

**Efecto ablandador de extractos de cáscara,
pulpa y corazón de piña en el lomo
(*Longissimus toracis*) y la mano de piedra
(*Semitendinosus*) de res**

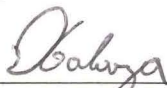
Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

David Fernando Galarza Muñoz

Zamorano, Honduras
Abril, 2002

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor



David Galarza Muñoz

Zamorano, Honduras
Abril, 2002

DEDICATORIA

A mis padres.

A Lorelly.

A Franklin, Carlos, Sonia, Wladir, Düther, Victor, Rene, Tamara, Damian, Hector, Willy, Gaby y todos los que me ayudaron aquí.

A mis demás amigos de Zamorano.

Mis amigos de Ecuador que me apoyaron por todo este tiempo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo.

A mis asesores por su colaboración.

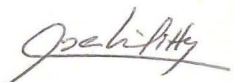
A Düther López y Wladir Valderrama por el servicio de computadora, la ayuda con la elaboración de la tesis y demás.

RESUMEN

Galarza, David. 2002. Efecto ablandador de extractos de cáscara, pulpa y corazón de piña en el lomo (*Longissimus toracis*) y la mano de piedra (*Semitendinosus*) de res. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 23 p.

La carne está lista para el consumo después de un proceso proteolítico, denominado maduración, pero no es eficaz en la degradación del tejido conectivo. Por eso, la forma más viable de que la carne obtenga suavidad es el uso de enzimas proteolíticas de origen vegetal. El estudio se llevó a cabo de enero a abril de 2002 en Zamorano, Honduras. El objetivo fue determinar el efecto ablandador de la cáscara, pulpa y corazón de la piña variedad Hawaiana a dos concentraciones (50 y 100%) sobre dos músculos de res; *Semitendinosus* y *Longissimus toracis*. Los extractos fueron inyectados a las carnes, almacenados por 24 horas a 4°C y subsecuentemente se sometieron a cocción (71°C internamente). Las variables evaluadas fueron: sabor, textura y opinión general de un panel sensorial. La porción con mayor rendimiento de extracto fue la pulpa (53%), seguido por la cáscara (45%) y el corazón (7%). Los *Longissimus toracis* tratados con la dilución del extracto de corazón al 50% tuvieron mayor aceptación en la opinión general de los panelistas. En los *Semitendinosus* los tratamientos de mejor aceptación en sabor fueron con pulpa o corazón al 50% y cáscara al 100%. También existió interacción entre tratamiento con panelistas en los atributos de textura y opinión general.

Palabras claves: Bromelina, enzimas proteolíticas, maduración de carne.



Abelino Pitty, Ph. D.

NOTA DE PRENSA

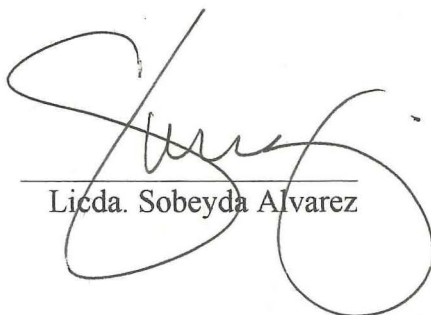
USE LOS DESECHOS DE LA PIÑA PARA ABLANDAR CARNE

En la planta de cárnicos de Zamorano, se realizó un estudio mediante el cual con el jugo extraído del corazón de la piña se logró ablandar la carne, diluido con un mismo volumen de agua. En el estudio se comprobó que era útil en carnes relativamente blandas como el lomo, pero no se encontró resultados en carnes muy duras como la mano de piedra.

El tratamiento de las carnes con enzimas vegetales que pueden actuar como ablandadores, sin alterar su sabor o características deseables, y al mismo tiempo ayudan a disminuir su dureza, es la piña, fuente principal de una enzima vegetal llamada bromelina, la cual se conoce químicamente desde 1876. Esta enzima se encuentra en diferentes cantidades dentro de las porciones del fruto, que son cáscara, pulpa y corazón.

La carne tratada con los jugos, en este caso lomo, demostró un cambio en su dureza, volviéndose más aceptable. El tratamiento consistió en inyectar los jugos en la carne en diferentes concentraciones, luego se dejó reposar por un día a 2°C y finalmente se cocinó en horno a 350°C.

Las características que se evaluaron en la carne fueron: textura, olor y opinión general de estos tratamientos contra los tratamientos controles, que fueron las carnes sin inyectar. La mejor carne según una evaluación sensorial, fue la del tratamiento del jugo del corazón de la piña diluido a un 50% en el lomo, sin que se notara variación en su sabor comparándola con la carne que no tenía tratamiento.



Licda. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Resumen.....	vi
	Nota de prensa.....	vii
	Contenido.....	viii
	Índice de Cuadros.....	x
	Índice de Figuras.....	xi
	Índice de Anexos.....	xii
1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	GENERALIDADES.....	1
1.2	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3	ANTECEDENTES.....	2
1.4	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	3
1.5	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	3
1.5.1	Alcances.....	3
1.5.2	Limitaciones.....	3
1.6	OBJETIVOS.....	3
1.6.1	Objetivo general.....	3
1.6.2	Objetivos específicos.....	4
1.7	HIPÓTESIS.....	4
1.7.1	Hipótesis nula.....	4
1.7.2	Hipótesis alternativa.....	4
2	REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1	CONCEPTO DE ENZIMA.....	5
2.2	CARACTERÍSTICAS DE LA ACCIÓN ENZIMÁTICA.....	5
2.3	CARACTERÍSTICAS DE LAS ENZIMAS.....	6
2.4	PIÑA.....	6
2.5	COMPOSICIÓN.....	8
2.6	BROMELINA.....	8
2.7	MÚSCULO ESQUELÉTICO.....	9
2.8	MADURACIÓN DE LA CARNE.....	9
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1	UBICACIÓN.....	11

3.2	MATERIALES.....	11
3.3	METODOLOGÍA.....	12
3.3.1	Extracción de jugo.....	12
3.3.1.1	Pesado de las piñas	12
3.3.1.2	Separación de las partes de las piñas.....	12
3.3.1.3	Extracción de jugo.....	12
3.3.1.4	Concentración de los jugos.....	12
3.4	TRATAMIENTOS.....	12
3.5	PROCEDIMIENTOS.....	13
3.5.1.1	Preparación de la carne.....	13
3.5.1.2	Inyección de la carne.....	13
3.5.1.3	Almacenamiento de la carne.....	13
3.5.1.4	Cocción de carne.....	13
3.5.2	Prueba sensorial.....	14
3.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	14
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
4.1	RENDIMIENTO DEL FRUTO DE PIÑA.....	15
4.2	EVALUACION SENSORIAL.....	15
4.2.1	Lomo (<i>Longissimus toracis</i>).....	16
4.2.2	Mano de piedra (<i>Semitendinosus</i>).....	18
5	CONCLUSIONES.....	20
6	RECOMENDACIONES.....	21
7	BIBLIOGRAFÍA.....	22
8	ANEXOS.....	23

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		
1.	Minerales en un fruto de piña.....	7
2.	Composición de una fruta (100 g en peso fresco).....	7
3.	Composición de las vitaminas existentes en un fruto de piña.....	7
4.	Rendimiento de peso de las porciones de un fruto de piña en base a peso fresco.....	15
5.	Probabilidad del valor F en el ANDEVA de los atributos medidos en la prueba de aceptación a los panelistas (Lomo).....	16
6.	Valores promedios de la opinión general de cada tratamiento.....	17
7.	Probabilidad del valor F en el ANDEVA de los atributos medidos en la prueba de aceptación a los panelistas (Mano de piedra).....	18
8.	Valores promedios del sabor de cada tratamiento.....	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1.	División de las rodajas de carne para ser utilizadas en la evaluación por parte de los panelistas.....	14
2.	Aceptación promedio del atributo sabor obtenido en el lomo por la covariable de cada panelista por tratamiento.....	16
3.	Aceptación promedio del atributo textura obtenido en el lomo por la covariable de cada panelista por tratamiento.....	17
4.	Aceptación promedio del atributo textura obtenido en la mano de piedra por la covariable de cada panelista por tratamiento.....	19
5.	Aceptación promedio del atributo opinión general obtenido en la mano de piedra por la covariable de cada panelista por tratamiento....	19

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		
1.	Prueba de aceptación.....	23

1. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

Hace ya casi 40 años que se comenzaron a estudiar a las enzimas en forma dirigida y científica. Por un lado, las enzimas extraídas de vegetales como la bromelina y la papaína; por otro lado, las enzimas extraídas de animales mamíferos, tales como la tripsina, la quimotripsina y la pancreatina que tienen un efecto proteolítico sobre el sistema muscular (Solórzano, 2000).

Según Schwimmer (1998), las enzimas más usadas en el ablandamiento de la carne son papaína y bromelina derivadas de la fruta de la papaya y de la piña, respectivamente. Además se han usado, para el ablandamiento de la carne, enzimas obtenidas del *Bacillus subtilis*, del *Aspergillus oryzae*, e incluso pancreatina derivada del páncreas (típicamente del cerdo).

Las enzimas procedentes de bacterias y de hongos afectan únicamente a la proteína actomiosina en la carne, pero no degradan el colágeno ni la elastina. Sin embargo, las enzimas de origen vegetal tienen efecto tanto sobre la actomiosina como sobre las proteínas del tejido conjuntivo (colágeno y elastina). Estas necesitan acompañarse de un tratamiento térmico después de su adición, para ejercer su actividad. El colágeno es reducido a moléculas solubles que contienen hidroxiprolina. El efecto sobre la elastina se debe a que en estos preparados enzimáticos existe la enzima elastasa (Solórzano, 2000).

La piña ha sido usada como una planta medicinal en varias culturas nativas y la bromelina se conoce químicamente desde 1876. La bromelina fue introducida por primera vez como un compuesto terapéutico en 1957. Se encontró en altas concentraciones en la piña y puesto que la bromelina se deriva de una fuente natural, exhibe gran variabilidad en su actividad fisiológica, aún cuando su actividad proteolítica sea la misma. La bromelina no es estable al calor, por tanto su actividad fisiológica puede ser afectada por un procesamiento inadecuado o por las condiciones de almacenamiento (Solórzano, 2000).

Algunos procesos metabólicos se producen en el músculo después de la muerte del animal y pueden considerarse concluidos con la aparición de la rigidez cadavérica. La carne lista para el consumo se obtiene después de un cierto tiempo de almacenamiento en

refrigeración, tras el cual la carne resulta más tierna y jugosa, siempre que no hayan existido condiciones de acortamiento por el frío. Además, el aspecto de la carne cambia, aparece un matiz marrón-rojizo, se reduce la transparencia y el color se aclara. Por otra parte, surge un aroma más agradable (Schwimmer, 1998).

La maduración habitual de la carne se lleva a cabo durante 10 o 14 días de almacenamiento en frío (-1 a 2°C) de los medios o cuartos de canal. Son posibles, también, períodos más largos de maduración (hasta 6 semanas) (Prandl *et al.*, 1994); sin embargo, por las pérdidas de humedad del músculo esta práctica no es rentable.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el comedor de la Escuela Agrícola Panamericana se percibe por medio de sus clientes (alumnos) un problema con la dureza de la carne. Al existir un rechazo de la carne, el valor nutricional de la dieta en Zamorano decrece. Además, el proceso de maduración a la cual se somete la carne en la planta de cárnicos no es el óptimo y a veces es inexistente por razones de rotación de inventario de materias primas. Por eso es que una alternativa para solucionar este problema es el tratamiento de las carnes con enzimas vegetales que puedan actuar como ablandadores, por sus propiedades proteolíticas, sin alterar su sabor o características deseables.

1.3 ANTECEDENTES

La maduración artificial de la carne no es un procedimiento del todo novedoso. Hace más de 500 años los indios cocinaban la carne enrollada en hojas de papaya, con lo cual la papaína existente en las hojas hacía la carne más tierna (Enzimas: concepto..., 2000).

Actualmente se experimenta sistemáticamente con enzimas de plantas, bacterias y hongos como forma idónea de proceder al ablandamiento artificial de la carne. Para ello, tienen gran importancia las enzimas proteolíticas vegetales: papaína, bromelina y ficina. La papaína es extraída de la papaya, la bromelina procede de la piña y la ficina del jugo lechoso del ficus (Martín, 1999).

En Zamorano, la maduración de la carne no es una práctica que se aplica controladamente y de forma sistemática. Zamorano da la responsabilidad del endurecimiento de la carne al comedor estudiantil para que por medio de procesos de cocción adecuados, como alta humedad, bajas temperaturas y largo tiempo, la carne sea más palatable y aceptada por el consumidor estudiantil. Es por eso que las enzimas vegetales proveen una alternativa de solución a este problema. Su utilización no ha sido evaluada en estudios anteriores a éste.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La investigación del tratamiento de la carne con el extracto de diferentes partes de la piña, que contienen la enzima vegetal (bromelina) proveniente de diferentes partes de piña se justifica porque:

- Proporciona información sobre la ternura que debería alcanzar la carne para su aceptación.
- Promueve el aprovechamiento eficiente de la carne que se consume en el comedor, evitando su desperdicio.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 Alcances

- Determinar la parte de la piña con cuyo extracto se alcanza la ternura adecuada para el consumo.
- Proponer a la Zamoempresa de Cárnicos y Lácteos y al comedor estudiantil varias alternativas de ablandamiento de carne.

1.5.2 Limitaciones

- La imposibilidad de determinar la cantidad de enzima existente en los diferentes extractos.
- La falta de abastecimiento de enzimas vegetales (bromelina) purificados.
- La dificultad de contar con resultados objetivos de las pruebas sensoriales.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo general

- Determinar el efecto del extracto de las diferentes partes de la piña sobre el ablandamiento de carne de res.

1.6.2 Objetivos específicos

- Recopilar información sobre la disponibilidad y proceso de utilización de enzimas proteolíticas existentes en el jugo de las diferentes partes de la piña (bromelina).
- Evaluar sensorialmente la carne tratada.

1.7 HIPÓTESIS

1.7.1 Hipótesis nula

No existe diferencia estadística en la ternura de la carne tratada con los extractos de las diferentes partes de la piña con la que actualmente se consume en el comedor.

1.7.2 Hipótesis alternativa

Existe diferencia estadística en la ternura de la carne tratada con los extractos de las diferentes partes de la piña y la no tratada, siendo la primera más apetecible para el consumo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CONCEPTO DE ENZIMA

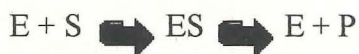
Las enzimas son cualquiera de las numerosas sustancias orgánicas especializadas compuestas por polímeros de aminoácidos, que actúan como catalizadores en el metabolismo de los seres vivos (Enzimas: concepto...,2000). Como catalizadores son muy potentes y eficaces, las enzimas actúan en pequeña cantidad y se recuperan indefinidamente. No llevan a cabo reacciones que sean energéticamente desfavorables, no modifican el sentido de los equilibrios químicos, sino que aceleran su consecución (Enzimas..., 2000).

Las enzimas se denominan añadiendo *asa* al nombre del sustrato con el cual reaccionan. La enzima que controla la descomposición de la urea recibe el nombre de ureasa; aquéllas que controlan la hidrólisis de proteínas se denominan proteasas. Algunas enzimas como las proteasas tripsina y pepsina, conservan los nombres utilizados antes de que se adoptara esta nomenclatura (Enzimas: concepto..., 2000).

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ACCIÓN ENZIMÁTICA

Las enzimas se clasifican en varias categorías: hidrolíticas, oxidantes y reductoras, dependiendo del tipo de reacción que controlen. Las enzimas hidrolíticas aceleran las reacciones en las que una sustancia se rompe en componentes más simples por reacción con moléculas de agua. Las enzimas oxidativas, conocidas como oxidasas, aceleran las reacciones de oxidación, y las reductoras las reacciones de reducción en las que se libera oxígeno. Otras enzimas catalizan otros tipos de reacciones (Enzimas: concepto..., 2000).

La acción enzimática se caracteriza por la formación de un complejo que representa el estado de transición.



El sustrato se une a la enzima a través de numerosas interacciones débiles como son: puentes de hidrógeno, electrostáticas, hidrófobas, etc., en un lugar específico, el centro

activo. Este centro es una pequeña porción de la enzima, constituido por una serie de aminoácidos que interaccionan con el sustrato. Algunas enzimas actúan con la ayuda de estructuras no proteicas. En función de su naturaleza se denominan:

1. **Cofactor:** Cuando se trata de iones o moléculas inorgánicas.
2. **Coenzima:** Cuando es una molécula orgánica. Aquí se puede señalar, que muchas vitaminas funcionan como coenzimas; y realmente las deficiencias producidas por la falta de vitaminas responde más bien a que no se puede sintetizar una determinada enzima en la que la vitamina es la coenzima (Enzimas..., 2000).

2.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS ENZIMAS

Las enzimas son moléculas estrictamente proteicas, es decir son proteínas globulares que regulan la mayor parte de las reacciones metabólicas de los seres vivos. Prueba de ello es que las enzimas sufren desnaturalización, no dializan y sufren saturación; son sintetizadas tanto por los seres autótrofos como heterótrofos, pueden actuar a nivel intracelular o extracelular y en el mismo lugar donde se segregan. También, son solubles en agua y tienen gran difusibilidad en los líquidos orgánicos, dependiendo de su composición molecular se distinguen en dos tipos de enzimas: una estrictamente proteica (la ribonucleasa) y otra constituida por la unión mediante enlaces, llamada proteína conjugada. Son activas a concentraciones pequeñas y no son afectadas por la reacción que catalizan (Enzimas: concepto..., 2000).

La característica más sobresaliente de los enzimas es su elevada especificidad, que se divide en dos tipos además de que no se forman subproductos:

1. **Especificidad de sustrato.** El sustrato (S) es la molécula sobre la que la enzima ejerce su acción catalítica.
2. **Especificidad de acción.** Cada reacción está catalizada por una enzima específica (Enzimas...2000).

2.4 PIÑA

Este fruto compuesto pertenece a la familia de las Bromeliaceae (Ananáceas) y se distingue por un fuerte aroma. Puede llegar a los 50 cm de longitud, con un peso de hasta 4 kg (Castellano, 1999). Además, en el fruto de la piña se encuentran pequeñas cantidades de sales minerales (Cuadro 1), ácidos orgánicos, azúcares y proteína (Cuadro 2); es también muy rica en vitaminas A, C y B (Cuadro 3). Adicionalmente contiene una enzima proteolítica denominada bromelina, que es en realidad una mezcla de diferentes proteasas. También se utiliza como antihelmíntico (Martín, 1999).

Cuadro 1. Minerales en un fruto de piña.

Minerales	Fresco (mg)	Jugo (mg)
Nitrógeno	0 – 120	30 – 50
Calcio	7 – 16	3 – 7.5
Cloro	46	-
Hierro	0.3	0.05 – 0.15
Magnesio	0.006 – 0.107	-
Manganeso	11	10 – 19
Fósforo	6 – 21	0.1 – 0.2
Potasio	11 – 330	3.8 – 7
Sílice	11 – 69	120 – 160
Sodio	14	-
Azufre	7	-

Fuente: Py y Lacoecilhe (1987).

Cuadro 2. Composición de una fruta (100 g en peso fresco).

Componente	Peso (g)
Agua	80-86
Azúcares ^a	10-18
Ácidos orgánicos ^b	0.5 – 1.6
Minerales (cenizas)	0.3 – 0.6
Total nitrógeno	45 – 120 x 10 ⁻³
Pigmentos ^c	0.16 – 0.32
Proteínas	180 x 10 ⁻³

Fuente: Py y Lacoecilhe, (1987).

^a Caculado como °Brix – (0.192 x acidez %).^b Equivalente a ácido cítrico.^c Xantofilas y mayormente carotenoides.

Cuadro 3. Composición de las vitaminas existentes en un fruto de piña.

Vitaminas	µg/100 g
Ac. Ascórbico	3 – 25 x 10 ³
Ac. Fólico	2.5 – 4.8
Niacina	200 – 280
Ac. Pantoténico	75 – 163
Vit. A	0.02 – 0.04
Tiamina	69 – 125
Riboflavina	20 – 88
B6	10 – 140

Fuente: Py y Lacoecilhe (1987).

2.5 COMPOSICIÓN

La planta está compuesta por el tallo y los frutos de la piña, y su principio activo como ablandador de carne es la bromelina, una mezcla de cinco enzimas proteolíticas que difieren unas de otras por su capacidad de oxidoreducción de sustratos específicos. La bromelina de los tallos contiene mayoritariamente una glucoproteína básica, cuya parte azucarada es un oligosacárido que no parece indispensable para la actividad proteolítica (Castellano, 1999). La enzima posee un lugar activo con un agrupamiento tiol (SH) libre. La bromelina de los frutos, no es seguro que sea una glicoproteína, pero sí que se trata de una proteasa ácida (Martín, 1999).

2.6 BROMELINA

El principal componente activo del "corazón" de la piña es la bromelina. Esta potente enzima, que también se encuentra en la corteza y la pulpa, es capaz de digerir aproximadamente 1,000 veces su peso en proteínas, por lo que su utilización ha revolucionado la dietética a nivel mundial, sobre todo en relación a los regímenes de adelgazamiento y tratamientos anticelulíticos (Castellano, 1999).

Además, de sus grandes cualidades dietéticas, contiene vitaminas y sales minerales indispensables para el equilibrio físico, compensando el organismo de las pérdidas sufridas en rigurosas dietas de adelgazamiento (Castellano, 1999).

Tiene una actividad proteolítica análoga a la papaína. Es activa frente a todo tipo de sustratos proteicos, amidas y ésteres de aminoácidos, pero destaca su acción sobre los enlaces peptídicos de las cadenas de péptidos cortos. Tiene preferencia en la ruptura del enlace peptídico de las proteínas en las uniones de los aminoácidos: arginina-alanina, alanina-glutamina, leucina-lisina y glicina-arginina. Hidroliza la caseína de la leche y su intensa actividad proteolítica no se modifica en la zona de pH comprendido entre 3 y 8, es decir que puede ejercer su acción tanto en medio gástrico como intestinal (Martín, 1999). La bromelina es una enzima clasificada como hidrolasa, la cual cataliza la hidrólisis de éteres, ésteres, enlaces peptídicos, enlaces glicosídicos, halogenuros, anhídridos de ácido, etc. (Bailey y Bailey, 1995).

La bromelina se utiliza con éxito para tratar un gran número de enfermedades aparentemente no relacionadas entre sí. Desde su comercialización a finales de los años 50 se han hecho numerosas investigaciones en relación con su uso en medicina, con resultados muy prometedores (Castellano, 1999).

Para facilitar su ingesta, la bromelina se encuentra en el mercado en forma de comprimidos. Como no posee efectos secundarios graves (salvo en personas alérgicas a la sustancia), el único trastorno que puede provocar la toma de una dosis elevada es una diarrea. En estos casos se debe disminuir la dosificación (Castellano, 1999).

La bromelina actúa sobre la proteína actomiosina con una eficacia del 40% y sobre el tejido conectivo en un 60%, lo que hace que se aprecie un mayor efecto en carnes catalogadas como duras (con alto tejido conectivo)¹. La bromelina actúa sobre la proteína

actomiosina, separándola en actina y miosina, al ser desprendida la miosina del disco Z; también, está relacionado con el pH final y la temperatura (no mayor a -15°C) (Prandl *et al.*, 1994). Para la maduración se debe conseguir una correcta acidificación llegando a un pH final de 5.4 – 5.8 en la carne. Si el pH sube más allá de 6.4 existe una gran posibilidad de alteración en la calidad debido a la presencia de microorganismos (Martín, 1999).

2.7 MÚSCULO ESQUELÉTICO

Prandl *et al.*, (1994) definen la carne como todas las porciones de los animales de sangre caliente destinadas a consumo humano, pero en otras ocasiones los autores se limitan a la musculatura esquelética. El término genérico de carne se entiende conteniendo expresiones como tecnología de la carne, conservas cárnicas, productos cárnicos, platos de carne, mientras que el concepto de carne limitado a la porción muscular de las canales se utiliza en relación con la especie animal correspondiente o con las características o estado de la carne.

Las proteínas miofibrilares y sarcoplasmáticas experimentan un diferente grado de transformación durante la maduración. La terneza de la carne está relacionada con la facilidad de extracción de proteínas miofibrilares, debido a la separación de los filamentos de actina del disco Z del sarcómero y la relajación de las conexiones transversales entre los filamentos de actina y miosina (Prandl *et al.*, 1994).

El nivel de desnaturalización de las proteínas varía según el tipo de proteína y el nivel de acidez del músculo. El colágeno y las proteínas miofibrilares son menos susceptibles al aumento en el pH que las sarcoplasmáticas durante la glicólisis. Sin embargo, todas estas proteínas pierden actividad al ser sometidas a altas temperaturas (Maduración de... 2000).

2.8 MADURACIÓN DE LA CARNE

El ablandamiento de la carne puede lograrse mediante un efecto proteolítico limitado, en el cual no se originen productos de degradación que den lugar a olores y sabores desagradables. Por tanto, el efecto deseado de estas enzimas sobre la carne se garantiza únicamente cuando la distribución de las mismas es homogénea y su concentración y actividad es óptima. La carne sumergida en soluciones de estas enzimas, experimenta un excesivo ablandamiento superficial, mientras que la parte interna no se afecta. Mejores resultados se obtienen mediante la inyección de las enzimas en los músculos o en el

¹ Cantarero, A. 2001. Poder de digestión de la bromelina (entrevista). Zamorano, Honduras, Planta de Cárnicos.

sistema circulatorio. El masaje de las piezas facilita, también, la distribución de las enzimas. Otro método consiste en rehidratar las porciones de carne liofilizadas en una solución que contiene las enzimas proteolíticas. Este método resulta, para fines prácticos, demasiado costoso (Martín, 1999).

La maduración puede realizarse también después del despiece de la canal, cuando éste se ha realizado inmediatamente después del sacrificio. Normalmente, las piezas cárnicas se envasan al vacío, en recipientes adecuados y posteriormente se almacenan (Prandl *et al.*, 1994).

La temperatura de maduración de la carne está en el rango de -1 a 2°C . Sin embargo para acelerar el proceso se puede aumentar la temperatura a 43°C . Los cambios en maduración, empiezan incluso antes de que se presente la rigidez cadavérica. El colágeno al igual que la elastina no es afectado en la maduración de la carne, aunque se ha notado una cierta solubilización del colágeno por el ácido láctico producido por la glicólisis; sin embargo, ésta no resulta en el ablandamiento de esta carne. Para reducir más eficazmente la dureza del tejido conectivo se emplean las enzimas ablandadoras de origen vegetal (Schwimmer, 1998).

El método más eficaz para incorporar las enzimas exógenas a la carne, de forma que se distribuyan uniformemente, consiste en inyectarlas en el sistema vascular del animal vivo poco antes de proceder al sacrificio. Con este fin, determinadas enzimas que únicamente son activadas a unos 70°C , son inyectadas, por vía venosa, en una cantidad que no excede de los 10 mg/kg (en solución del 5-10%). Las enzimas inyectadas no suelen tener ningún efecto en los animales vivos, debido a que el pH es alto y a que la temperatura corporal está muy lejos de la adecuada para la funcionalidad de las enzimas vegetales (papaína y bromelina). Estas enzimas son activadas, sobre todo, por la presencia de grupos sulfhídricos ($-\text{SH}$) los cuales sólo son liberados durante el calentamiento a $70-80^{\circ}\text{C}$. Por tanto, la actividad de estas enzimas aumenta con el tratamiento térmico y únicamente con él se logra el efecto deseado, mientras que a la temperatura corporal apenas existe actividad. Puesto que las enzimas inyectadas se acumulan en determinados órganos, de modo especial en el hígado, se producirá en ellos un acusado efecto proteolítico, que da lugar prácticamente a su desintegración en la cocción de la carne (Maduración de... 2000).

El colágeno es una triple hélice izquierda entrelazada compuesta de prolina y glicina. Por la distribución de la prolina cada tres aminoácidos es que se da un enroscamiento de la cadena típicamente conformado por 1,000 aminoácidos de largo. Las tres diferentes cadenas se unen por puentes de hidrógeno en los enlaces peptídicos de las glicinas ubicadas en cadenas adyacentes distintas (Bailey y Bailey, 1995).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

Este estudio se llevó a cabo en Zamorano, la extracción de los jugos se realizó en la planta hortofrutícola, en la planta de cárnicos de la Zamoempresa de Lácteos y Cárnicos la maduración de las carnes, y la cocción de las carnes y la evaluación sensorial en la planta de procesamientos de granos básicos, todas pertenecientes a Zamorano, ubicado en el valle del Yeguaré, Dpto. Francisco Morazán.

3.2 MATERIALES

Piña variedad Hawaiana (Standard Fruit Company).

Dos tipos de carne: Con bajo contenido de tejido conectivo (*Longissimus toracis*) y con alto contenido del mismo (*Semitendinosus*).

Horno.

Extractor de pulpa.

Manta.

Algodón.

Embudos.

Refrigerador.

Palanganas.

Jeringa para salmuera.

Balanza en kg.

Cuchillos.

Suministros para análisis sensorial.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RENDIMIENTO DEL FRUTO DE PIÑA

El peso promedio de las piñas fue de 1 kg. La parte con mayor rendimiento fue la pulpa (53%) seguido por la cáscara y el corazón, con rendimientos de peso fresco de 45 y 7%, respectivamente (Cuadro 4). Esto se explica por la composición alta de fibra en el extracto del corazón y el alto porcentaje de agua en la pulpa (80%) (Py y Lacoecilhe, 1987).

Cuadro 4. Rendimiento de peso de las fracciones de un fruto de piña en base a peso fresco.

Parte	Rendimiento (%)
Cáscara	45
Pulpa	53
Corazón	7

4.2 EVALUACIÓN SENSORIAL

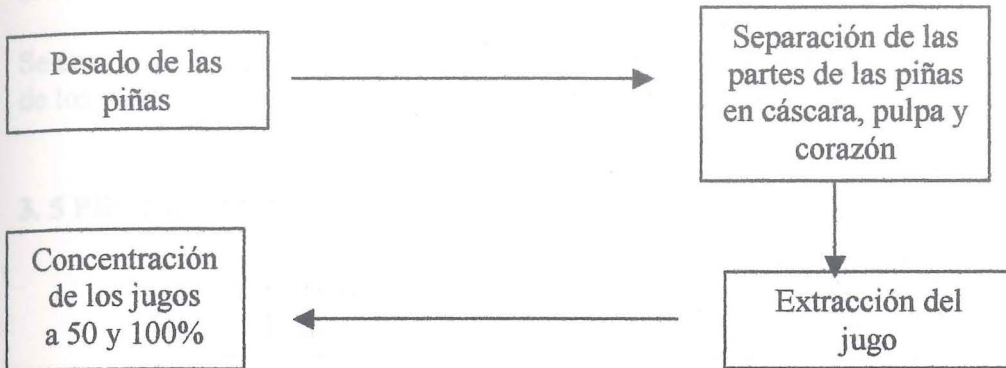
Los resultados de la evaluación sensorial fueron divididos según el tipo de corte: lomo (*Longissimus toracis*) y mano de piedra (*Semitendinosus*), y dentro de cada uno de ellos se evaluaron las variables medidas como sabor, textura y opinión general, dando los resultados que se presentan a continuación.

4.2.1 Lomo (*Longissimus toracis*)

El efecto de los tratamientos en la aceptación de los panelistas fue significativo sólo para la variable opinión general ($P < 0.05$). En los atributos textura y sabor se encontró una interacción ($P < 0.05$) entre panelistas con tratamiento. La variación en las calificaciones sensoriales de los panelistas no fueron influenciadas por la repetición ni por el panelista (Cuadro 5). En la Figura 2, se observa que los panelistas siguen la misma tendencia de aceptación, exceptuando al panelista numero 4 que varía en los tratamientos de pulpa a sus dos concentraciones (50 y 100%). En la Figura 3 se presenta la interacción del atributo textura en los tratamientos pulpa 100% y cáscara 50%.

3.3 METODOLOGÍA

3.3.1 Extracción de jugo



3.3.1.1 Pesado de las piñas. Se pesaron individualmente cincuenta piñas en la balanza de la planta hortofrutícola.

3.3.1.2 Separación de las partes de las piñas. El pelado de las piñas se realizó teniendo como medidas: dos centímetros (2 cm) de profundidad, tanto para la base como para la corona del fruto. El resto de la cáscara se separó del fruto con 1 centímetro de profundidad hacia el centro del fruto. La separación de la pulpa, del corazón de la piña se llevó a cabo basándose en una medida promedio, tomando como referencia el centro de la piña, y dejando 1,25 cm de radio. Después cada fracción (cáscara, pulpa y corazón) se pesó para determinar el rendimiento de la fruta.

3.3.1.3 Extracción de jugo. La extracción del jugo se realizó picando cada parte de la fruta, para luego ser procesada en el extractor de pulpa y filtrada con una manta y posteriormente por medio de filtros de algodón, debido a que después del filtrado por la manta quedaban muchos residuos sólidos.

3.3.1.4 Concentración de los jugos. Cada extracto de jugo puro se separó en dos porciones, una de ellas se dejó al 100% de concentración y la otra, se mezcló con agua destilada hasta alcanzar el 50% de concentración.

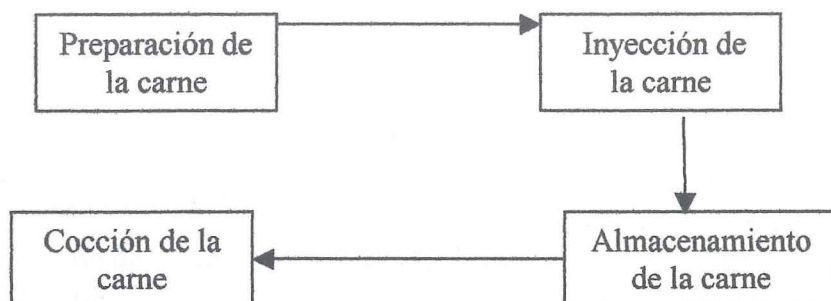
3.4 TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron seleccionados considerando: cantidad de tejido conectivo del músculo (*Longissimus toracis*: bajo, *Semitendinosus*: alto), los extractos (cáscara, pulpa y corazón) y sus concentraciones (0, 50 y 100%). Realizándose cinco replicas por músculo.

La diferenciación de los extractos se hizo con base en su procedencia (cáscara, pulpa y corazón), cada una de los cuales fueron llevados a diluciones de concentración al 50 y 100%. Los controles lo constituyeron ambos tipos de músculos a los que no se les aplicó el extracto de piña.

Se ensayaron 14 tratamientos totales, resultando de la combinación de tres procedencias de los jugos, dos concentraciones de los jugos, dos tipos de carne, mas dos testigos.

3.5 PROCEDIMIENTOS



3.5.1.1 Preparación de la carne. Se prepararon los cortes de los músculos (*Longissimus toracis* y *semitendinosus*) de un mismo animal, cortándolos en siete partes iguales y pesándolos, para poder inocular con el extracto. Una para cada tratamiento. Este procedimiento se siguió para cada uno de las repeticiones.

3.5.1.2 Inyección de la carne. A cada porción de los músculos se les inyectó el 3% del peso de la carne de cada solución (100% y 50% de concentración), con una jeringa para inyectar salmuera en jamones y haciendo la distribución del líquido lo más uniforme posible.

3.5.1.3 Almacenamiento de la carne. La maduración se llevó a cabo en los cuartos fríos, de la planta de cárnicos, por 12 horas a una temperatura de 2°C.

3.5.1.4 Cocción de carne. La cocción se realizó en el horno de la planta de procesamiento de granos, a 71°C internamente, para tal efecto se insertó un termómetro de metal en cada porción.

3.5.2 Prueba sensorial

Las pruebas que se realizaron fueron de aceptación y con cuatro panelistas. Se utilizó una escala con distanciamiento uniforme del uno al nueve (Anexo 1). Las muestras consistían en una rodaja de carne por tratamiento, a las que se les realizó tres cortes longitudinales y tres cortes transversales, utilizándose sólo los cuatro cortes centrales (Gráfico 1). Se presentaron a los panelistas en diferente orden en platos desechables. Las variables que se midieron fueron: sabor, textura y opinión general.

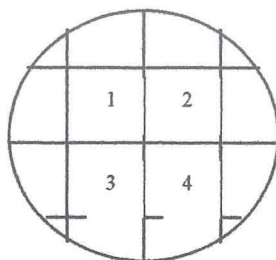


Figura 1. División de las rodajas de carne para ser utilizadas en la evaluación por parte de los panelistas.

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño experimental fue por bloques completos al azar (BCA), los bloques representaban las repeticiones del experimento, tomándose como panel sensorial siempre a los mismos cuatro panelistas. Las variables respuesta fueron: sabor, textura y opinión general, los resultados fueron corridos en el programa SAS® (Instituto SAS Inc., 1998) por BCA y una separación de medias por SNK.

Cuadro 5. Probabilidad del valor F en el ANDEVA de los atributos medidos en la prueba de aceptación a los panelistas (Lomo).

Fuente de variación	Sabor	Textura	Opinión general
Repetición	0.4835	0.4132	0.2185
Tratamiento	0.1259	<.0001	0.0088
Panelista	0.8032	0.9299	0.8281
Repetición x Tratamiento	1.0000	0.9803	0.9991
Panelista x Repetición	0.6268	0.7497	0.5919
Panelista x Tratamiento	0.0434	<.0001	0.0827
Panel x Rep x Trat ¹	1.0000	0.9567	0.9956
Modelo ²	0.9927	0.0020	0.0081
R-cuadrado ³	0.7847	0.8238	0.6852
CV ⁴	23.20	16.84	17.70

¹ Panelista x repetición x tratamiento.

² Significancia de ajuste del modelo.

³ Coeficiente de ajuste a la muestra.

⁴ Coeficiente de variación.

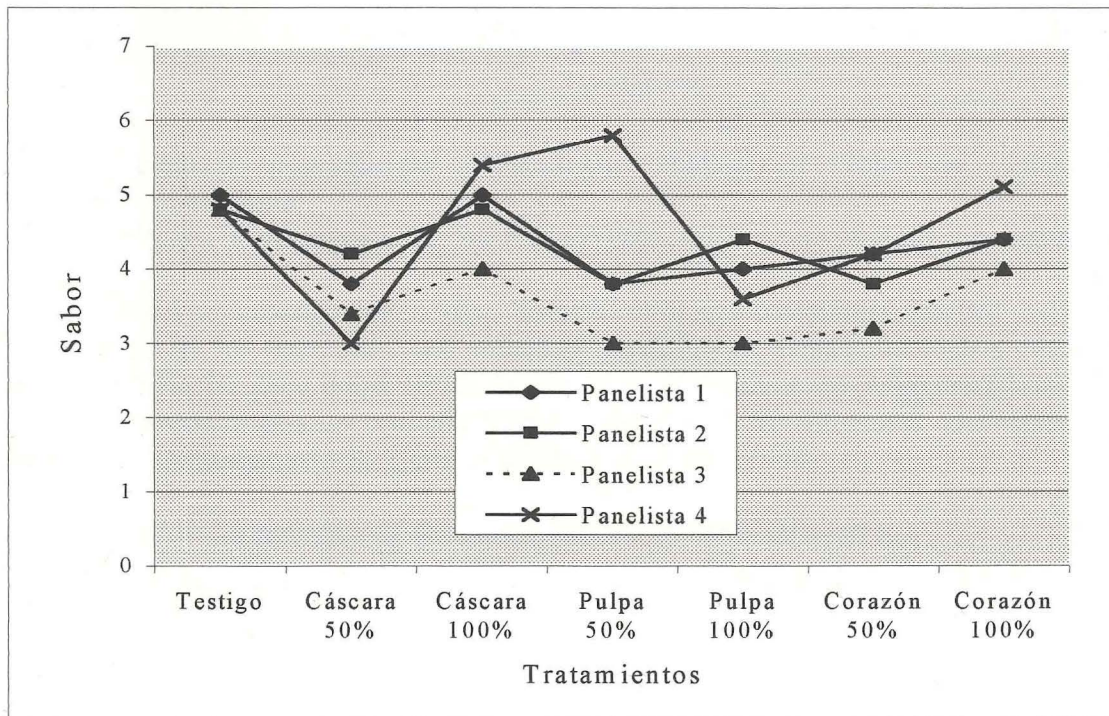


Figura 2. Aceptación promedio del atributo sabor obtenido en el lomo por la covariable de cada panelista por tratamiento.

* Escala hedónica de aceptación (1= me gusta muchísimo, 9 = me disgusta muchísimo).

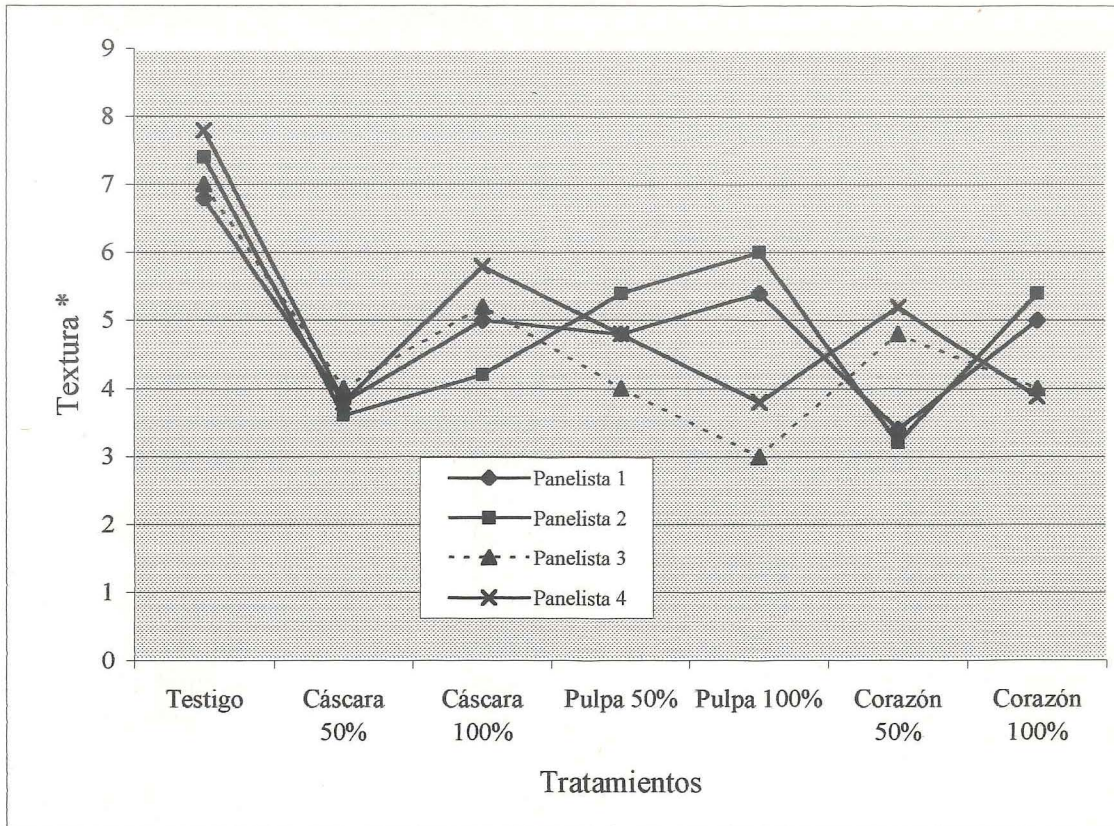


Figura 3. Aceptación promedio del atributo textura obtenido en el lomo por la covariable panelista por tratamiento.

* Escala hedónica de aceptación (1= me gusta muchísimo, 9 = me disgusta muchísimo).

En el Cuadro 6 se presentan los valores promedios del atributo opinión general respecto a la aceptación de los panelistas. Los tratamientos de mejor aceptación fueron cáscara y corazón al 50%, también pulpa 100% de concentración, siendo estos iguales ($P < 0.05$) en aceptación. Estos resultados probablemente se debieron a las diferentes concentraciones de bromelina en cada parte del fruto de la piña (Castellano 1999).

Cuadro 6. Valores promedios de la opinión general en cada tratamiento.

Procedencia	Concentración (%)	Promedio ¹
Testigo	0	6.05 ^a
Cáscara	100	5.04 ^{ab}
Corazón	100	4.60 ^b
Pulpa	50	4.55 ^b
Cáscara	50	4.15 ^c
Corazón	50	4.00 ^c
Pulpa	100	4.00 ^c

^{abc} Promedios con diferente letra en una misma columna indican diferencia entre tratamientos ($P < 0.05$)

¹ Escala hedónica de aceptación (1= me gusta muchísimo, 9= me disgusta muchísimo).

4.2.2 Mano de piedra (*Semitendinosus*)

En el Cuadro 7 se muestra las probabilidades de las fuentes de variación de los atributos sensoriales evaluados. Se encontró interacciones significativas en la covariable panelista con tratamiento, en los atributos textura y opinión general, no así para el atributo sabor ($P < 0.05$). En el Cuadro 8 se presentan los valores promedios del atributo sabor respecto a la aceptación de los panelistas. El testigo fue el tratamiento menos aceptado. Los tratamientos corazón y pulpa al 50% y cáscara al 100% de concentración obtuvieron mayor aceptación siendo estos iguales entre si ($P < 0.05$).

Cuadro 7. Probabilidad del valor F en el ANDEVA de los atributos medidos en la prueba de aceptación a los panelistas (Mano de piedra).

Fuente de variación	Sabor	Textura	Opinión general
Repetición	0.8100	0.3087	0.9878
Tratamiento	0.1191	<.0001	0.0002
Panelista	0.5063	0.8548	0.2721
Repetición x Tratamiento	0.9980	0.9989	0.9934
Panelista x Repetición	0.6974	0.7373	0.9545
Panelista x Tratamiento	0.6077	0.0047	0.0397
Panel x Rep x Trat ¹	0.9624	0.9952	0.9844
Modelo ²	0.1018	0.0228	0.0194
R-cuadrado ³	0.6864	0.8586	0.7763
CV ⁴	21.86	17.50	17.64

¹ panelista x repetición x tratamiento.

² Significancia de ajuste del modelo.

³ Coeficiente de ajuste a la muestra.

⁴ Coeficiente de variación.

Cuadro 8. Valores promedios del sabor en cada tratamiento.

Procedencia	Concentración (%)	Promedio ¹
Testigo	0	6.70 ^a
Pulpa	100	4.58 ^b
Corazón	100	4.80 ^b
Cáscara	50	4.45 ^b
Pulpa	50	4.20 ^c
Cáscara	100	4.05 ^c
Corazón	50	3.55 ^c

^{abc} Promedios con diferente letra en una misma columna indican diferencia entre tratamientos ($P < 0.05$)

¹ Escala hedónica de aceptación (1= me gusta muchísimo, 9= me disgusta muchísimo).

En la Figura 4 se observa que los panelistas siguen la misma tendencia de aceptación, exceptuando en los tratamientos de pulpa (50 y 100%). En la Figura 5 se presenta la interacción del atributo textura en los tratamientos cáscara 100% y pulpa 50%.

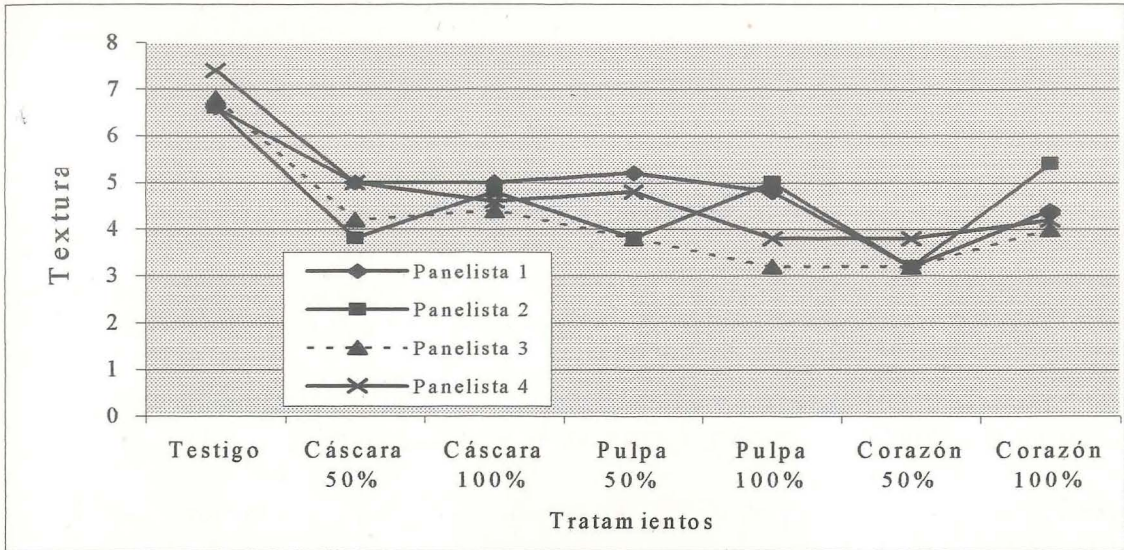


Figura 4. Aceptación promedio del atributo textura obtenido en la mano de piedra por la covariable de cada panelista por tratamiento.

*Escala hedónica de aceptación utilizada en la evaluación con los panelistas (1= me gusta muchísimo, 9 = me disgusta muchísimo).

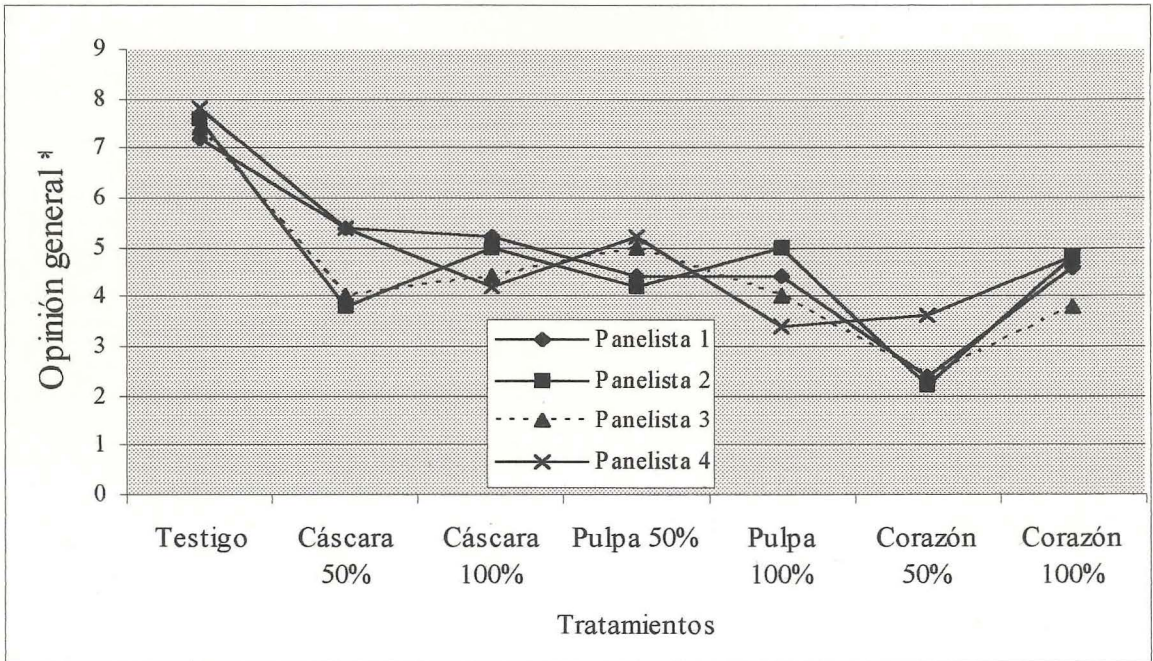


Figura 5. Aceptación promedio del atributo opinión general obtenido en la mano de piedra por la covariable de cada panelista por tratamiento.

*Escala hedónica de aceptación utilizada en la evaluación con los panelistas (1= me gusta muchísimo, 9 = me disgusta muchísimo).

5. CONCLUSIONES

1. La parte de fruto de la piña con mayor efecto sobre el ablandamiento de los músculos evaluados fue el corazón.
2. Los tratamientos corazón y cáscara al 50% y pulpa al 100% de concentración aplicados en el lomo tuvieron la mayor aceptación en el atributo opinión general.
3. Los tratamientos corazón y cáscara al 50% y pulpa al 100% de concentración aplicados en la mano de piedra tuvieron la mayor aceptación en el atributo sabor.

6. RECOMENDACIONES

1. Entrenar panelistas en evaluaciones descriptivas sensoriales.
2. Buscar una metodología para establecer un número mayor de panelistas, teniendo en cuenta la logística y el costo que representaría realizar estas pruebas.
3. Evaluar menores concentraciones de 50% de los jugos de corazón sobre los mismos músculos evaluados.
4. Correr nuevamente los datos obtenidos pero eliminando a los panelistas que no se ajustan a la tendencia.
5. Buscar una metodología para determinar la concentración de bromelina existente en cada porción del fruto de piña.
6. Evaluar menores tiempos de almacenamiento con los tratamientos que fueron muy agresivos con la textura de carne como es el corazón al 100%.

7. BIBLIOGRAFÍA

Bailey, P. Bailey, C. 1995, Química Orgánica: Conceptos y aplicaciones. Trad. E Quintanar. Ed. Prentice Hall, 5ta ed, México D.F., Mexico.523p.

Castellano, M. 1999. El cultivo de la piña. Madrid, España. Consultado el 11 de octubre de 2001. disponible en:
<http://ns1.oirsa.org.sv/Castellano/DI05/Di0510/Di051007/I-pi%C3%B1a.htm>

Enzimas.2001. Consultado el 11 de Octubre de 2001. Disponible en:
<http://www.metabase.net/docs/unan-leon/05131.html>

Enzimas: concepto y uso. 2000. México, México. Consultado el 11 de Octubre de 2001. Disponible en: <http://www.arrakis.es/~lluengo/enzimas.html#GlossA>

Maduración de carne con enzimas proteolíticas. 2000. México, México. Consultado el 15 marzo 2001. Disponible en:
<http://www.enzymedevelopment.com/Meat%20Bulletin.htm>.

Martín, J. 1999. Uso y aplicación de enzimas vegetales. Buenos Aires, Argentina. Consultado el 27 febrero 2001. Disponible en:
<http://personal.redestb.es/martin/pfito.htm>

Prandl, O.; Fischer, A.; Schimidhofer, T.; Sinel H. 1994. Tecnología e higiene de la carne. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España. 851p.

Py C.; Lacoeyuilhe, J.J. 1987. Pineapple: cultivation and uses. Trad. D. Goodfellow, ed. G-P Maisonneuve &Larose, 5ta ed. Paris, Francia. 569p.

Solórzano, J. 2000. Uso y aplicación de enzimas vegetales. México, México. Consultado el 24 febrero 2001. Disponible en:
<http://jesus.Solórzano,.com/naturismo/bromelina.htm>.

Schwimmer, S. 1998. Fuente de la enzimiología del alimento. Enzimiología aplicada. EEUU. Cap 27. 678 p.

8. ANEXOS

ANEXO 1. PRUEBA DE ACEPTACIÓN

Marque con una **X** la casilla que más se adapte a su criterio sobre el producto.

Muestra _____

Sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Me gusta muchísimo			No me gusta ni me disgusta				me disgusta muchísimo	
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Me gusta muchísimo			No me gusta ni me disgusta				me disgusta muchísimo	
Opinión general	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Me gusta muchísimo			No me gusta ni me disgusta				me disgusta muchísimo	

Observaciones: _____

Muestra _____

Sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Me gusta muchísimo			No me gusta ni me disgusta				me disgusta muchísimo	
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Me gusta muchísimo			No me gusta ni me disgusta				me disgusta muchísimo	
Opinión general	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Me gusta muchísimo			No me gusta ni me disgusta				me disgusta muchísimo	

Observaciones: _____

301407