

**Instituto Tecnológico de Costa Rica**  
**Vicerrectoría de Investigación y Extensión**  
**Dirección de Proyectos**

**I. Datos generales**

1. Nombre del proyecto:

Evaluación del grado de terneza en muestras del músculo *Longissimus dorsi thoracis* de canales bovinas a diferentes edades cronológicas, utilizando la fuerza de corte Warner-Bratzler en línea de producción.

2. Resumen: Descripción sintética del proyecto. Máximo 250 palabras, en inglés y español.

La investigación se llevará a cabo en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional San Carlos, ubicado en Santa Clara de San Carlos, específicamente en el Laboratorio Nacional de Carnes. Se evaluará el efecto de la edad, determinada por cronometría dentaria en bovinos sobre la terneza del músculo *Longissimus dorsi thoracis*. Se seleccionarán canales con características similares de grado muscular, grasa de cobertura y sexo. Posteriormente se homogenizarán las muestras mediante la medición de la altura del músculo *Rhomboideo*, y por último se evaluará el pH y la temperatura de la canal en la primera y veinticuatro horas post-mortem. Se determinarán valores promedio a nivel nacional para terneza y en la medida de lo posible, se identificarán fuentes de variación para dicha característica.

The investigation will be conducted at the Technological Institute of Costa Rica, San Carlos Regional Headquarters, located in Santa Clara from San Carlos, specifically in the National Meat Laboratory. Will assess the effect of age, as determined by timing tooth in cattle on the Longissimus dorsi thoracis muscle tenderness. To be selected channels with characteristics similar degree of muscle, fat coverage and sex. It was subsequently homogenize samples by measuring the height of the muscle Rhomboideo, and finally evaluate the pH and temperature of the canal in the first and twenty-four hours post-mortem. Average values were determined at the national level for tenderness and to the extent possible, identify sources of variation for this characteristic.

3. Palabras clave:

Terneza, bovinos, warner-bratzler, *Longissimus dorsi thoracis*, fuerza de corte

4. Escuela responsable:

Escuela de Agronomía, Sede Regional San Carlos, Instituto Tecnológico de Costa Rica

5. Centro de Investigación:

Centro de Investigación y Desarrollo en Agricultura Sostenible para el trópico húmedo (CIDASTH)

6. Nombre del programa en que se inscribe el proyecto:

7. Otras escuelas e instituciones participantes:

Corporación de Fomento Ganadero (CORFOGA)

8. Indique si este proyecto se realizará dentro del marco de algún convenio nacional o internacional

Convenio firmado \_\_\_\_\_ Gestión de convenio \_\_\_\_\_  
 Convenio en trámite \_\_\_\_\_ Convenio específico \_\_\_\_\_

b. Indique si este proyecto generará conocimiento sujeto a confidencialidad.  
 Especifique.

9. Investigadores (as) participantes: Indique quién funge como investigador responsable e incluya a todos los investigadores, ya sean internos o externos a la institución.

Nombre Grado académico Especialidad	Cédula	Escuela	Nombramiento (Definido e indefinido)	Jornada en el proyecto (hrs/sem)	Nº de meses en el proyecto	Tipo de plaza*

**Nota: \*Especificar si las horas son con plaza VIE, Docencia o Reconocimiento.**

Plaza VIE: Cuando al investigador(a) se le sustituye en algún curso y se requiere una nueva contratación.

Plaza Docencia: Cuando el (la) investigador(a) realiza la investigación dentro de la carga académica asignada en la escuela.

Reconocimiento: Cuando el (la) investigador(a) realiza la investigación ad honorem.

La VIE asume que durante el tiempo de dedicación al proyecto, el (la) investigador(a) considera compromisos que puedan surgir durante su desarrollo (becas, salidas del país, seminarios, cursos, etc.).

10. Tipo de proyecto:

Investigación  Extensión \_\_\_\_\_ Mixto \_\_\_\_\_

11. Si el proyecto es de investigación, indique si corresponde a:

Investigación Básica \_\_\_\_\_  
 Investigación Aplicada   
 Desarrollo Experimental \_\_\_\_\_

12. Indique si su proyecto es parte de un trabajo final de graduación y el grado académico a obtener.

No

13. Indique si esta propuesta está relacionada con otros proyectos o programas desarrollados o en ejecución en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. En caso afirmativo, favor especificar su vinculación.

14. Indique la disciplina científica y tecnológica en que se ubica el proyecto. La siguiente clasificación ha sido tomada del Manual de Frascati.

Ciencias Exactas y Naturales \_\_\_\_\_  
 Ciencias y Tecnologías Agropecuarias   
 Ciencias y Tecnologías de la Ingeniería \_\_\_\_\_  
 Ciencias y Tecnologías de la Salud \_\_\_\_\_  
 Ciencias Sociales \_\_\_\_\_  
 Humanidades \_\_\_\_\_

15. Indique el sector de aplicación del proyecto:

Sector Agropecuario

16. Indique el cantón y provincia de influencia del proyecto:

17. Período de ejecución.

Fecha de inicio: Enero 2009

Fecha de finalización: Mayo 2009

18. Sesión y fecha de aprobación del Consejo de Escuela:

Declaro que la propiedad de los resultados del proyecto se asignará conforme a la normativa institucional establecida para tal efecto.

FIRMAS Y SELLO

**RESPONSABLE DEL PROYECTO**

**DIRECTOR(A) DE LA ESCUELA**

Nombre: Milton Villarreal Castro

Nombre: Arnoldo Gadea Rivas

Cédula:

Cédula:

Firma: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

## II. PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PROYECTO

(Favor llenar con tipo de letra arial de 10 puntos)

### 1. Resumen Ejecutivo y Estado del Arte

Debe referirse a las condiciones y antecedentes que originan el proyecto (Objetivos del Milenio, Estrategia Siglo XXI, Plan Nacional de Desarrollo, Planes CONARE). Definir con claridad y precisión el problema que se pretende estudiar, así como establecer la correspondencia entre el problema a estudiar y el marco teórico que lo sustenta. Incluir un planteamiento coherente que justifique el proyecto e identifique los posibles beneficios e impacto a corto, mediano y largo plazo que este tenga en lo científico, social, económico, ambiental y en la gestión de la innovación.

Históricamente, en la mayoría de las sociedades occidentales, el consumo de carne ha representado prestigio, tanto a nivel social como económico. En el proceso de industrialización de los países, se mejoran sus economías y el consumo de carnes se favorece. Igualmente, en la medida que las personas prosperan social y económicamente, tienden a demandar una mejor calidad y cantidad de productos cárnicos (Hedrick *et al.*, 1994).

La calidad de la carne bovina se puede definir como el conjunto de características logradas durante la producción y procesamiento que permiten brindar al consumidor un producto diferenciado que satisface sus expectativas (Depetris y Santini, 2005; Santrich, 2006).

En la actualidad, se admiten tres categorías asociadas a la calidad de la carne: a) la calidad sensorial, medida por sus características organolépticas tales como la terneza, el color, el sabor y la jugosidad, b) La calidad nutricional, dictada mayormente por la composición química y c) la calidad higiénico-sanitaria o seguridad del alimento (Wood, 1990; Huerta y Rodas, 2000; Vásquez *et al.*, 2002). En general, cuando se hace referencia a la calidad de la carne bovina inmediatamente se toman en consideración variables como terneza, color, jugosidad, sabor, aroma y vida útil de la carne (Koochmaraie *et al.*, 1997; Li *et al.*, 2001; Pietrasik y Shand, 2004).

Entre los atributos que más influyen en la satisfacción del consumidor, destacan la suavidad de la carne (terneza), la jugosidad y el sabor de la carne cocida (Judge *et al.*, 1989). De estos tres factores, la terneza constituye el parámetro más importante con el que el consumidor juzga la calidad de la carne (Joseph, 1971; Stouffer, 1975; Shackelford *et al.*, 1995ab; Polidori *et al.*, 1996; Shackelford *et al.*, 1997ab;). Las otras sensaciones, especialmente la jugosidad y la cantidad de tejido conjuntivo (residuo al masticar) están muy vinculados a la terneza evaluada por catadores (Jerez *et al.*, 1994, Huerta *et al.*, 1997).

De acuerdo con (Pearson, 1966; Pearson y Dutson, 1994) las variables organolépticas están influenciadas por varios factores como la raza y edad del animal, el manejo *antemortem* del mismo, los procesos de cosecha, el manejo de las canales durante el almacenamiento *postmortem*, las características intrínsecas del músculo y tejido conectivo, la intensidad de proteólisis *postmortem* en las células musculares y la temperatura de cocción de la carne. En el caso de la jugosidad, la cantidad de grasa intramuscular es un factor significativo en la medida en que ambas variables se asocian positivamente (Huffman *et al.*, 1996; Kauffman, 1993; León, 1995).

La terneza de la carne es el atributo de aceptación más importante y determinante de la calidad de la misma por parte del consumidor (Koochmaraie, 1988; Dikeman, 1987, citado de Miller *et al.*, 1995). Esto por la correlación positiva entre el precio de un corte de carne y su terneza. La inconsistencia en la suavidad de la carne y de los diversos procesos relacionados con el mejoramiento de la misma se consideran actualmente como la mayor preocupación de la industria cárnica (Morgan *et al.*, 1991; Savell y Shackelford, 1992; Smith *et al.*, 1995; Koochmaraie *et al.* 1996). A su vez, Morgan *et al.*, (1991) establecen que gran parte de la variación en terneza se debe al factores inherentes al animal actual sistema de producción y de manejo pre y *postmortem* de las canales bovinas.

La falta de consistencia en la terneza se debe no solo a la incapacidad de producir de forma rutinaria carne adecuadamente tierna, sino también a la incapacidad para identificar

aquellas reses que poseen una carne más dura y clasificarlas adecuadamente (Koochmaraie et al., 1997).

Barton-Gade et al., (1988) indican que la terneza de la carne está asociada a cuatro principales factores: el estado y la degradación de las fibras musculares, el estado contráctil del músculo, la cantidad y el tipo de tejido conectivo y a cantidad de grasa intramuscular o marmoleo. La variabilidad de cada uno de estos factores puede ser explicada por efectos genéticos o ambientales. Algunas estimaciones (Cundiff, 1992) señalan que el efecto genético aditivo controla el 30% de la variación de la terneza y el 70 % restante puede verse afectado por factores ambientales o no aditivos. La terneza es inversamente proporcional a la fuerza de corte medida normalmente con la cuchilla de Warner Bratzler (FCWB). La otra forma de calificar la terneza es con la opinión (calificaciones) de personas entrenadas (catadores) o no entrenadas.

Durante el proceso de conversión de músculo a carne, se llevan a cabo una serie de reacciones bioquímicas, cambios físicos y químicos, que determinan el grado de suavidad de la carne. De cierta forma, estos cambios pueden y deben ser controlados para mejorar la calidad del producto final (Hedrick et al., 1994). Posterior a la cosecha del animal, el músculo es flácido y altamente extensible. Luego de pocas horas *postmortem* entra en un estado de *rigor mortis* donde se vuelve inextensible y rígido. La rigidez de la muerte (*rigor mortis*) es debido a la formación de puentes cruzados entre los filamentos de actina y miosina los cuales, en ausencia de energía (ATP), son irreversibles (Pearson y Young, 1989). El acortamiento muscular que ocurre durante el desarrollo del *rigor mortis* resulta en una disminución en el grado de terneza. De acuerdo con Wheeler y Koochmaraie, (1994) este aumento en dureza puede ser eliminado almacenando la carne durante 7 a 14 días a 2°C antes de congelarla, proceso que se conoce como envejecimiento o *aging* (Morgan et al., 1991).

Se ha encontrado que la proteólisis *postmortem* de las proteínas miofibrilares que conduce a una fragmentación de la fibra muscular es la causa principal del mejoramiento de la suavidad de la carne, y se enfatiza sustancialmente en la importancia de la degradación proteica como factor clave en la suavidad final (Olson y Parrish, 1977; Butts et al., 1987; Koochmaraie, 1994). Los músculos que presentan menor degradación miofibrilar durante el almacenamiento *postmortem*, darán lugar a cortes con menor grado de terneza (Doumit et al., 1999). Durante el almacenamiento *postmortem*, el rompimiento de los discos Z de las proteínas miofibrilares; al liberar la  $\alpha$ -actinina que une los delgados filamentos en esa zona; constituye el cambio más importante (Olson et al., 1976; Koochmaraie, 1988; Pearson y Young, 1989). Hoy en día, estos mecanismos continúan siendo motivo de controversia, sin embargo, se acepta que los cambios que ocurren en el músculo y conllevan a la suavidad de la carne son pequeños pero significativos y podrían resumirse de acuerdo con (Teira, 2004) en: degradación de la proteína *desmina*, debido a la ruptura de puentes miofibrilares; degradación de la proteína titina que liga los filamentos de miosina en el sentido longitudinal de las miofibrillas y degradación de la proteína *nebulina*, responsable de las uniones transversales en la banda I de los sarcómeros.

Existe evidencia de que el sistema de las denominadas proteasas naturales dependientes de calcio o calpaínas, integrado por las enzimas  $\mu$ -calpaína, que requiere de bajas concentraciones de iones calcio, no retenidos en el retículo sarcoplásmico o en las mitocondrias, para su funcionamiento, la m-calpaína, que requiere de concentraciones más elevadas de calcio y un inhibidor específico de la actividad de ambas calpaínas (inhibidor calpastatina) constituyen un sistema de enzimas dependientes del calcio, responsable de los cambios proteolíticos *postmortem* más importantes en los músculos bovinos (Koochmaraie, 1988, 1992; Pringue et al., 1996; Hedrick et al., 1994, citado de Irizarri, 1998; Geesink et al., 1998;). Estas enzimas constituyen un sistema endógeno altamente dependiente de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) que se encuentra localizado en el citoplasma (Pringue et al., 1995).

Los mecanismos de acción de estas enzimas denotan el papel que cumplen en el aumento de la suavidad post-mortem registrado en el almacenamiento durante el cual se experimenta la maduración de la carne (Dobbie et al., 1997), a lo que se agrega que más del 90% del incremento en la suavidad que ocurre durante el almacenamiento puede ser atribuido a la acción de este sistema enzimático (Alayan, 1997).

La terneza se relaciona con el pH en forma cuadrática, siendo mayor cuando el pH de la carne es menor a 5,8 y disminuyendo en el rango entre 5,8 y 6,3. Valores de pH superiores a este último valor incrementan la terneza de la carne pero facilitan la putrefacción de la misma

(Depetris y Santini, 2005). Al igual que el color, incrementos en los niveles de glucógeno previo a la cosecha permitirá descender el pH a valores inferiores a 5,8 haciendo más tierna la carne.

Un aumento en la cantidad y una disminución en la solubilidad del colágeno se relaciona con la edad de los animales, incrementando la dureza de la carne (Geay et al., 2001). Por otro lado, altas ganancias de peso previo a la cosecha mejorarían la ternura, por un aumento en la proporción del colágeno soluble, y por el incremento de la actividad proteolítica y la potencial actividad glucolítica (Thompson, 2002).

Los factores que influyen en la ternura de la carne pueden dividirse en dos grandes grupos: *antemorten* y *postmortem*. Los *antemorten* incluyen características genéticas, factores fisiológicos, alimentación y prácticas de manejo de los bovinos. Los factores *postmortem* incluyen tiempo y temperatura de refrigeración después del sacrificio (maduración de la carne), métodos de trozado y cocción así como la adición de agentes suavizadores (American Meat Institute Foundation, 1960; Destefanis et al., 2000; Maher et al., 2004; Oliván et al., 2004).

Parámetros como la raza, sexo y edad del animal son factores que afectan la ternura de la carne. En trabajos de investigación se ha reportado que animales de la raza Brahman y sus cruces presentan carne menos tierna que los de la raza Holstein (Ramsey et al., 1963; Carlo et al., 1970; Luckett et al., 1975, citados de Irizarri, 1998), lo que según Moran (1970), puede deberse a las diferencias en la genética de los animales. Así mismo, cambios en la suavidad de la carne durante el proceso de cocción se han asociado con los efectos que el calor ocasiona sobre el colágeno y las proteínas miofibrilares en la estructura primaria del tejido muscular (Bertola et al., 1994). Ho y Ritchey (1967) indican que hay una correlación negativa entre la edad del animal y la ternura de la carne pero que ésta puede ser afectada por la temperatura de cocción.

La estimación del grado de ternura se hace mediante una prueba física de resistencia al corte que permite valorar más objetivamente la dureza de la carne. El método más utilizado es el de Warner Bratzler (WB) (Honikel, 1998), recomendado por la Asociación Americana de la Ciencia de la Carne (AMSA, 1995), que se basa en la medición de la fuerza requerida para efectuar un corte de una muestra de carne en el sentido perpendicular a las fibras musculares (Lu y Chen, 1999). Indiscutiblemente, la percepción sensorial de la ternura involucra factores que no se limitan a las variables medidas mediante instrumentos como la resistencia al corte. Sin embargo, la práctica ha demostrado que el método de Warner Bratzler es el que tiene mayor correlación con el método sensorial (Tornberg, 1996).

Las propiedades mecánicas de la carne están directamente relacionadas con la estructura del músculo así como al proceso de maduración y de cocción del mismo (Bouton y Harris, 1972; Lu y Chen, 1999). En esta prueba intervienen fuerzas de tensión, corte y compresión (Boune, 1982). En términos de estructura, su interpretación es compleja, ya que refleja la suma de todas las fuerzas aplicadas, pero éstas no se distribuyen de manera uniforme entre todos los componentes de la carne.

De acuerdo con varios autores (Moller, 1980; Honikel, 1998) el ensayo de Warner Bratzler puede proporcionar información sobre las propiedades de textura debidas a los dos componentes estructurales de la carne, los miofibrilares y los de tejido conectivo, los cuales, dependen también de la orientación de las fibras.

La medición de la resistencia al corte se lleva a cabo en distintos momentos posteriores a la cosecha. Shackelford *et al.* (1997a) han determinado que el valor de resistencia al corte del *Longissimus dorsi thoracis* a las 24 h postmortem es un buen predictor de dicho valor a los 14 días ( $r = 0,75$ ). Sin embargo, existe una alta variabilidad en la magnitud de la correlación entre la resistencia al corte y la ternura determinada por el método sensorial cuando se comparan diferentes músculos (Shackelford *et al.*, 1995b). De acuerdo con Perry *et al.*, (2001) la medición de resistencia al corte también se realiza utilizando la variable de compresión de la carne. Este dato se considera un mejor estimador del efecto del contenido de tejido conectivo, más que del grado de fragmentación de miofibrillas (Burrow *et al.*, 2001).

El grado de ternura de la carne constituye un parámetro fundamental en la determinación de la calidad de la misma. Por lo tanto, es de suma relevancia identificar fuentes de variación y determinar valores promedio para dicha característica a nivel nacional. Los datos generados a

partir de estos resultados servirán de base para futuros trabajos de investigación y también para trabajar en minimizar las fuentes de variancia para lograr una mayor suavidad de la carne.

La investigación se llevara a cabo en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional San Carlos, ubicada en Santa Clara de San Carlos, específicamente en el Laboratorio Nacional de Carne.

## 2. Objetivos (General y Específicos)

Objetivo general:

Analizar la variabilidad en la terneza del músculo *Longissimus dorsi thorasis* y sus efectos sobre la edad en bovinos, determinada por cronometría dentaria.

Objetivos específicos:

Relacionar el efecto de la edad sobre el grado de terneza del músculo *Longissimus dorsi thorasis*.

Evaluar las correlaciones entre las diferentes características medidas en la planta de cosecha y en el laboratorio de carnes.

Evaluar el pH y la temperatura de la canal a la primera y veinticuatro horas post-mortem.

Seleccionar canales con características similares de grado muscular, grasa de cobertura y sexo.

Homogenizar las muestras mediante la medición de la altura del músculo *Romboideo*, como un factor asociado al efecto racial.

## 3. Metodología de trabajo

### 3.1 Localización del ensayo experimental

La investigación se desarrollará en el Laboratorio Nacional de Carne del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional San Carlos, provincia de Alajuela, Costa Rica.

### 3.2. Tamaño de la muestra

Se seleccionarán las canales provenientes de animales con características similares de composición racial, condición corporal o muscularidad y sexo, con el propósito de reducir o eliminar fuentes de variación que puedan afectar a la variable de interés. Para el factor de variación edad dentaria se trabajará con cinco categorías (0, 2, 4, 6 y 8 dientes). La magnitud mínima de la muestra para el análisis; tomando en consideración un nivel de error tipo I asociado de 0,05% y una probabilidad de detección de diferencias significativas del 90% para la magnitud de la fuerza de corte establecida; será de 74 muestras.

### 3.3. Toma y traslado de las muestras

Se utilizarán muestras del músculo *Longissimus dorsi thorasis* de canales bovinas tomadas en la planta cosecha de consumo local y exportación de la Cooperativa Matadero Nacional de Montecillos-COPEMONTTECILLOS R.L., ubicada en el cantón Central, distrito San Antonio del Tejar de la provincia de Alajuela.

Las muestras para el análisis de terneza serán tomadas de acuerdo con los criterios de selección de grado muscular, grasa de cobertura y sexo, de esta manera, sólo las canales que tengan una calificación de 2 para grado muscular, 1 para desprovisto de grasa de cobertura y que correspondan a machos enteros, serán consideradas para tomar la muestra del *Longissimus*. Se cuantificarán los datos correspondientes a peso vivo, peso de la canal caliente, edad de cosecha, grado muscular, grasa de cobertura, color y rendimiento en canal mediante la ecuación de predicción.

Se medirá el pH y la temperatura de la canal a la hora y a las veinticuatro horas *post-mortem* en el músculo *Longissimus dorsi thorasis*. Posteriormente se llevará a cabo el deshuese de la canal a las 24 horas *post-mortem* y se recolectará la muestra, de cada canal, de la parte caudal con un peso aproximado a los tres kilogramos.

Se trabajará con un número máximo de seis (6) muestras por día. Estas permanecerán con su respectiva grasa de cobertura y se identificarán con números o signos de manera que las características de canal medidas en la planta de cosecha correspondan a la muestra respectiva.

Las muestras se empacarán al vacío y se identificarán debidamente. Posteriormente se almacenarán en hieleras, se determinará la temperatura de salida de la planta y se trasladarán al Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional San Carlos, en donde se determinará la temperatura de ingreso de las muestras al laboratorio.

### 3.4 Trabajo de Laboratorio

Los equipos empleados para el trabajo experimental en el laboratorio se calibraron adecuadamente con el objetivo de reducir la máxima variación que podría ocasionar el uso de dispositivos descalibrados.

Se llevará una bitácora en donde se registren los datos de ingreso de cada una de las muestras de carne. Estas muestras deberán ser sometidas a un proceso de cocción en el horno hasta lograr una temperatura interna de la muestra en el centro de la misma de 70° C.

Una vez cocidas las muestras, se extraerá con un cubo eléctrico, ocho piezas de la muestra de forma paralela al sentido de la fibra del músculo. Se deberá evitar al máximo tomar tejido conectivo de la muestra. Posteriormente, cada uno de los cilindros de carne se someterán a la fuerza de corte Warner Bratzler.

Los datos de fuerza de corte de cada muestra se registrarán y almacenarán en una hoja electrónica de Microsoft Excel®. Posteriormente se entregará una base de datos a CORFOGA para que por medio de su estadístico se realicen los análisis respectivos.

Determinar la cantidad, tipo de muestreo y características de los animales para el experimento

## 4. Plan de Acción

Para cada objetivo específico, indique el producto (os) a obtener y las actividades que deben llevarse a cabo para lograrlas, así como su cronograma y responsable de su ejecución. Ver hoja adjunta. Anexe cronograma detallado por actividad.

## 5. Plan de difusión y transferencia de resultados.

Elabore un plan en el que se contemplen los mecanismos de extensión, vinculación y difusión (tanto durante, como al finalizar la investigación), para garantizar la transferencia de los resultados obtenidos.

## 6. Evaluación de impacto ambiental

Con respecto a la ejecución del proyecto, indique si durante la realización de las diferentes actividades del proyecto, se podrían presentar los diferentes aspectos enunciados a continuación:

- a. La introducción al Instituto Tecnológico de Costa Rica de productos químicos, biológicos o de otra índole que puedan dañar el ambiente en caso de un derrame o liberación y que no estén registrados dentro del Catálogo de Materiales. No: **X** Sí: . Indique los nombres de las sustancias a utilizar y las cantidades estimadas:

SUSTANCIA	CANTIDAD

- b. La generación de desechos o posibles sobrantes de carácter biológico o químico que por sus características no pueda ser enviado a un relleno sanitario junto con los desechos ordinarios. No: , Sí: . Indique las cantidades estimadas de los desechos que se podrían generar

NOMBRE DESECHO/SOBRANTE	CANTIDAD ESTIMADA

- c. Emisiones de sustancias al aire. No:  Sí:
- d. Utilización de sustancias radioactivas. No:  Sí:
- e. Corta de árboles o cambios en el uso del suelo. No:  Sí:
- f. Contaminación de las áreas silvestres protegidas (lagos, bosques, etc.). No:   
Sí:
- g. Utilización de especies vegetales o animales protegidas. No:  Sí:
- h. Generación de aguas residuales que no puedan ser manejadas por el sistema de tratamiento de aguas del Instituto Tecnológico de Costa Rica. No:  Sí:
- i. La generación excesiva de ruido o vibraciones. No:  Sí:

El investigador debe tomar en cuenta que durante la ejecución del proyecto se deberá cumplir con lo estipulado en la normativa ambiental vigente, con las políticas del Instituto Tecnológico de Costa Rica y con lo establecido en el reglamento para el manejo de desechos peligrosos (<http://www.itcr.ac.cr/reglamentos/Consultas/consultarR1.asp?n=289>). Otras consultas se pueden hacer a los responsables del Sistema de Gestión Ambiental: [sgatec@itcr.ac.cr](mailto:sgatec@itcr.ac.cr)

## 7. Plan de administración del riesgo

Con base en la Ley de Control Interno, la <b>valoración del riesgo</b> es la identificación y análisis de los riesgos que enfrenta el proyecto, tanto de fuentes internas como externas relevantes para la consecución de objetivos, con el fin de determinar cómo se deben administrar dichos riesgos.
---



## 8. Presupuesto

Complete el siguiente cuadro con los rubros del presupuesto. Se presentan las partidas generales, las cuales debe desglosar en subpartidas según sus necesidades y basándose en el manual de clasificación por objeto de gasto. Los que no correspondan pueden ser eliminados o incluir otros rubros si fuera necesario. En el caso de otras fuentes, anotar únicamente el total, no por año calendario.

RUBRO	I AÑO	II AÑO	III AÑO	TOTAL
<b>GASTOS EN PERSONAL</b>				
Investigador 1				
Investigador n				
Subtotal				
<b>GASTOS DE OPERACIÓN</b>				
Alquileres				
Servicios Básicos				
Servicios comerciales y financieros				
Servicios de gestión y apoyo				
Gastos de viaje y transporte				
Mant. y reparación				
Productos químicos y conexos				
Alimentos y productos agropecuarios				
Mat. y productos de uso en const. y mant.				
Herramientas, repuestos y accesorios				
Útiles, materiales y suministros diversos				
Estudiante asistente				
Unidad Transportes				
Unidad Publicaciones				
Unidad Soda Comedor				
Subtotal				
<b>GASTOS EN MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
Maquinaria, equipo y mobiliario				
Subtotal				
<b>TOTAL VIE</b>				
<b>OTRAS FUENTES</b>				
Disponible Escuela				
Externas				
Subtotal				
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>				

8.1. Justifique el presupuesto por subpartida solicitado a la VIE.

- 8.2 En el siguiente cuadro, indique según el tipo de fuente externa, el nombre de la entidad, monto solicitado y estado en que se encuentra el trámite de aprobación. En el caso de contar con la aprobación, anexar carta oficial de la entidad.

Fuente externa	Nombre	Monto	Estado del trámite
FEES			
Conicit-Micit			
Empresa privada			
Entidades sin fines lucro			
Organismo internacional			

## 9. Bibliografía

Alayan, M. 1997. Calpains and meat tenderness: mode of action and activity regulation. Lincoln University, Christchurch, New Zealand.

American Meat Institute Foundation. 1960. The science of meat and meat products. W. H. Freeman Company.

American Meat Science Association (AMSA). 1995. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Am Meat Sci. Assoc., Chicago, Illinois.

Barton-Gade, PA, R.H. Cross, J.M. Jones, and. R.J. Winger 1988 Factors affecting sensory properties of meat. Meat Science, Milk Science and Technology 5:165.

Bertola, N. C., A. E. Bevilacqua y N. E. Zaritzky. 1994. Heat treatment effect on texture changes and thermal denaturation of proteins in beef muscle. Journal of Food Processing and Preservation. 18(1):32.

Boune, M.C. 1982. Food texture and viscosity concept and measurement. Academic Press New York.

Bouton, P.E.; Harris, P.V. 1972. The effects of cooking temperature and time on some mechanical properties of meat. Journal of Food Science 37: 140-144.

Burrow, H.M., Moore, S.S., Johnston, D.J., Barendse, W. and B.M. Bindon. 2001. Quantitative and molecular genetic influences on properties of beef: a review. Aust. J. Exp. Agr. 41:893.

Buts, B.; Claeys, E.; Demeyer, D. 1987. Protein fragmentation and meat tenderness. Mededelingen Van de Faculteit Landbouwwetwenschappen Rijksuniversiteit Gent 52 (4): 1529-1538.

Carlo, I., C. L. Arcelay, R. Mendoza, W. Ramírez, y H. Cestero. 1970. Evaluación de datos obtenidos de toros y novillas procedentes del primer cruce entre toros de raza para carne con vacas lecheras desechadas. Estación Experimental Agrícola. Universidad de Puerto Rico, Boletín 225 pp. 15.

Cundiff, LV. 1992. Genetic selections to improve fine quality and composition of beef carcasses. Proc. Recip. Meat Conf. 46:45

Depetri, G; Santini, F. 2005. Calidad de la carne asociada al sistema de producción. Grupo de Nutrición, Metabolismo y Calidad de Producto. INTA. Estación Experimental Balcarce. Argentina

Destefanis, G.; Barge M.T.; Brugiapaglia, A.; Tassone, S. 2000. The use of principal component analysis (PCA) to characterize beef. Meat Science 56: 255-259.

- Dobbie, P.; Singh, B.; Thompsom, G.; Mercer, J.; Bass, P.; Speck, P. 1997. Inter-muscle variation in the calpain system of reed deer: implications for meat tenderness. United States Department of Agriculture. Disponible en <http://www.nal.usda.govt.nz/www/nzsap/proc/1995.html>
- Doumit, M; Koohmaraie, M. 1999. Inmunoblot analysis of calpastatin degradation: evidence for cleavage by calpain in post-mortem muscle. United States Department of Agriculture.
- Geesink, G.; Koohmaraie, M. 1998. Effect of calpastatin on degradation of miofibrillar proteins by U-calpain under postmortem conditions. United States Department of Agriculture. Disponible en <http://www.nal.usda.gov/ttic/tektran/data/html>
- Geay, Y.; Bauchart, D.; Hocquette, J.F.; Culioli, Y.J. 2001. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. *Reproduction Nutrition Development*. 41: 1-26.
- Hedrick, H.B., E. D. Aberle, J. C. Forrest, M. D. Judge y R. A. Merkel. 1994. Principles of Meat Science. 3rd. ed., Kendall Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa. 1, 3, 274, 289, 317.
- Ho, G. y S. J. Ritchey. 1967. Effects of animal age on juiciness and tenderness of beef. *Food Technology*. (21):114-115.
- Honikel, K.O. 1998. Referente methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science* 49: 447-457.
- Huerta, N.; Rodas, A. 2000. Aspectos de calidad de carne para inicios del milenio. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.
- Huerta, N., O. Atencio-Valladares, A. Rodas-Gonzalez, N. Jerez-Timaure y B. Bracho. 1997. Características de canales de novillos y novillas acebuados producidos a pastoreo y su relación con atributos de la calidad comestible de la carne. *Arch. Latinoame. Prod. Anim.* 5(Supl.1): 565-567.
- Huffman, K. L., M. F. Miller, L. C. Hoover, C. K. Wu, H. C. Brittin y C. B. Ramsey. 1996. Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and restaurant. *Journal of Animal Science*. 74:94, 96.
- Irizarry, Hilda. 1998. Cloruro de calcio y su efecto sobre atributos de calidad de la carne de toretes Holstein y Brahman. Tesis Master of Science. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, P. R. 7.
- Irizarry, Hilda. 1998. Cloruro de calcio y su efecto sobre atributos de calidad de la carne de toretes Holstein y Brahman. Tesis M. S. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, P. R. 7.
- Jerez-Timaure, N., N. Huerta-Leidenz, E. Rincon y M. Arispe. 1994. Estudio preliminar sobre las características que afectan las propiedades organolépticas de solomos de res en Venezuela. *Rev. Fac. Agron.(LUZ)* 11: 283-295.
- Joseph, R. 1971. Production of tender beef. *Food Manufacture*. 46(10): 29-33.
- Judge, M.D., E.D. Aberle, J.C. Forrest, H.B. Hedrick y R.A. Merkel. 1989. Principles of meat science. Second edition. Kendall & Hunt Pub. Co. Dubuque, Iowa. pp. 271.
- Kauffman, R.G. 1993. Opportunities for the meat industry in consumer satisfaction. *Food Technology*. 132.
- Koohmaraie, M. 1988. The role of endogenous proteases in meat tenderness. *Reciprocal Meat Conference Proceedings*. 41:89.
- Koohmaraie, M. 1992. Effect of pH, temperature, and inhibitors of autolysis and catalytic activity of bovine skeletal muscle m-calpain. *J. Anim. Sci.* 70:3071.
- Koohmaraie, M. 1994. Muscle proteinases and meat ageing. *Meat Science*, 36: 93-104.

Koohmaraie, M., Doumit, M.E. and T.L. Wheeler. 1996. Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevent. *J. Anim. Sci.* 74:2935.

Koohmaraie, M.; Wheeler, T.L.; Shackelford, S.D. 1997. Beef tenderness: Regulation and prediction. USDA-ARS U.S. Meat animal research center. Clay Center. [http://meats.marc.usda.gov/mrv.www\)tendrev.html](http://meats.marc.usda.gov/mrv.www)tendrev.html).

León Ortiz Sharon. 1995. Manual de Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Carnes Frescas. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, Mayagüez P. R. 1, 6.

Li, J.; Tan, J.; Shatadal, P. 2001. Classification of tough and tender beef by image texture análisis. *Meat Science* 57:341-346.

Lu, R.; Chen, Y.; 1999. Shear properties and Warner-Bratzler tenderness measurement of beef. *Journal of Texture Studies* 30: 361-375.

Luckett, R. L., R. D. Binder, E. A. Icaza y J. W. Turner. 1975. Tenderness studies in strightbred and crossbred steers. *Journal of Animal Science.* 40: 468.

Maher, S.C.; Mullen, A.M. Keane, D.J.; Bukley, D.J.; Kerry, J.P.; Moloney, A.P. 2004. Decreasing variation in the eating quality of beef through homogenous pre and post-slaughter management. *Meat Science.* 67: 33-43.

Miller M. F., L. C. Hoover, K. D. Cook, A. L. Guerra, K. L. Huffman, K. S. Tinney, C. B. Ramsey, H. C. Brittin y L. M. Huffman. 1995. Consumer acceptability of beef steak tenderness in the home and restaurant. *Journal of Food Science.* 60(5):964.

Moller, A. 1980. análisis of Warner-Bratzler shear force pattern with regard to myofibrilar and connective tissue components of tenderness. *Meat Science*, 5: 247-260.

Moran, J. B. 1970. Brahman cattle in temperate environment. Liveweight gains and carcass characteristics. *Journal of Agriculture Science.* 69:4469.

Morgan, J.B., J.W. Savell, D.S. Hale, R.K. Miller, D.B. Griffin, H.R. Cross y S.D. Shackelford. 1991. National Beef Tenderness Survey. *Journal of Animal Science.* 69:3274-3280.

Olivan, M.; Martinez, A.; Osoro, K.; Sañudo, C.; Panea, B.; Olleta, J.L.; Campo, M.M.; Oliver, M.A.; Serra, X.; Gil, M.; Piedrahita, J.; 2004. Effect of the muscular hypertrophy on physico.chemical, biochemical and texture traits of meat from yearling bulls. *Meat Science* 68: 567-575.

Olson, D. G., F. C. Parrish y M. H. Stromer. 1976. Myofibril fragmentation and shear resistance of three bovine muscles during postmortem storage. *Journal of Food Science.* 41:1036-1041

Olson, D. G. y F. C. Parrish. 1977. Relationship of myofibril fragmentation index to measures of beefsteak tenderness. *Journal of Food Science.* 42(2):506, 508-509.

Pearson, A.M. 1966. Desirability of beef - its characteristics and their measurement. *Journal of Animal Science.* 25: 843-851.

Pearson, A. M. y R. B. Young. 1989. Muscle and meat biochemistry. Academic Press, Inc. 395.

Pearson, A.M. y T. R. Dutson. 1994. Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products, 1s t edition. Blackie Academic & Professional, New York, 18-19, 48-50, 79, 289-331, 480, 486, 489.

Perry D., Shorthose W., Ferguson D. and J. Thompson. 2001. Methods used in the CRC program for the determination of carcass yield and beef quality. *Aust. J. Exp. Agr.* 41:959.

Pietrasik, Z.; Shand, P.J. 2004. Effect of blade tenderization and trumbling time on the processing characteristics and tenderness of injected cooked roast beef. *Meat Science* 66: 871-879.

Polidori, P.; Kauffman, R.; Valfre, F. 1996. The effects of electrical stimulation on meat quality. *Italian Journal of Food Science* 8(3):183-199.

Pringue, T.; West, R.; Williams, S; Jonson, D. 1995. The erole of the calpain proteinase system in muscle hypertrophy associated with double muscling in beef. University of Georgia. College of Agricultural ξ Environmental Sciences.

Pringle, T.; Williams, S; Johnson, D.; West, L. 1996. The role of the calpain proteinase system in aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. University of Georgia. College of Agricultural ξ Environmental Sciences.

Ramsey, C.B., J.W. Cole, B.H. Meyer y R.S. Temple. 1963. Effects of type and breed of British, Zebu and dairy cattle on production, palatability differences and cooking losses as determined by laboratory and family panels. *Journal of Animal Science*. 22:1001.

Santrich, D. 2006. Evaluación de la calidad y composición química de la carne de res proveniente de animales de dos grupos de edad en Puerto Rico. Tesis de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Programa de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Recinto Universitario de Mayagüez. Universidad de Puerto Rico.

Savell, J.W. y S. D. Shackelford. 1992. Postmortem Degradation of muscle protein "Significance of tenderness to the meat industry". *Reciprocal Meat Conference Proceedings*. 45: 44, 45.

Shackelford, S.D., Koochmaraie, M., and T. L Wheeler. 1995a. Effects of slaughter age on meat Tendernees and USDA Carcass maturity scores of beef females. *J. Anim. Sci.* 73: 3304-3309.

Shackelford, S.D., T. L Wheeler and M. Koochmaraie. 1995b. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. *J. Anim. Sci.* 73: 3333-3340.

Shackelford, S.D., T. L Wheeler and M. Koochmaraie. 1997a. Tenderness classification of beef: I: Evaluation of beef longissimus shear force al 1 or 2 days postmortem as a predictor of aged beef tendernees. *J. Anim. Sci.* 75: 2417-2422.

Shackelford, S.D., T-L Wheeler and M. Koochmaraie. 1997b. Repeatability of tenderness measurements o beef round muscles. *J. Anim. Sci.* 75: 2411-2416.

Smith, G.C., J. W. Savell, H. G. Dolezal, T. G. Field, D. R. Gill, D. B. Griffin, D. S. Hale, J. B. Morgan, S. L. Northcutt y J. D. Tatum 1995. The final Report of the National Beef Quality Audit 1995. Disponible en: <http://www.ccp.com/~angus/2000/audit.htm>

Stouffer, J. 1975. A method for improving tenderness of carcasses. *New York's Food and Life Sciences Quarterly* 8(1): 14-18.

Teira, G. 2004. Actualidad y perspectivas de un componente principal de la calidad de carnes bovinas: la Terneza. Facultad de Ciencias de la Alimentación. Universidad Nacional entre Ríos. In *Ciencia, Docencia y Tecnología* N° 28, Año XV, mayo de 2004.

Thompson, J. 2002. Managing meat tenderness. *Meat Science* 62 (295-308).

Tornberg, E. 1996. Biophysical aspects of meat tenderness. *Meat Sci.* 43 (Supplement) S175.

Vásquez, R.E., T.E. Díaz, y J.I. Pulido. 2002. Producción de carne de alta calidad en Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -Corpoica-, Boletín técnico.

Wheeler, T.L. y M. Koochmaraie. 1994. Pre rigor and post rigor changes in tenderness of ovine *longissimus* muscle. *Journal of Animal Science*. 72:1232-1238.

Wood, J.D. 1990. Consequences for meta quality of reducing carcass fatness. En reducing fat in meta animal. J.D Word y A.V. Fisher (Ed). Elsevier Applied Science. London.

**10.** Resumen del currículum de los(as) investigadores(as) del Instituto Tecnológico de Costa Rica participantes en un máximo dos páginas, donde se especifique la formación y experiencia del investigador en el campo de desarrollo del proyecto. Se deben incluir las publicaciones.