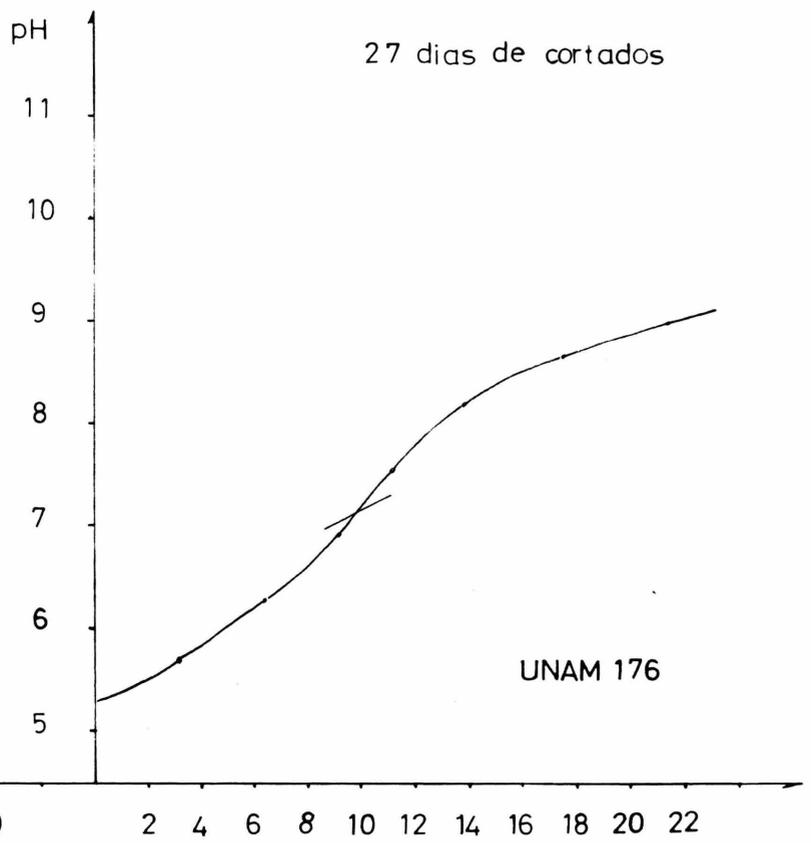
ml NaOH 0.1 N







Gráfica # 35



Gráfica # 36 ml NaOH 0.1 N

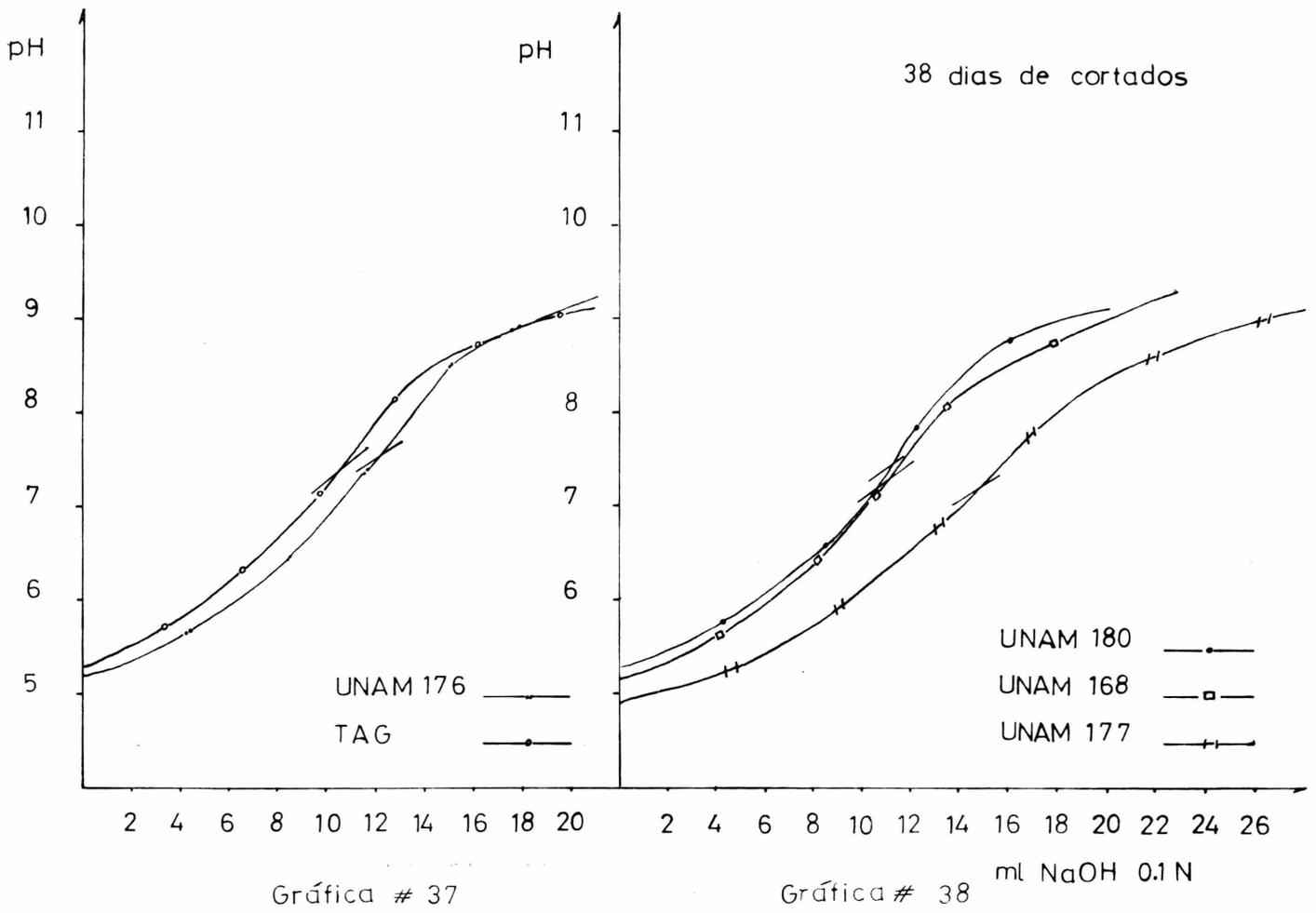


TABLA # 19
TANINOS (mg/g)

Tratamiento	Días de tratados					
	Inicial	12	14	25	27	38
Testigo	.536	.616		.571		
BPP	.536	.491		.517		
BP	.536	.491		.616		
UNAM 177	.536	.473		.705		.705
UNAM 176	.536	.446			.553	.723
UNAM 180	.536		.455	.866		.741
UNAM 168	.536		.464		.607	.651
C. Comercial	.536	.892		.530		.705

TABLA # 20
SOLIDOS TOTALES (%)

Tratamiento	Días de tratados					
	Inicial	12	14	25	27	38
Testigo	24.83	27.48		24.71		
BPP	24.83	27.72		22.46		
BP	24.83	27.72		24.63		
UNAM 177	24.83	26.38		24.26		25.86
UNAM 176	24.83	27.39			25.43	25.67
UNAM 180	24.83		26.21	24.03		23.49
UNAM 168	24.83		25.65		26.52	18.62
C. Comercial	24.83	25.86		25.64		24.39

PRUEBAS ORGANOLEPTICAS

En esta evaluación se analizaron las características de color, olor, sabor y textura de la pulpa así como la apariencia externa, en forma independiente de los diferentes tratamientos.

El modelo utilizado fue: Prueba de preferencia/aceptabilidad a nivel de laboratorio. Número de jueces 27.

Análisis de varianza del color.

Muestra	Suma de los 27 resultados	Media de los resultados	M. D. S.
UNAM 176	14	0.518	
UNAM 177	17	0.629	0.518
UNAM 180	18	0.666	0.545
TAG	21	0.777	0.564

Análisis de varianza del olor

Muestra	Suma de los 27 resultados	Media de los resultados	M. D. S.
UNAM 176	16	0.592	
TAG	17	0.629	0.436
UNAM 177	17	0.629	0.460
UNAM 180	19	0.703	0.475

Análisis de varianza del sabor.

Muestra	Suma de los 27 resultados	Media de los resultados	M.D.S.
UNAM 177	20	0.740	
UNAM 176	24	0.888	0.476
TAG	28	1.037	0.498
UNAM 180	33	1.222	0.515

Análisis de varianza de la textura.

Muestra	Suma de los 27 resultados	Media de los resultados	M.D.S.
UNAM 176	21	0.777	
TAG	25	0.925	0.473
UNAM 177	28	1.037	0.498
UNAM 180	33	1.222	0.515

Análisis de varianza de la apariencia externa.

Muestra	Suma de los 27 resultados	Media de los resultados	M.D.S.
UNAM 176	-24	-0.888	
TAG	12	0.444	0.492
UNAM 177	30	1.111	0.519
UNAM 180	39	1.444	0.536

Análisis de varianza del total de las características.

Muestra	Suma de los 27 resultados	Media de los resultados	M.D.S.
UNAM 176	51	0.377	
TAG	103	0.762	0.235
UNAM 177	112	0.829	0.247
UNAM 180	141	1.044	0.256

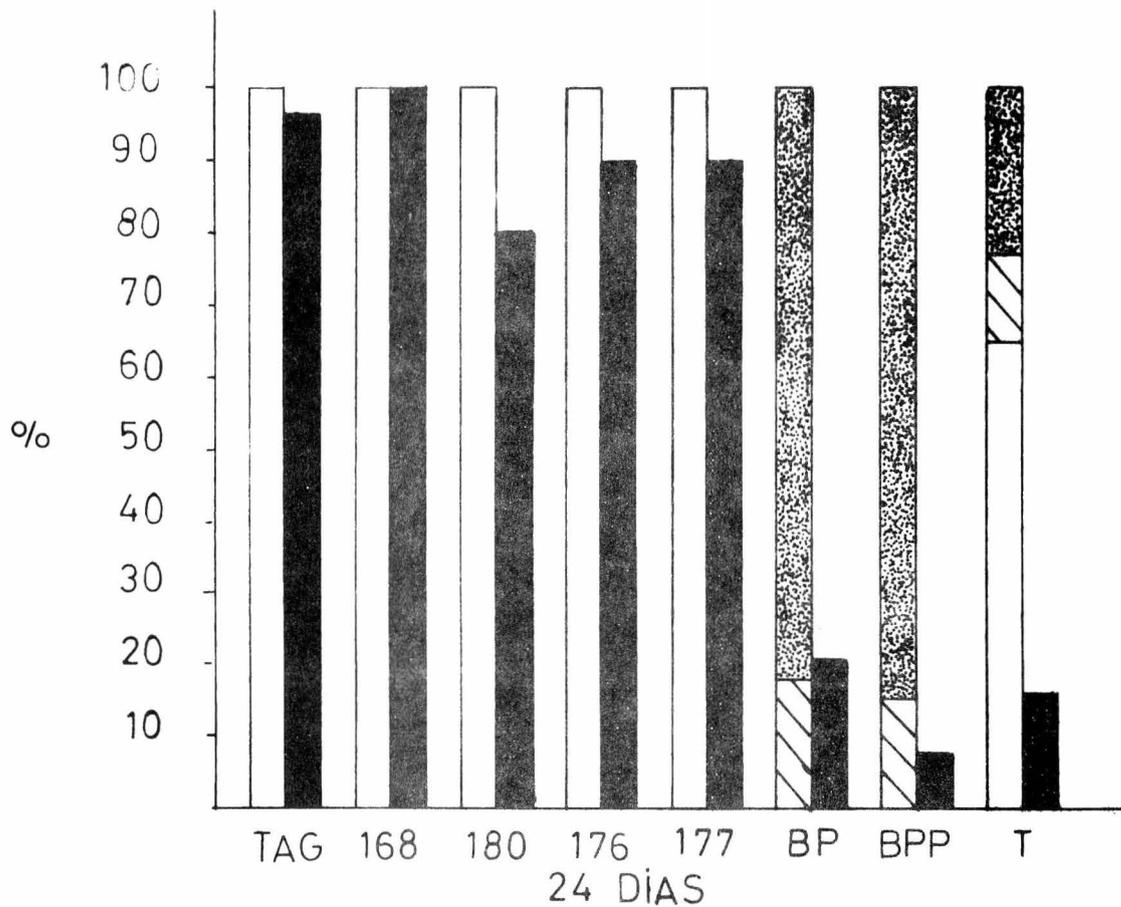
Conclusiones

Al evaluar las características de color, olor y sabor los tratamientos no mostraron diferencias significativas entre ellos mismos a un nivel de 5%.

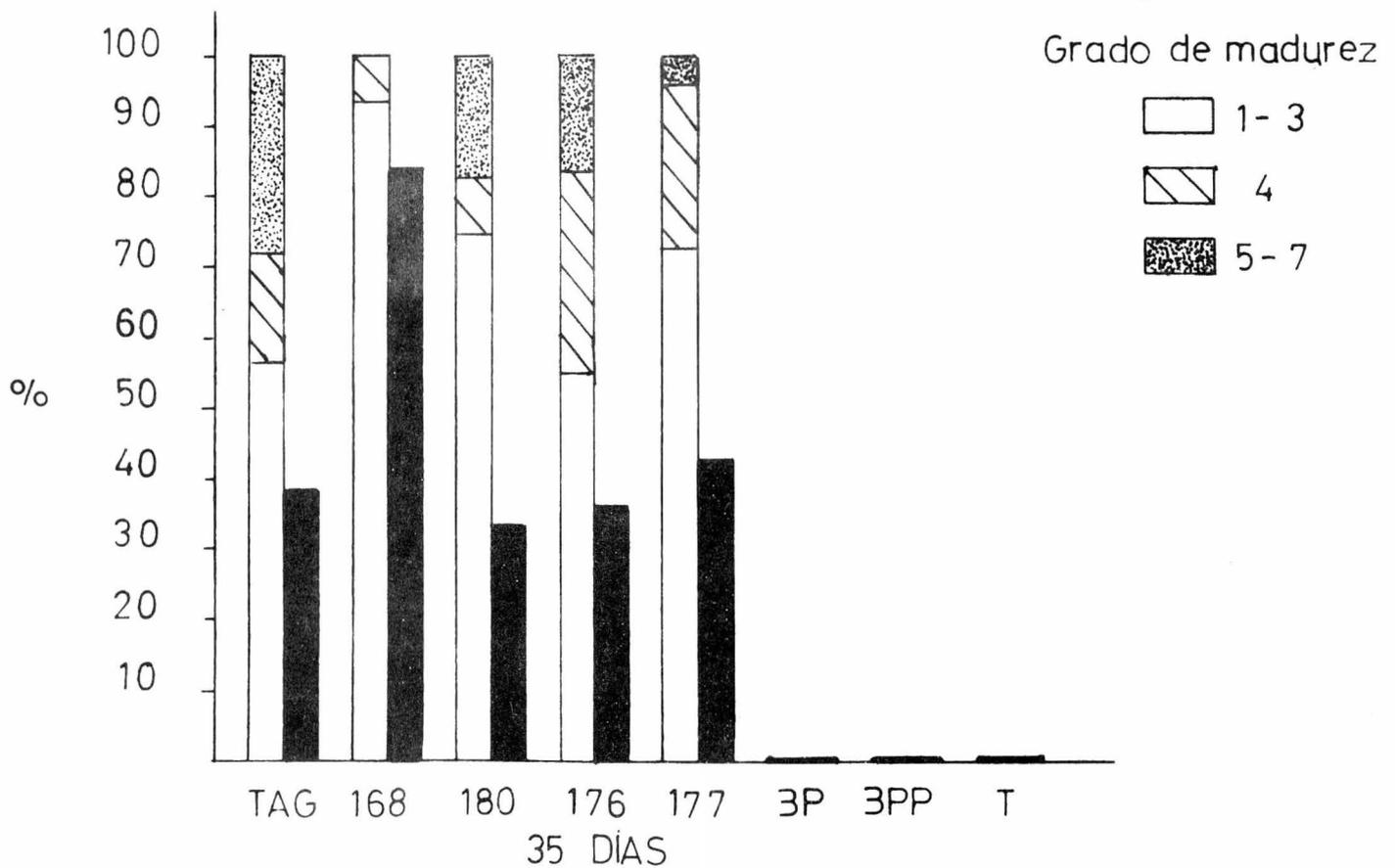
En cuanto a la textura el tratamiento UNAM 180 mostró preferencia con respecto al tratamiento UNAM 176, pero no hubo diferencias significativas en comparación con los demás tratamientos.

Analizando la apariencia externa, los tratamientos UNAM 180 y UNAM 177 mostraron preferencia con respecto a los tratamientos UNAM 176 y TAG.

Al considerar las características totales del fruto los tratamientos UNAM 180 y UNAM 177 mostraron preferencia en comparación con los tratamientos TAG y UNAM 176.



Gráfica # 39



Gráfica # 40

CONCLUSIONES

De las gráficas (23) y (24) se puede observar que con el transcurso del tiempo, las diferencias en pérdida fisiológica de peso entre los tratamientos y el testigo se hacen más evidentes, de tal manera que a los 24 días de almacenamiento se tienen los siguientes resultados:

T	8.1%
UNAM 168	4.4%
UNAM 176	4.7%
UNAM 177	4.1%
UNAM 180	4.4%
TAG	5.5%
*BP	1.1%

*Este resultado se debe a que la humedad queda retenida en las paredes de la bolsa.

En cuanto a la hidrólisis de almidones y acumulación de azúcares no hay diferencias notables entre los tratamientos UNAM 168, UNAM 176, UNAM 177, UNAM 180 y TAG, pero sí con respecto al testigo y a los frutos envueltos en bolsas de plástico con o sin perforaciones (graf. 25 y 26).

En cuanto a las variaciones de pH, acidez titulable, sólidos totales (tablas 17 a 20) y ácido ascórbico (graf # 27), los tratamientos siguen las mismas tendencias que el testigo, sólo que los cambios se llevan a cabo más lentamente.

Con respecto a las infecciones fungales en el cojinete y en el cuello de los dedos, éstas se vieron reducidas en los tratamientos UNAM 176, UNAM 177, UNAM 180, TAG y especialmente en UNAM 168. En los plátanos envueltos con bolsas de plástico con o sin perforaciones aumentó la incidencia de infecciones en el cojinete que rápidamente se extendieron al cuello de los dedos, de tal forma que después de 24 días de almacenamiento el 90 y 80% de estos frutos se consideraron invendibles pasó como también el 80% de los testigos (tabla # 21 y graf. # 39). 35 días después de cosechados las diferencias entre los diferentes tratamientos son mucho más evidentes como se muestra en la graf. # 40.

En base a estos resultados se puede decir que las emulsiones a base de cera de "candelilla" pueden sustituir a otras ceras comerciales como el TAG y en ocasiones resultan más eficientes como es el caso de UNAM 168, UNAM 177 y UNAM 180 que retardan la maduración conservando las propiedades organolépticas y la apariencia del fruto.

CONCLUSIONES FINALES

Después de realizar varios experimentos se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Las emulsiones a base de cera de "candelilla" prolongan el periodo de almacenamiento.
2. El encerado disminuye de 30 a 60% la pérdida fisiológica de peso.
3. Reduce en un 30 a 85% la incidencia de infecciones fungales en las nuevas superficies de corte.
4. El recubrimiento mejora la apariencia del fruto impartándole cierto brillo.
5. El lavado y el tratamiento con fungicida agregado a la emulsión proporciona mejores resultados.
6. Al incrementar el periodo de almacenamiento los cambios de maduración proceden más lentamente y por ende la variación de color, pensamos que un tratamiento con etileno posterior al tratamiento con Candelilla induciría la maduración uniforme de las manos, este punto será objeto de una investigación posterior.
7. El uso de bolsas de plástico con o sin perforaciones para proteger el fruto de contusiones mecánicas, reduce la pérdida fisiológica de peso debido a que la

humedad queda retenida en las paredes de la bolsa y disminuye los daños por abrasión pero la incidencia de infecciones fungales es mucho mayor llegando a invadir totalmente el cojinete y el cuello de los dedos aún antes de que el fruto madure, por lo tanto su uso no se considera conveniente durante el almacenamiento del fruto.

8. Del estudio comparativo con un producto comercial (TAG) se concluye que las emulsiones a base de cera de "candelilla" pueden sustituirlo y que en ocasiones resultan más eficientes como es el caso de UNAM 168, UNAM 177 y UNAM 180.

Por las razones antes dichas creemos que el uso de cubrientes a base de cera de "Candelilla" para conservar el plátano como fruto fresco resulta muy recomendable tanto para el mercado interno como para el comercio exterior, así como también el empaque en cajas ya sea de madera o de cartón que reducen notablemente las pérdidas por daños mecánicos.

BIBLIOGRAFIA

1. Ben-Yehoshua, S., *Trop. Agriculture, Trin.*, 43, 219-232, 1966.
2. Maxie, E.C., et. al. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 92, 235-254, 1968.
3. Champion, J., "El plátano", Ed. Blume, Barcelona 1968.
4. Secretaría de Industria y Comercio, Datos básicos V censos Agric. Ganadero y Ejidal 1970, D.G.E. México 1973.
5. Simmonds, N.W., "Los plátanos", Ed. Blume, Barcelona 1973.
6. 1921-1971 Consumos Aparentes, Secretaría de Agricultura y Ganadería, D.G.E. México 1974.
7. S.A.G., Dirección general de agricultura, Dep. de planeación, México 1975.
8. Champion, J., Guyo, T.H., Subra, P., *Fruits* 22, 2, 63-87, 1967.
9. Green, G. L. and Goss, R.D., *Phytopathology*, 53, 271-275, 1963.
10. Lawson, J.A., *J. of Agric. of Western Australia*, 1, 41-45, 1963.
11. Wardlaw, C.W., "Banana Disease", Chap. VII, Longmans, London 1972.
12. Burg, S.P. and Burg, E.A., *Science* 148, 1190-1196, 1965.
13. Loesecke, H. Von, "Bananas", Chap. IV, Intersciences Publ. Co., Nueva York, 1950.
14. Hulme, A.C., "The biochemistry of Fruits and Their Products", Vol. II, Academic Press, Londres 1970.
15. Goldstein, J.L. and Swain, T., *Phytochemistry*, 2, 371-383, 1963.
16. Aurand, L.W., and Woods, A.E., "Food Chemistry", The AVI Publishing Company, Inc. 1973.

17. Baijal, M., Singii, S., Shunkla, R.N. and Sanwal, G.G.,
Phytochemistry 11, 929-936, 1972.
18. Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical
Chemists, Washington D. C., 1970.
19. Desrosier, N.W., "The Technology of food preservation", The
AVI Publishing Company, Inc., 1970.
20. Blake, J.R., Queensland Journal of Agricultural and Animal
Science" 23, 49-46, 1966.
21. Kramer and Twigg, "Quality control for the food industry",
The AVI Publishing Company Inc., Vol I, 1971.