



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD IZTAPALAPA

CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

TESIS

**El uso del cuyo (*Cavia porcellus*) como recurso
biótico para suplir necesidades en la población
urbana de escasos recursos económicos**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRO EN BIOLOGÍA PRESENTA:

ALMA ANGÉLICA RUANO SOBERANIS

COMITÉ TUTORAL

DR. HERMENEGILDO LOSADA CUSTARDOY

DR. JUAN MANUEL VARGAS ROMERO

DR. JOSÉ CORTES ZORRILLA

Distrito Federal, México 2015

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA- IZTAPALAPA

A LA MAESTRÍA EN BIOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA-IZTAPALAPA

AL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

A LA DRA. EDITH PONCE A.

**AL ÁREA DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
METROPOLITANA-IZTAPALAPA**

DR. HERMENEGILDO LOSADA CUSTARDOY

DR. JUAN MANUEL VARGAS ROMERO

DR. JOSÉ CORTES ZORRILLA

DRA. LORENA LUNA RODRÍGUEZ

LPA. VIRIDIANA ALEMÁN LÓPEZ

CONTENIDO

	Pág.
1 Introducción general	1
2 Objetivos	2
3 Hipótesis	2
4 Justificación	3
5 Descripción de la zona de estudio	4
6 Revisión bibliográfica	5
6.1 Origen y domesticación	5
6.2 Genética	6
6.3 Reproducción	7
6.4 Alimentación	9
6.5 Sanidad y manejo	11
6.5.1 Enfermedades bacterianas	11
6.5.2 Enfermedades micóticas	13
6.5.3 Enfermedades parasitarias	14
6.5.4 Ectoparásitos	16
6.6 Etología	17
6.7 Distribución y usos	18
6.8 Ventajas de la crianza del cuyo	19
6.9 Consumo de la carne de cuyo y valor nutricional	19
6.10 Calidad de la canal	22
6.11 Características organolépticas	22
6.11.1 Pruebas sensoriales afectivas	25
6.11.2 Pruebas sensoriales analíticas	25
6.12 Características físico químicas	25
6.12.1 pH	25
6.12.2 Color	26
6.12.3 Textura	27
7 Literatura citada	29

CAPÍTULO I. PRODUCCIÓN DE CUYO (*Cavia porcellus*) EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO

Resumen	37
Abstract	37
1.1 Introducción	38
1.2 Metodología	39
1.2.1 Caracterización de la producción de cuyo	39
1.2.2 Reclutamiento de nuevos productores	40
1.2.3 Transferencia de tecnología	40
1.2.4 Procesamiento de datos	41
1.3 Resultados y discusión	41
1.3.1 Caracterización de la producción de cuyo	41
1.3.2 Caracterización de los nuevos productores	46
1.3.3 Evaluación final de la transferencia tecnológica	47
1.4 Conclusiones	49
1.5 Literatura citada	50

CAPÍTULO II. ACEPTACIÓN Y CALIDAD DE CANAL DE LA CARNE DE CUYO (*Cavia porcellus*) EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO.

Resumen	52
Abstract	52
2.1 Introducción	53
2.2 Metodología	54
2.2.1 Características de los animales	54
2.2.2 Sacrificio y evaluación de canales	54
2.2.3 Pruebas sensorial: Nivel de agrado de la carne asada parte anterior y posterior	55
2.2.3.1 Preparación de muestras de carne de <i>Cavia porcellus</i> para el análisis sensorial	55

2.2.3.2 Nivel de agrado de la carne asada parte anterior y posterior	55
2.2.4 Características físico químicas de la carne de <i>Cavia porcellus</i>	56
2.2.4.1 Preparación de muestras de carne para el análisis físico químico	56
2.2.4.2 Determinación de fuerza al corte (Fc)	56
2.2.4.3 Análisis de perfil de textura (TPA)	57
2.2.4.4 Determinación de color	57
2.2.4.5 5 Determinación de pH	57
2.3 Resultados y discusión	58
2.3.1 Rendimiento de la canal de <i>Cavia porcellus</i>	58
2.3.2 Análisis sensorial: Preferencia de parte anterior o posterior de la canal de <i>Cavia porcellus</i>	58
2.3.3 Análisis de las características físico-químicas de la carne de <i>Cavia porcellus</i>	61
2.3.3.1 Resistencia al corte con navaja Warner-Bratzler (WB)	62
2.3.3.2 Análisis de perfil de textura (TPA)	62
2.3.3.3 Color y pH	62
2.4 Conclusión	64
2.5 Literatura citada	65
CAPÍTULO III. EVALUACIÓN DE LA ACEPTACIÓN DE CARNE DE CAVIA PORCELLUS (CUYO) PREPARADA EN CUATRO RECETAS CON INGREDIENTES USADOS EN MÉXICO.	
Resumen	68
Abstract	68
3.1 Introducción	69
3.2 Metodología	70
3.2.1 Características de los animales	70
3.2.2 Sacrificio	70
3.2.3 Análisis sensorial I. Determinación de los de tiempos óptimos de cocción	70
3.2.3.1 Preparación de las muestras	71

3.2.3.2 Análisis sensorial de la carne de <i>Cavia porcellus</i>	71
3.2.4 Análisis sensorial II. Evaluación de la propuesta gastronómica de recetas culinarias con carne de <i>Cavia porcellus</i>	72
3.2.4.1 Estandarización de recetas elaboradas con carne de <i>Cavia porcellus</i>	72
3.2.4.2 Propuesta gastronómica de recetas culinarias con carne de <i>Cavia porcellus</i>	72
3.2.4.3 Análisis sensorial de cuatro recetas culinarias utilizando carne de <i>Cavia porcellus</i>	74
3.3 Resultados y discusión	75
3.3.1 Análisis sensorial I. Determinación de los tiempos óptimos de cocción	75
3.3.2 Análisis sensorial II. Evaluación de la propuesta gastronómica de recetas culinarias con carne de <i>Cavia porcellus</i>	77
3.4 Conclusión	81
3.5 Literatura citada	82

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

		Pág.
Cuadro 1	Clasificación zoológica del Cuyo (<i>Cavia porcellus</i>)	6
Cuadro 2	VARIABLES productivas y reproductivas (<i>Cavia porcellus</i>)	8
Cuadro 3	Requerimientos nutricionales por etapa de <i>Cavia porcellus</i>	10
Cuadro 4	Clasificaciones del repertorio vocal de <i>Cavia porcellus</i>	18
Cuadro 5	Carne de cuyo (<i>Cavia porcellus</i>) comparada con la de otras especies como, ave, vacuno, ovino y porcino	21
Cuadro 6	Actividades reportadas como principal fuente de ingreso por los productores de <i>Cavia porcellus</i> de la ZMVM.	42
Cuadro 7	Tipificación de la producción de <i>Cavia porcellus</i> en la ZMVM.	42
Cuadro 8	Tipo de <i>Cavia porcellus</i> que componen el hato en la ZMVM	43
Cuadro 9	Materiales de las instalaciones	45
Cuadro 10	Escala estructurada de satisfacción hedónica utilizada en la prueba sensorial	56
Cuadro 11	Rendimiento de la canal de <i>Cavia porcellus</i>	58
Cuadro 12	Comparación de las medianas de las puntuaciones adjudicadas en función de la preferencia para diferentes partes de la canal de <i>Cavia porcellus</i> anterior y posterior, mediante una escala hedónica de 7 puntos: (-3) Me desagrada mucho, (-2) Me desagrada medianamente, (-1) No me agrada, (0) Ni me agrada ni me desagrada, (1) Me agrada, (2) Me agrada medianamente y (3) Me agrada mucho. n=43	61
Cuadro 13	Análisis de Perfil de Textura en carne de <i>Cavia porcellus</i>	62
Cuadro 14	Valores medios de los parámetros instrumentales obtenidos	63

	para color	
Cuadro 15	Determinación del tipo de técnicas culinarias y tiempos de cocción.	71
Cuadro 16	Comparación de las medianas de las puntuaciones adjudicadas en función de la preferencia para diferentes tiempos de ebullición de carne de <i>Cavia porcellus</i> , mediante una escala hedónica de 4 puntos: (-2) Desagradable, (-1) Poco agradable, (1) Agradable, (2) Muy agradable y n=20 jueces.	76
Cuadro 17	Comparación de las medianas de las puntuaciones adjudicadas en función de la preferencia para diferentes tiempos de asado de carne de <i>Cavia porcellus</i> , mediante una escala hedónica de 4 puntos: (-2) Desagradable, (-1) Poco agradable, (1) Agradable, (2) Muy agradable y n=20 jueces.	77
Cuadro 18	Comparación de medianas y prueba de Friedman de los atributos apariencia, aroma, sabor, ternura y jugosidad, en una prueba hedónica de aceptación. Presentando la elaboración de diferentes platillos con carne de <i>Cavia porcellus</i> , a 40 jueces, con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$	79
Figura 1	Frecuencia del nivel de agrado para la carne de <i>Cavia porcellus</i> , mediante una escala hedónica de aceptación de 7 puntos: (-3) Me desagrada mucho, (-2) Me desagrada medianamente, (-1) No me agrada, (0) Ni me agrada ni me desagrada, (1) Me agrada, (2) Me agrada medianamente y (3) Me agrada mucho. n=43 jueces. Con diferentes partes de la canal: anterior ◆ y posterior ■	60

1. Introducción general

El cuyo (*Cavia porcellus*), conocido también como cobayo, cuy, curí o acure, es originario de la zona andina del Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia, es una especie tradicionalmente utilizada en la alimentación de los habitantes de esta región; lo que justifica que la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en programas para la reducción de la pobreza y la desnutrición, proponga la cría de *C. porcellus* para producir alimento de alto valor nutricional, que contribuya a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos (Chauca, 1997).

Además las investigaciones realizadas en Perú y los países Andinos sirven de marco de referencia para considerar a esta especie como productora de carne; adicional a esto el desarrollo de la crianza de *C. porcellus* ha dado a los pobladores de esta región la posibilidad de rescatar tradiciones y conocimientos ancestrales, ampliar la base alimentaria y obtener seguridad alimentaria.

El cuyo criado bajo un sistema familiar tiene un bajo costo de producción y ocasionalmente mediante la comercialización proporciona liquidez a los pequeños productores rurales y urbanos (Zaldívar *et al.*, 1990). También es una fuente alimenticia (autoconsumo) de calidad, debido a que la carne de *C. porcellus* contiene 7.6 % de grasa y 20.3 % de proteína (Chauca, 1999).

En México, no se ha reportado la crianza de *C. porcellus* con fines alimenticios. Sin embargo las experiencias de otros países al aprovechar las bondades de esta especie permiten plantear la crianza para consumo, la cual debe de ser evaluada y considerada como paliativo a la pobreza alimentaria en los países en vías de desarrollo, considerando los componentes culturales y preferencias de consumo una población definida.

El presente estudio determinó las condiciones de producción de *C. porcellus* en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), se propuso la crianza de esta especie como un recurso biótico alimenticio y evaluó las características sensoriales de la carne y diferentes métodos culinarios adaptados a las costumbres mexicanas.

2. Objetivos

- I. Evaluar la introducción del cuyo como un recurso biótico que pueda mitigar la pobreza alimentaria en familias de la Zona Metropolitana del Valle de México.
- II. Realizar un diagnóstico de la producción de *C. porcellus* en la Zona Metropolitana del Valle de México.
- III. Implementar un programa de transferencia de tecnología para divulgar las ventajas de la crianza del *C. porcellus*.
- IV. Evaluación de la calidad y pruebas sensoriales de la canal de *C. porcellus*, con un enfoque gastronómico que incluya ingredientes de uso común en México.

3. Hipótesis

- I. La producción del cuyo en la Zona Metropolitana del Valle de México, será mínima y estará enfocada al abastecimiento de los mercados de mascotas.
- II. La crianza del cuyo será aceptada por los productores cooperantes y seguirán el esquema de producción planteado por el presente estudio.
- III. La carne del cuyo preparada mediante recetas con ingredientes de uso común en México, tendrá la aprobación de jueces no entrenados.

4. Justificación

La población en situación de pobreza, es aquella con recursos insuficientes para adquirir bienes y servicios requeridos para satisfacer sus necesidades, y que adicionalmente, presentan privación de al menos uno de los indicadores de carencia social. El Banco Mundial reporta que 51.3% de la población mexicana tiene un nivel de consumo por debajo de las necesidades mínimas de alimentos básicos; también que el 25 % tiene ingresos de menos de 2 USD día⁻¹ (CONEVAL, 2012). Las autoridades mexicanas reconocen el problema alimentario del país, ya que el indicador de acceso a la alimentación, describe que en el 24.9 % de la población al menos un integrante de la familia modifico, mermo o prescindo de la alimentación por problemas económicos (CONEVAL, 2012). Además en 2010 la zona metropolitana del Valle de México (ZMVM), registró 34.4 por ciento de su población en pobreza (6, 966,610 personas).

Ante circunstancias de pobreza y vulnerabilidad social, una solución alternativa e indiscutible es la orientación de la actividad urbana hacia la producción alimentaria básica (Méndez *et al.*, 2005), generando benefactores alimentarios y económicos de emergencia, a través de la práctica de la agricultura urbana (FAO, 1999) para amortiguar el problema (Losada, 1998).

Los antecedentes de investigaciones en países Andinos y de la FAO muestran al *C. porcellus* como un alimento de alto valor nutricional y que contribuye a la seguridad alimentaria de la población de escasos recursos (Chauca, 1999). A pesar de que en México, no se ha reportado la crianza de *C. porcellus* con fines alimenticios (Ruano 2010), las experiencias que preceden a este sistema de producción permiten que la crianza de esta especie para consumo sea una propuesta viable; ya que es un animal idóneo para los ambientes urbanos, con requerimientos mínimos de espacio, de gran versatilidad en el consumo de alimentos, lo cual permite el suministro de dinero rápido o de carne para la población local.

5. Descripción de la Zona de estudio.

La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) se localiza en la porción meridional de la altiplanicie mexicana, sistema ecológico-regional situado aproximadamente a 2,400 msnm y rodeada de sierras de origen volcánico con cumbres que alcanzan alturas superiores a los 5,000 metros, constituye una cuenca endorreica. Limita al norte con el estado de Hidalgo, al oriente con los estados de Tlaxcala y Puebla, al sur con el estado de Morelos, mientras que al poniente el límite coincide con el de la Cuenca del Pánuco.

La ZMVM tiene una población de 20.2 millones de personas, está constituida por las 16 delegaciones del Distrito Federal y 59 municipios conurbados (58 ubicados en el Estado de México y uno en Hidalgo (INEGI, 2010; Escamilla y Santos, 2012). Su extensión territorial es de 7,859 km² de los cuales el 65.5% es de uso urbano (43% del D.F. y 22.5% del Edo. de México) y 34.5% es zona rural; ésta incluye usos agrícola, pecuario, forestal así como áreas de conservación; con una variedad vegetación: bosques de encino, bosques de encino-pino, bosques de oyamel, matorrales xerófilos, y pastizales.

Dadas sus características fisiográficas, el clima presente en la Cuenca de México es templado subhúmedo, con lluvias en verano, con una precipitación promedio anual de 950 mm, temperatura media anual 12°C a 18°C (63.7 % de la superficie). También tiene un clima semiseco templado, con una precipitación anual que varía de 500 a 600 mm y una temperatura media anual entre los 12°C y 18°C (17.9 % de la superficie). Con una precipitación total anual entre 800 mm y más de 1 100 mm, los climas semifríos (18.4 %) sólo están presentes en las partes altas y menos pobladas ubicadas al sur, al este y al oeste de la ZMCM, registrándose temperaturas promedio entre los 5°C y 12°C. Hay ocurrencia de heladas en los meses de octubre a marzo y con menor frecuencia, en abril y septiembre (INEGI, 2002).

6. Revisión bibliográfica

6.1 Origen y domesticación

El *Cavia porcellus* (Linnaeus, 1758; *Rodentia, Caviidae*), denominado con el nombre común de “cuy” que proviene de la lengua quechua quwl, también es conocido como curi, acure, cuy, conejillo de indias, guinea ping y en México se conoce como cuyo; es una especie de origen sudamericano, específicamente de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú (Crespo, 2012).

Considerando la teoría de la deriva continental, que postula la presencia en el pasado geológico (éoceno tardío) de un supercontinente (continentes unidos), es posible la llegada de los roedores primitivos a América del Sur en este período. Estudios paleo-geográficos indican que el grupo de los Caviomorpha (parientes cercanos del cuyo) cruzaron el Atlántico por medio de balsas naturales como troncos o pequeñas islas flotantes, al mismo tiempo que les favoreció la corriente ecuatorial y los vientos alisios (Hoffstetter, 1981).

Entonces, junto con el sedentarismo de la humanidad, comenzó la domesticación de especies animales pequeñas como el cuyo a partir de la especie salvaje *Cavia cutleri* (Salaverry, 2012), estudios estratigráficos realizados en el templo del Cerro Sechín (Perú) encontraron depósitos de excretas de cuyo e indican que su domesticación fue hace 2500 a 3600 años (Chauca, 1997). En el imperio Incaico, el cuyo era la principal fuente de carne de los guerreros y del pueblo; solo los altos jefes de la milicia y las autoridades podían abastecerse de la carne de otros animales mayores (Chauca, 1997).

En Perú, los cuyos son animales domésticos, su crianza es básicamente tradicional, y tiene como objetivo el autoconsumo o trueque, además es un importante elemento cultural y religioso de la cultura andina. La llegada del cuyo a

Europa, fue a través de los españoles cuando arribaron al continente americano en el siglo XVI (Avanzi, 2006).

En la escala zoológica (Cuadro 1) (Moreno, 1989) se ubica al cuyo (*C. porcellus*) dentro del orden Rodentia, género *Cavia* y diversas especies.

Cuadro 1. Clasificación zoológica del Cuyo (*Cavia* spp.)

Orden :	Rodentia
Suborden:	Hystricomorpha
Familia :	<i>Caviidae</i>
Género :	<i>Cavia</i>
Especie :	<i>Cavia aperea aperea</i> Erxleben <i>Cavia aperea aperea</i> Lichtenstein <i>Cavia cutleri</i> King <i>Cavia porcellus</i> Linnaeus <i>Cavia cobaya</i>

6.2 Genética

Los cuyos se clasifican según su conformación corporal en: a) tipo A, tienen un mayor grado de desarrollo muscular fijado en una buena base ósea, estas características se expresan razas productoras de carne; y b) tipo B, tiene menor desarrollo muscular.

La clasificación en base al pelaje tiene la siguiente nomenclatura: a) tipo 1, pelo corto, lacio y pegado al cuerpo; b) tipo 2, pelo corto, lacio en forma de rosetas o remolinos; c) tipo 3, pelo largo y lacio. d) subtipo 3-1, pelo largo y pegado al cuerpo y d) subtipo 3-2, pelo largo en forma de rosetas (Chauca, 1997: Tomado de FAO).

También se clasifican en líneas de acuerdo al color del pelaje, rapidez de crecimiento y número de crías. a) línea Perú, son buenos productores de carne, el número de crías por parto es 3 y son de color alazán puro o combinado con blanco; b) línea Andina, se caracterizan por su alta fecundidad, generalmente 5 crías por parto y son de color blanco puro; c) línea Inti, se caracterizan por tener crías más resistentes a enfermedades y los colores que presenta esta línea son bayo puro o combinado con blanco (FONCODES, 2014).

6.3 Reproducción

Guevara, (1989) señala que los machos son fértiles a partir de los 2 meses y las hembras son sexualmente maduras al mes y medio de edad; además recomienda la separación de hembras y machos después del destete. A pesar de ello, la edad para óptima para el bienestar de los reproductores y el buen desarrollo de las crías es: hembras mayores a 3 meses y machos después de 4 meses y medio (Cuadro2).

El ciclo estral de *C. porcellus* tiene una duración de 15 a 17 días y el estro de 24 a 48 h, la hembra acepta al macho durante las primeras horas (6-8 h), es poliestral, es decir presenta varios ciclos estrales durante el año, y con un adecuado manejo reproductivo suceden de forma continua sin interrupción. Durante el estro, la hembra se vuelve más activa, monta a las demás hembras de su grupo y realiza una postura de lordosis; además la vulva aumenta de tamaño y se enrojece durante la ovulación. El retorno al estro post parto es inmediato (6 h después). La vida fértil de la hembra es de hasta 4 años de edad (Asdell, 1964).

La ovulación en la hembra se presenta a 10 h después de la presencia del celo, el tiempo que los óvulos permanecen fértiles en el tracto genital femenino es de 15 h, mientras que los espermatozoides permanecen fértiles 30 h. El número de óvulos varía entre 1 y 5, de los cuales quedan fecundados 2 o 3 (Aliaga, 1984).

La copulación dura unos cuantos segundos y se realiza varias veces en un lapso de una hora. Cuando las hembras se aparean a temprana edad (menos de tres meses) tienen deficiencias en el desarrollo corporal, mantenimiento de la gestación y desarrollo de la lactancia. Y cuando la gestación es tardía (mayor a 3 años), las hembras reducirán la fertilidad debido a la acumulación de grasa visceral, además tendrá partos distócicos y un alto porcentaje de crías nacidas muertas (Solarte, 2010).

Cuadro 2. Variables productivas y reproductivas de *Cavia porcellus*

Fertilidad	98 %
Prolificidad	2 a 3
Número de partos por año	4 a 5
Período de gestación	67 d
Duración del ciclo estral	18 d
Peso promedio al nacimiento	103.3 g
Peso promedio al destete (14 d)	264.4 g
Peso del macho al empadre (112 d)	700 g
Peso de la hembra al empadre (112 d)	540 g

Fuente: Aliaga, 1984.

Los esquemas de producción son el monogámico y el poligámico. El primero es conveniente para mantener una colonia mejorada, pero comercialmente no es rentable por el costo del mantenimiento de los machos reproductores; la monogamia es principalmente usada en trabajos de investigación y en laboratorio. La poligamia consiste en el apareamiento de un macho con varias hembras, se recomienda un macho por cada 10 hembras, esto dependerá de las condiciones, el tipo de alimentación y manejo (Gamarra, 1990).

El período de gestación del cuyo dura de 63 a 70 d, pero esto dependerá del tamaño de la camada, donde los períodos más largos son para camadas pequeñas y los periodos cortos para camadas numerosas. El diagnóstico de

preñez se realiza por la ausencia de estro a los 16 y 21 días post monta. En el último tercio de la preñez la hembra presenta un abdomen alargado y duplica su peso corporal. Finalmente, a pocos días del parto, la hembra se mostrará restringida en sus movimientos, sin disminuir el consumo de alimento (Labhsetwar, 1970). Dos días antes del parto la hembra se aparta del grupo y comienza el trabajo de parto. Cada cría nace rodeada de las membranas placentarias respectivas, las cuales son inmediatamente ingeridas por la madre; la expulsión de las crías se realiza en aproximadamente 30 minutos. Nacen de 1 a 4 crías precoces, con los ojos abiertos y la piel cubierta de pelo, a las pocas horas de nacidos empiezan a roer e ingerir forraje fresco (Chauca, 1995).

Normalmente los recién nacidos no maman hasta doce horas después del nacimiento. La producción de leche materna y su consumo por las crías es importante para lograr la supervivencia de estas. La producción láctea es escasa, pero con un alto valor nutritivo desde el punto de vista proteico y energético. Las madres poseen dos tetas, lo que dificulta la alimentación de las crías cuando hay más de dos y propiciará la jerarquización temprana de los gazapos. Las crías son casi autosuficientes a los tres días de edad, pero dependerán de la leche materna ingerida durante los primeros 15 días. El período de lactancia puede durar de 21-28 d dependiendo del estado de la madre y el número de crías (Chauca, 1995).

El destete es el momento de separación de las crías de la madre, la edad favorable para realizarlo es de 14 a 21 días, esta práctica zotécnica se puede adelantar o atrasar dependiendo de las condiciones de crianza como alimentación, sanidad, manejo y estado de la madre y sus crías (Aliaga, 1984).

6.4 Alimentación

Principalmente la alimentación de *Cavia porcellus* (cuyo) es a base de forrajes, tiene un aparato digestivo específico para alimentos ricos en fibra y es muy sensible a las variaciones de la dieta, por ello es indispensable evitar cambios

bruscos en la alimentación, ya que ocasionan graves trastornos intestinales (Chauca, 1993). La dieta ideal para estos animales es la más parecida a la que encontraría en la naturaleza; se basa en el suministro de heno, hierbas del campo, verduras, frutas y algunas semillas, sin olvidar las dosis adecuadas de vitamina C, ya que su organismo no puede sintetizarla y debe recibirla mediante los alimentos (Margaret, 1991).

Cuadro 3. Requerimientos nutricionales por etapa de *Cavia porcellus*.

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	(%)	18	18-22	13-17
ED ¹	(kcal/kg)	2 800	3 000	2 800
Fibra	(%)	8-17	8-17	10
Calcio	(%)	1.4	1.4	0.8-1.0
Fósforo	(%)	0.8	0.8	0.4 0.7
Magnesio	(%)	0.1-0,3	0.1 0.3	0.1 0.3
Potasio	(%)	0.5-1.4	0.5-1.4	0.5-1.4
Vitamina C	(mg)	200	200	200

¹Energía digestible

Fuente: Nutrient requirements of laboratory animals. 1990. Universidad de Nariño, Pasto (Colombia). Citado por Caycedo, 1992.

La alimentación del cuyo en un sistema de traspatio puede estar solventada por desechos vegetales del hogar y concentrados con una cantidad menor (Ruano, 2010). El suministro de agua también dependerá del alimento proporcionado, es decir si se alimenta a los cuyos con una mayor cantidad de alimento concentrado que de forrajes, el requerimiento de agua será mayor, por lo que la práctica más sencilla, es proveer de agua fresca y limpia *ad libitum* (Caycedo, 1983). En el cuadro 3 se muestran los requerimientos nutricionales por etapa.

6.5 Sanidad y manejo

Para proteger a largo plazo la rentabilidad de la crianza de *C. porcellus* se requiere de mejoras sustanciales en el manejo y control sanitario a fin de que puedan expresar su máximo potencial productivo (Morales *et al.*, 2007). Los brotes de una enfermedad deben ser controlados rápidamente, esto generalmente implica el control y posterior erradicación de la enfermedad. Las medidas higiénicas incluyen limpieza y desinfección periódicas de las instalaciones y del equipo, además de la observación diaria para advertir la presencia de signos clínicos, esto permite aislar al animal enfermo y prevenir el contagio al resto de los animales (Solarte, 2010).

6.5.1 Enfermedades bacterianas

Las enfermedades bacterianas pueden ocasionar altas tasas de mortalidad o pérdidas severas en la producción y por lo tanto incrementa los costos de producción. En los sistemas de producción para carne de *Cavia porcellus*, se reportan como las enfermedades bacterianas más importantes a salmonellosis (*Salmonella. typhimurium* y *S. enteritidis*), neumonía y bronconeumonía (*Diplococcus pneumoniae* y *Bordetella bronchiseptica*), colibacilosis (*E. coli*) (Correa, 2000) y yersiniosis (*Yersinia pseudotuberculosis*) (Jaramillo-Torres *et al.*, 2008).

La bacteria *Salmonella* es parte de la flora normal y en situaciones de estrés se comporta como oportunista y desarrolla la patología; se manifiesta en forma aguda y crónica. La primera se presenta como un cuadro septicémico agudo, ocurre la muerte un lapso de 24 a 48 d, los signos clínicos son decaimiento, postración, anorexia, opistótono, parálisis de los miembros posteriores, diarrea con moco, y aborto. En los casos crónicos, se observa adelgazamiento paulatino, pelaje deslucido y aumento del volumen abdominal. Dentro de las alteraciones patológicas se encuentra la afección de múltiples órganos con procesos congestivos e inflamatorios (Layme *et al.*, 2011).

Esta enfermedad tiene como vía de infección la oral y la principal fuente de infección son alimentos contaminados; pero vías como la intrauterina y a través de la leche coadyuvan al mantenimiento de la infección (Morales *et al.*, 2007). Un buen manejo de los alimentos, controlar los factores que causan estrés en la población (evitar cambios bruscos en la alimentación y manteniendo constante la temperatura ambiental) y efectuar desinfecciones periódicas de las instalaciones, son medidas de prevención contra la Salmonelosis (FONCODES, 2014). El tratamiento se realiza con antibacterianos cloranfenicol y clorotetraciclina (2 g L⁻¹ de agua o 10 mg/animal por 3 d; también estreptomomicina y nitrofurazona ha demostrado su efectividad en condiciones *in vitro*, utilizando cepas de *S. typhimurium* que originaron la enfermedad.

El agente etiológico responsable de la neumonía es el *Diplococcus pneumoniae*, los signos clínicos se manifiestan por secreciones nasales, disminución del apetito, respiración dificultosa y estertórica. En la necropsia se observa congestión de las paredes alveolares con exudado mucopurulento, enfisema alveolar y pleuritis; puede presentarse hepatización del pulmón y derrame pleural. Controlar los factores que causan estrés en la población, evitando cambios bruscos en la alimentación y manteniendo constante la temperatura ambiental, así como la desinfección periódica de las instalaciones son estrategias que reducen el riesgo de esta enfermedad. Se recomienda como tratamiento tetraciclina (3 a 5 g L⁻¹ de agua o 10 mg/500 g de peso) durante 4 a 8 días (Chauca, 1997).

La bronconeumonía generalizada produce cantidades de exudado pleurítico de color marrón rojizo, otros signos son la postración, anorexia, disnea y secreción nasal (FONCODES, 2014). El agente responsable de la enfermedad es la *Bordetella bronchiseptica*. La prevención de esta enfermedad se realiza con las mismas estrategias utilizadas en la neumonía y el tratamiento consiste en el uso de cloranfenicol y tetraciclina 25 mg kg⁻¹ de PV, tetraciclina 3 a 5 g L⁻¹ de agua (10

mg/500 g de peso) durante 4 a 8 días y cloranfenicol 25 mg kg⁻¹ de PV (Chauca, 1997).

El agente responsable de la Pseudotuberculosis es la *Yersinia pseudotuberculosis* y se han identificado tres formas: la septicemia aguda, con muerte violenta a causa de la ruptura de un linfonódulo mesentérico; la septicemia crónica, con decaimiento progresivo y muerte en 3-4 semanas; y la afección congénita o inmediatamente después del nacimiento. Para reducir los factores de riesgo se recomienda proteger del estrés a la población, evitando los cambios bruscos en la alimentación y manteniendo constante la temperatura ambiental además de efectuar desinfecciones periódicas de las instalaciones. El tratamiento es mediante dosis de penicilina (30 000 UI) y dehidroestreptomicina (1,25 mg kg⁻¹ de PV), dos veces al día, por vía oral o intramuscular. También puede utilizarse cloranfenicol, tetraciclina y eritromicina. Como medida de control puede palpase los linfonódulos mesentéricos a través de la pared abdominal (Jaramillo-Torres *et al.*, 2008).

6.5.2 Enfermedades micóticas

El agente causal de las enfermedades micóticas (dermatitis e hiperqueratitis) es *Trichophyton mentagrophytes* y los signos clínicos se manifiestan por alopecia, piel enrojecida, lesiones alrededor de los ojos, nariz y en el lomo u otras partes del cuerpo. La sintomatología característica es la caída del pelo en forma circunscrita a manera de anillos, descamación y comezón intensa, se inicia en la cabeza y se extiende a diferentes partes del cuerpo (FONCODES, 2014).

Con respecto a la etiología, es una afección de la piel que se trasmite por contacto entre animales enfermos o por infestación a través de instalaciones o implementos contaminados. Conservando una temperatura ambiental constante y desinfectando periódicamente las instalaciones y el equipó se puede prevenir. El

tratamiento es tópico con sulfato de cobre al 5 %, espolvoreo de polvos sulfurosos y vía oral griseofulvín 60 mg kg⁻¹ de PV, durante 10 días (Chauca, 1997).

6.5.3 Enfermedades parasitarias

Las enfermedades parasitarias son las responsables de más de las dos terceras partes de la morbilidad y mortalidad en esta especie; se caracterizan por ser de manifestación lenta, insidiosa y poco espectacular, por lo que en la mayoría de las veces pasa desapercibida por los criadores. Las infestaciones severas repercuten negativamente en la producción; los efectos se traducen en pérdidas económicas que los criadores no cuantifican (Florián, 1999).

Los factores epidemiológicos que contribuyen a la elevada prevalencia de ecto y endoparásitos en las crías familiares de cuyos, son las deficientes condiciones higiénicas y sanitarias de los corrales, sobrepoblación animal y la crianza promiscua con otras especies domésticas (FONCODES, 2014). El parasitismo puede expresarse clínicamente en forma aguda, cuando animales jóvenes susceptibles ingieren gran cantidad de formas infectivas, que los puede conducir a la muerte. Sin embargo, en la mayoría de los casos los *C. porcellus* son sometidos a una infección gradual, se adaptan, no presentan síntomas clínicos y están aparentemente sanos (Chauca, 1997).

La parasitosis económicamente importante es la coccidiosis, producida por el protozooario *Eimeria caviae*. Los animales más susceptibles son los cuyos jóvenes, principalmente después del destete. Los casos agudos manifiestan una rápida pérdida de peso, diarrea mucosa con estrías sanguinolentas y la muerte, la cual puede suceder incluso en forma repentina sin la presentación de síntomas clínicos. Los animales que se recuperan de la enfermedad o los que han sufrido una infección moderada quedan como portadores y son una fuente permanente de infección. La prevención debe estar orientada a evitar la sobrepoblación, la humedad excesiva, además de realizar una limpieza frecuente (FONCODES,

2014). El tratamiento recomendado es la sulfaquinoxalina en una dosis de 0.9 g L⁻¹ de agua, durante una semana (Chauca, 1997).

La *Fasciola hepatica*, es un trematodo que se aloja en estado adulto en los conductos biliares; es hematófago y sus formas inmaduras durante su migración producen una destrucción masiva del parénquima hemático. La infección se produce mediante la alimentación con pastos recolectados en zonas infestadas. Presentan signos de anorexia, debilidad y muerte repentina, al momento de la necropsia se observa ascitis, hígado congestionado y hemorrágico (Quiroz, 2005). La prevención consiste en evitar la alimentación de cuyos con pastos infectados, ya que la infección incluso leve con 10 metacercarias produce la muerte del animal. El tratamiento se realiza con triclobendasol (Fascinex) con una dosis de 10 mg kg⁻¹ de PV (Chauca, 1997).

Los nematodos identificados en *C. porcellus*, son *Paraspidodera uncinata*, *Trichuris* spp, *Capillaria* spp y *Trichostrongylus colubriformis* con prevalencias de 83, 31, 18 y 2%, respectivamente (García *et al.*, 2013). Las infecciones parasitarias son mixtas, cada una de las cuales ocupa un lugar determinado del tracto intestinal, produciendo trastornos con efectos nutritivos y fisiológicos variados. *Trichuris* spp produce irritación mecánica, debido al daño que ocasiona en las paredes intestinales al alimentarse de exudado tisular y sangre (Quiroz, 2005). Las infecciones por *P. uncinata*, muestran en cortes histopatológicos larvas en migración enteroparietal y lesiones en el ciego (éctasis de la submucosa capilar y tiflitis hemorrágica) (Coman *et al.*, 2009) y aumento de eosinófilos en lavados traqueobronquiales en *C. porcellus* aparentemente sanos (Conder *et al.*, 1989).

La patogenicidad de *Trichostrongylus* es baja y generalmente solo ocasiona infecciones asintomáticas dado que no se llega a observar lesiones en el intestino delgado; no obstante, cargas altas podrían producir diarrea acuosa y debilitante (Bowman, 2009).

Las infecciones moderadas o masivas se manifiestan con anorexia, enflaquecimiento, pelaje erizado y sin brillo, diarrea que varía entre catarral y mucosa, prurito anal. El control debe estar orientado a una limpieza y remoción periódica de la cama, más la utilización de antihelmínticos de amplio espectro como el Levamisol y el Higmix-B. Cuando se ha detectado el problema se aconseja realizar dosificaciones después del destete y repetir el tratamiento al mes; en reproductoras, 15 días antes de la parición, mediante la adición de un antihelmíntico al alimento.

6.5.4 Ectoparásitos

Los parásitos externos constituyen otro de los factores importantes dentro de las enfermedades parasitarias. El grado de infección es intensa en las crías familiares, lo cual repercute negativamente en la producción. Existen tres grupos importantes de ectoparásitos: a) piojos (Phthiraptera); b) pulgas (Siphonaptera) y c) ácaros (Acariformes) (Robles *et al.*, 2014)

Los piojos son parásitos aplanados, dorsoventralmente de color amarillo pardo, se alimentan de células epiteliales descamadas o de la epidermis de la piel y sangre. Su ciclo de vida es de 23 semanas, período en el cual permanece en el cuerpo del cuyo. Los animales de recría son los más parasitados, manifiestan escozor y al rascarse se producen irritaciones. Los cuyos se muerden la piel y se frotan contra la pared o con los comederos produciéndose heridas, costras, caída del pelo. Los animales están intranquilos, no comen adecuadamente y este estrés puede complicarse con una infección bacteriana secundaria (Chauca, 1997).

Las pulgas son parásitos comprimidos lateralmente, su cubierta quitinizada permite que se desplacen con facilidad por el pelaje; también tiene la habilidad de brincar de un huésped a otro. Sus órganos bucales están adaptados para succionar, su alimentación es a base de sangre. Los huevos son puestos

generalmente fuera del huésped en las hendiduras de los pisos o paredes, de tal forma que solamente las pulgas adultas son parásitas (Dittmar, 2000).

El ciclo biológico bajo condiciones óptimas de temperatura y humedad es de 30 días. Entre las pulgas más frecuentemente encontradas en cuyos se mencionan al *Echidnophaga gallinacia*, la *Ctenocephalides canis* y *Pulex irritans*, pulga de las gallinas, perro y hombre, respectivamente. Las pulgas causan severa irritación de la piel, anemia, inquietud que en infestaciones masivas pueden producir la muerte de los animales. Se han observado infestaciones masivas con hasta 2,000 pulgas por animal.

Robles *et al.* (2014) reporta ácaros de las especies *Trimenopon hispidum*, *Gyropus ovalis* y *Gliricola porcelli*, los cuales son ectoparásitos microscópicos, responsables de la sarna de los cuyos. Este parásito se alimenta de sangre y linfa por lo que la anemia sea el síntoma constante. Además, las picaduras les provocan irritación, inquietud, pérdida de sueño y caída del pelo.

6.6 Etología

Por su docilidad los *C. porcellus* se crían como mascotas y animales para experimentación, de hecho algunas líneas albinas se seleccionaron por su mansedumbre. En Perú, el cuyo como productor de carne se ha seleccionado por su precocidad y su prolificidad, e indirectamente por su docilidad; ya que animales agresivos a la edad de dos meses y medio son de difícil manejo, debido a que inician las peleas que ocasionan lesiones en la piel y menor ganancia de peso.

El cuyo tiene una comunicación compleja establecida por vocalizaciones, para estimular el comportamiento epimilético que involucra los cuidados y la atención materna (acicalamiento, lactación, limpieza anogenital), así como las demandas de las crías a sus padres. Un cuyo infante al ser separado de la madre, estos emiten vocalizaciones de soledad acompañadas de un exceso de

movimiento y al reunirse con la madre, esta emite ronroneos para calmar a las crías. Los cuyos emiten más vocalizaciones audibles cuando están solos en un ambiente aislado y novedoso; muestran incremento de las concentraciones de cortisol, ACTH y norepinefrina en plasma sanguíneo, lo que coincide con el aumento de la intensidad y la frecuencia de vocalizaciones. Verduzco (2012) reporta diferentes tipos de vocalizaciones en esta especie, en el cuadro 4 se muestra la clasificaciones del repertorio vocal de *Cavia porcellus*.

Cuadro 4. Clasificaciones del repertorio vocal de *Cavia porcellus*.

Tipo de vocalización	Actividad asociada
Chutt	Exploración, actividad general
Chutter (huída)	Huída, fuga, defensa
Whine (gimotear, silbar)	Defensa, evasión
Tweet (piar)	Limpieza materna de región anogenital
Whistle (silbido)	Separación
Purr (ronroneo)	Buscar o solicitar contacto
Drr	Freezing en respuesta a cambios ambientales
Scream (gritar)	Perder combate, arrinconado
Squeal (chillido)	Respuesta a daño o heridas.

Fuente: Verduzco, 2012.

6.7 Distribución y usos

El cuyo silvestre (*Cavia aperea aperea*) se distribuye desde América Central, el Caribe y las Antillas hasta la Patagonia (Cabrera, 1953). Este roedor vive por debajo de los 4 500 msnm y ocupa regiones de la costa y la selva alta. La especie de cuyo domesticado (*Cavia porcellus*), se ha distribuido mundialmente (Cabrera, 1953; Pulgar Vidal, 1952).

La producción de cuyo es importante como parte de la seguridad alimentaria de los pueblos indígenas de Sudamérica, y como una actividad alternativa para incrementar los ingresos los económicos que benefician directamente a la familia

productora particularmente de Perú y los Andes. Actualmente se aprovechan al máximo los subproductos generados de este sistema de producción; el excremento se usa como recurso orgánico para la fertilización de la tierra y recientemente la piel en la industria peletera. En el resto del mundo es utilizado como animal de laboratorio, debido a que su sistema inmunológico posee una interacción antígeno-macrófagos similar a la del ser humano; por lo cual se utiliza en investigación médica; además en la investigación de productos para la estética del cabello ya que su pelaje es similar al cabello del ser humano (Chauca 1997).

6.8 Ventajas de la crianza del cuyo

Es una fuente de proteína animal de excelente valor biológico, su producción es de bajo costo y genera ingresos económicos; además es una actividad donde la familia trabaja de manera colaborativa y permite la integración de la misma. Al tratarse de una especie herbívora se puede alimentar con sobrantes de productos orgánicos generados en el hogar, además es de fácil adaptación a diferentes ecosistemas, presenta un ciclo reproductivo corto y alta prolificidad. Su costo de producción es menor aun cuando se utilizan instalaciones construidas con materiales reciclados en espacios reducidos lo que la hace una producción ideal para zonas urbanas y ciudades (Cahill, 1995).

6.9 Consumo de la carne de cuyo y valor nutricional

Las investigaciones indican que *C. porcellus* fue domesticado hace 2500 a 3600 años. En los estudios estratigráficos hechos en el templo del Cerro Sechín (Perú), se encontraron depósitos de excretas de cuyo y en el primer período de la cultura Paracas, denominado Cavernas (250 a 300 a.C.), existe precedente de que ya se alimentaban con carne de cuyo. Para el tercer período de esta cultura (1400 d.C.), casi todas las casas tenían un espacio destinado para la cría de esta especie (Moreno, 1989).

Se han encontrado cerámicas en los huacos Mochicas y Vicus, que muestran la importancia que tenía este animal en la alimentación humana. También se han extraído restos de cuyo en Ancón, ruinas de Huaycan, Cieneguilla y Mala. Allí se encontraron cráneos más alargados y estrechos que los actuales, abovedados y con la articulación naso-frontal irregular semejante al *Cavia aperea* (Huckinghaus, 1961). El hallazgo de pellejos y huesos de *C. porcellus* enterrados con restos humanos en las tumbas de América del Sur son una muestra de la existencia y utilización de esta especie en épocas precolombinas, por lo que es referido que la carne de *C. porcellus* conjuntamente con la de venado fue utilizada por los ejércitos conquistadores en Colombia (Cabrera, 1953; Pulgar Vidal, 1952).

El cuyo, es un plato tradicional en los países andinos como Ecuador, Perú, Colombia, Uruguay y del noroeste de Argentina, sus diferentes preparaciones son parte del legado Inca, su posición como plato típico en algunos de estos países no desaparece, a pesar de la disminución en su consumo influenciada por la introducción de nuevas cocinas; sin embargo, sus propiedades nutritivas y organolépticas abre las puertas a ilimitadas opciones de elaboración de platos empleando técnicas de cocina de vanguardia para obtener presentaciones diversas, que junto a las tradicionales, permitan su introducción en el mundo gastronómico.

En Perú, Argote *et al.* (2009) realizaron una encuesta del consumo de la carne de *C. porcellus* encontrando que el 96 % de la población encuestada ha consumido cuyo, y el restante 4 % no lo hace porque no le gusta su sabor y apariencia. De los encuestados que han consumido este tipo de carne el 91 % lo ha hecho asado, el 9 % frito. En lo referente a la presentación tradicional en forma de pincho al 90 % de la muestra le pareció buena, al 10 % restante regular. También este estudio encontró de la aceptación del cuyo en otras presentaciones representó el 87 %.

La importancia cultural y gastronómica de esta especie en algunos países es significativa que algunos platillos como el cuyo asado y el ají de cuyo son reservados para su consumo en eventos de importancia social (Santos, 2007). En las cartas de algunos restaurantes regionales en Lima inicialmente se referían un par de platos hechos a base de cuyo: Picante de cuyo y el cuyo chactado, a ellos, se suman ahora, otros platos como el cuyo relleno, a las brasas, chicharrón de cuyo, sopa de cuyo (Akacashqui) y versión china de la gallina chijaukay (chijaucuy). Estos platos no solo han engrosado la lista culinaria de Perú, sino que están ahora invadiendo mesas más allá de este país. En la actualidad, la carne de cuyo es exportada a Europa y algunos países de Asia donde se han dado distintas aplicaciones al combinarla con el arte culinario de otras culturas (Mota-Rojas, 2012).

Cuadro 5. Carne de cuyo (*Cavia porcellus*) comparada con la de otras especies como, ave, vacuno, ovino y porcino

Especie animal	Humedad %	Proteína%	Grasa%	Minerales o cenizas %
Cuyo	70.6	20.3	7.8	0.8
Ave	70.2	18.3	9.3	1.0
Vacuno	58.0	17.5	21.8	1.0
Ovino	50.6	16.4	31.1	1.0
Porcino	46.8	14.5	37.3	0.7

Fuente: Figueroa, 1999

El *Cavia porcellus* constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población especialmente rural, de escasos recursos económicos (FAO, 2008). En el centro de origen (Perú) el consumo de carne de cuyo es parte fundamental de la dieta por su alto porcentaje de proteína y bajo contenido de grasa (Cuadro 4) además de poseer características organolépticas que la hacen una carne atractiva, así como una propuesta alternativa para el consumo humano.

6.10 Calidad de la canal

La carne es una matriz compleja, donde conviven materia grasa, proteínas, minerales, y vitaminas que dificultan el análisis. En primer lugar el consumidor evalúa la apariencia del producto, de manera que los atributos visuales juegan un papel fundamental y un factor decisivo al momento de la selección; ya que se evalúa el color, el agua en superficie y la grasa externa. Al mismo tiempo, entran en juego los atributos olfativos, que son indicativos de frescura (Brewer, 2002).

En la carne y los productos cárnicos, los atributos texturales tales como la terneza global, masticabilidad, fibrosidad, gomosidad y jugosidad, son importantes al momento de evaluar la calidad (Picallo, 2007).

Cada carne tiene el punto justo de cocción y la temperatura adecuada para poder evaluar la muestra, ya que si se sobrepasa la misma, la carne se resecará y no se estará evaluando ciertamente la muestra como tal. La temperatura de evaluación apropiada para una muestra de carne no debe ser menor a 50 °C, puesto que los atributos olfatogustativos (sabor, aroma y sensaciones trigeminales); así como, los texturales se verían afectados (Picallo, 2007).

Con respecto al *C. porcellus* (cuyo), algunas de las características ante mortem exigidas por los asaderos son: peso superior a 1,200 g; tamaño de la canal entre 25 y 30 cm, colores claros como el blanco, alazán, bayo o combinados (Argote *et al.*, 2009).

6.11 Características organolépticas

El sabor (flavor) es el resultado complejo de la percepción de olores y gustos a causa de las características de sustancias químicas (volátiles y solubles) y es importante en la evaluación sensorial de los alimentos. El gusto se detecta en la cavidad oral, específicamente en la lengua, mientras que el flavor consiste en la

percepción de las sustancias aromáticas de un alimento después de haberse puesto éste en la boca. Dichas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe, y llegan a los centros del olfato a través de las trompas de Eustaquio (Carpenter, 2002).

La apariencia representa todos los atributos visibles de un alimento, y constituye un elemento fundamental en la selección del mismo. De la combinación de las propiedades ópticas, la forma física y el modo de presentación surge la imagen del producto que se quiere describir, con el objeto de asignarle identidad y calidad (Hutchings, 1977).

El olor es la percepción por medio de la nariz de sustancias volátiles liberadas por un alimento, donde la intensidad o potencia es una de sus características. Además la relación entre el olor y el tiempo es muy importante, ya que el olor es una propiedad sensorial que presenta dos atributos contradictorios entre sí; la persistencia después de haber retirado la sustancia aromática y la otra característica, tiene que ver con la mente y es que las personas se acostumbran a los olores después de un cierto tiempo (Anzaldúa-Morales, 1994).

La textura es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. No puede hablarse de “la textura de un alimento” como una única característica, sino que hay que referirse a los atributos de textura, o las características o propiedades de la textura. La textura tiene tres tipos de atributos: mecánicos, geométricos y de composición (Larmond, 1976).

Los atributos mecánicos dan una indicación del comportamiento del alimento ante la deformación, mientras que los atributos geométricos se relacionan con la forma o la orientación de las partículas de un alimento, como fibrosidad, granulosidad, porosidad, esponjosidad, entre otros. Los atributos de composición

son los que indican la presencia de algún componente en el alimento, como humedad, carácter graso o harinosidad (Kramer, 1964).

Como resultado de lo anterior, los consumidores decidirán si una carne formara parte de su dieta, en base a sus propios criterios de calidad y preferencias, ya que existen productos ricos en nutrientes que no necesariamente son aceptados como alimentos, al no satisfacer los requerimientos sensoriales (Argote *et al.*, 2009).

Para evaluar las preferencias y caracterizar los gustos de los consumidores, se realizan pruebas sensoriales, que determinarán la aceptabilidad de un ingrediente o materia prima nueva dentro de la cultura culinaria regional. En general cualquier proceso sensorial descriptivo de un alimento debería seguir una serie de etapas que garanticen su objetividad y validez. Así deberían definirse las condiciones del ensayo y el protocolo de evaluación, las muestras a describir, cómo verificar el funcionamiento de la herramienta de medida, es decir el del grupo de catadores (excepto en perfiles de libre elección donde esta etapa sería opcional) (Guerrero, 2000).

A través del análisis sensorial se puede obtener información valiosa para la inserción de un producto en el mercado o se pueden conocer las características deseables del producto y cuáles son las que más influirán al momento de su elección (Picallo, 2007). La selección de un método de análisis sensorial está en función de las características del producto; tiene como propósitos establecer un criterio objetivo y medible en atributos de color, olor, sabor y palatabilidad.

Las personas que participan pruebas de análisis sensorial, se denominan panelistas o degustadores; son sujetos objetivos y argumentativos capaces de interpretar y discriminar una sensación en un lenguaje coherente. Estas interpretaciones pueden marcar una nueva normalización que permita, por medio de medidas instrumentales, obtener una valoración más inmediata y con menor

porcentaje de error, soportado por métodos estadísticos secuenciales de fácil entendimiento y manejo (Sánchez *et al.*, 2010). Las pruebas sensoriales pueden ser afectivas o analíticas:

6.11.1 Pruebas sensoriales afectivas

Las pruebas afectivas pretenden evaluar el grado de aceptación y preferencia de un producto determinado, empleando el criterio subjetivo de los catadores, se dividen en test de aceptación o preferencia y el test hedónico de escalas relativas. En la mayoría de los casos, los catadores corresponden a consumidores no entrenados en la descripción de preferencias, donde su evaluación se basa en gustos. Para esta evaluación se usan frases sencillas y lógicas que cualquier consumidor pueda identificar sin formular preguntas determinadas sobre intensidades de sabores y olores; deben ser enfocadas en la decisión de compra y aceptación general (Owens, 2002).

6.11.2 Pruebas sensoriales analíticas

Son pruebas discriminatorias y se establecen con la finalidad de distinguir diferencias entre grupos de muestras utilizando panelistas entrenados. Son diversas las técnicas utilizadas, sin embargo las más comunes son las de tipo duo-trio y triangular, estas pretenden describir y diferenciar los productos, para obtener la mayor información posible de los descriptores del producto evaluado (Sánchez *et al.*, 2010).

6.12 Características fisicoquímicas

6.12.1 pH

Este pH es determinante en el color debido a que repercute directamente en las propiedades de las proteínas y por lo tanto en la percepción de color de la

carne. Los cambios más importantes en la conversión de músculo a carne es el proceso en el cual el pH baja de 7.2 a 5.5. Las tasas de declinación del pH causan dos defectos de calidad que son: la carne DFD (Oscura, firme y seca del inglés dark, firm and dry) y la carne PSE (pálida, suave y exudativa del inglés pale, soft and exudative) (Alvarado, 2002).

La carne DFD se desarrolla cuando el glicógeno muscular disminuye antes del sacrificio resultando en un pH muscular alto proveniente de una glicólisis postmortem reducida. Esta carne se caracteriza por tener una alta capacidad de retención de agua, aunque su apariencia es seca. La reducción del pH debido a la hidrólisis del ATP es el fenómeno post mortem más importante, la velocidad de este fenómeno es determinante, si el pH desciende lo suficientemente despacio pero a una temperatura elevada (35 °C) se produce una considerable desnaturalización de proteínas contráctiles y sarcoplásmicas, afectando con ello las propiedades fisicoquímicas, con ello disminuye la capacidad de fijación de agua, por el contrario un descenso acelerado de este pH, se relaciona con la presentación de una carne blanda, pálida y con una pobre retención de agua (Velazco, 2001).

6.12.2 Color

La carne tiene la capacidad de reflejar diferentes cantidades de energía a longitudes de onda que estimulen la retina del ojo humano (consumidor final). El color y la apariencia son los atributos de calidad más importantes, debido a que es el primer factor y el de mayor influencia en la preferencia del consumidor. En la carne, las proteínas responsables del reflejo de la energía luminosa, es la mioglobina (en músculo) y la hemoglobina (en la sangre). Se considera para efectos del estudio de la carne que el pigmento más importante es la mioglobina que contribuye a la coloración hasta en un 90 %, ya que la hemoglobina se pierde casi en su totalidad durante el proceso de sacrificio de los animales, sobre todo si

se considera que uno de los principales objetivos que persigue el sacrificio es la expulsión de la sangre (Clydesdale y Francis, 1985).

En presencia de aire, el color natural de la carne fresca es rojo brillante porque en la superficie predomina la oximioglobina (forma reducida de la mioglobina en presencia de oxígeno). La cantidad de mioglobina contenida en los músculos no es constante, debido a factores como la edad, cantidad de fibras musculares rojas y blancas, especie, alimentación y actividad física del animal; pero sobre todo, la actividad física específica de cada músculo. Se considera básicamente que a mayor edad y actividad física las concentraciones de mioglobina se incrementan, es decir, existe una relación directamente proporcional (Mateo, 2007).

6.12.3 Textura

La textura aparece como una percepción psico-química compleja y multidimensional. Se puede definir como la unión de las propiedades reológicas y de la estructura de un producto alimenticio perceptible por los receptores mecánicos, táctiles y eventualmente visuales y auditivos, condicionando la apetencia de un alimento. En la carne cocida, Dransfield *et al.* (1984) señalan que la textura lleva consigo dos componentes principales: terneza y jugosidad que explican respectivamente el 64 % y el 19 % de las diferencias entre las muestras. Las carnes menos jugosas son consideradas menos tiernas.

La terneza es la cualidad de la carne de dejarse cortar y masticar (con mayor o menor facilidad) antes de la deglución, estando directamente ligada a la resistencia mecánica del producto consumible. El caso contrario sería la dureza, definida como la propiedad de la textura manifestada por una alta y persistente resistencia a la rotura en la masticación. La carne puede considerarse como la suma de tres componentes: facilidad de penetración de los dientes en la carne al inicio de la masticación, facilidad de fragmentación de la carne y cantidad de

residuo que queda en la boca concluida la masticación. La firmeza se define como la propiedad de la textura manifestada por una alta resistencia a la deformación por aplicación de una fuerza, siendo registrada tras los primeros mordiscos (Harries, 1972).

Para evaluar la textura en alimentos, se utilizan la prueba de resistencia al corte como el método de Warner-Bratzler. Así como el método de "Análisis de Perfil de Textura" (TPA) para medir objetivamente este parámetro, este último imita el proceso de masticación simulando el esfuerzo de la mandíbula al morder, y permite obtener algunos descriptores como: a) fracturabilidad, se refiere a la dureza con la cual el alimento se desmorona, cruje o revienta, se expresa en unidades de fuerza (Newtons); b) dureza, se refiere a la fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares o entre la lengua y el paladar, se expresa en unidades de fuerza, Newtons (kg m s^{-2}); c) cohesividad, representa la fuerza que une a las partículas, límite hasta el cual se puede deformar antes de romperse; d) adhesividad, representa el trabajo necesario para despegar el alimento de una superficie (paladar), se mide en ($\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$); e) elasticidad, mide cuanta estructura original del alimento se ha roto por la compresión inicial, es adimensional, una longitud dividida por otra longitud; f) gomosidad, es la energía requerida para desintegrar un alimento semisólido de modo que esté listo para ser tragado, producto de la dureza por la cohesividad y se expresa en (kg m s^{-2}); g) masticabilidad, representa el trabajo necesario para desintegrar un alimento hasta que esté listo para ser deglutido, se expresa en kg (Szczesniak, 2002; Rosenthal, 1999).

7. Literatura citada

- Aliaga, R. L., Rodríguez, H., Borja, A. y Núñez, E. 1984. Sistema de empadre con flushing en cuyes. VII científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA), Lima, Perú.
- Anzaldúa-Morales, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica, Editorial Acribia, España, pp. 67-121.
- Argote, F. E., Villada H. S., Argote H., Natividad B. A. D., Rojas P.M., Matos R. A. M., Muñoz G. 2009. Investigación de mercado sobre el grado de aceptación: Uso de la carne de cuy (*Cavia cutleri*) en la obtención de cuatro tipos de embutidos, Investigación Valdizana, 4(1):1-8.
- Asdell, S. A. 1964. Patters of mammalian reproduction. 2^a ed. Nueva York, Comstock Publishing Associates.
- Avanzi, M. 2006. El conejillo de indias. Morfología, alimentación, prevención y tratamiento de las enfermedades. Editorial De Vecchi, S.AU. Barcelona. 98 p.
- Alvarado, C. 2002. Current issues in the poultry industry: meat quality and moisture retention. Nutritional Biotechnology in the feed and food Industries. Proccedings of Alltech's Eighteenth Annual Symposium. Edited by TP Lyons and KA Jacques. Nottingham UK. Pp.13-20.
- Badui, S. 1982. Química de los Alimentos. Editorial Alambra, México.
- Brewer, S. J., Wilson J. E, McKeith F. 2002. The effect of pig genetics and palatability, colorant physical characteristics of fresh loin chops. Meat Sci; 61: 249-256.
- Bowman, D. 2009. Georgis's parasitology for veterinarians. 9th ed. China: Elsevier. 451 p.

- Cabrera, A. 1953. Manual de cuyes, primera edición, año de publicación 1984, 22 p.
- Cáceres, O. 2004. Evaluación del espacio vital de cuyes criados en pozas. Revista de Investigación Veterinaria. Perú, 15 (2):100-112.
- Cahill, J., Azuga, M., Holting, G. y Saba, J. 1995. Instalaciones y manejo de cuyes. Universidad Mayor de San Simón, Proyecto de mejoramiento genético y manejo del cuy en Bolivia (Mejocuy), Boletín Técnico N° 2.
- Carpenter, R. 2002. Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Zaragoza. Editorial. Acribia, S.A.
- Caycedo, V.A. 1983. Crianza de cuyes. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. 47 p.
- Caycedo, V. A. 1992. Investigaciones en cuyes. III Curso latinoamericano de producción de cuyes, Lima, Perú. UNA La Molina, Lima, Perú.
- Chauca, F. D. 1993. Fisiología y medio ambiente. I Curso regional de capacitación en crianza de cuyes, Cajamarca. Perú, INIA-EELM-EEBI.
- Chauca, F. L., Higaonna, O. R., Muscari, G. J. y Saravia, D. J. 1995. Lactación en cuyes: efecto de la temperatura ambiente sobre la performance de cuyes en lactación. XVIII Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA), Lambayeque, Perú.
- Chauca, L. 1997. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). pp. 1-12. FAO. Roma, Italia.
- Chauca, L. F. 1999. V Curso y V Congreso Latinoamericano de Cuyicultura. Importancia de la crianza de cuyes en Latinoamérica y Sistemas de Producción, Venezuela, 5 p.

- Clydesdale, F.M. y F.J. Francis (1985). Pigmentos, cap. 8 en: Introducción a la Ciencia de los Alimentos, O.R. Fennema (ed.). Ed. Reverté, Barcelona, pp. 457-468.
- CONEVAL 2012. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social Informe de pobreza en México. ISBN 978-607-95986-8-6
- Coman, S., Băcescu B., Coman T., Petrut P., Coman C., Vlase E. 2009. Aspects of the parasitary infestations of guinea pigs reared in intensive system. Sc. Parasit. 10(1-2): 97-100.
- Conder, G., Richards I., Jen L., Marbury K., Oostveen J. 1989. Bronchoalveolar eosinophilia in guinea pigs harboring unapparent infection of *Paraspidodera uncinata*. J. Parasitol. 75: 144-146.
- Crespo, G. N. 2012. La carne de cuy: Nueva propuesta para su uso.
- Dittmar, K. 2000. Evaluation of ectoparasites on the guinea pig mummies of el Yaral and Moquegua valley, in southern Peru. Rev. Antropol. Chil. 32(1): 123-125.
- Dransfield, E., Jones R. C. D., Robinson J. M., 1984. Development and application of a texture profile for U.K. beefburgers. J. Text. Studies, 15, 337-356.
- Escamilla H. I. y Santos C. C. 2012. La zona metropolitana del valle de México: transformación urbano-rural en la región centro de México. XII Coloquio Internacional de Geocrítica. Bogotá, Colombia.
- FAO 1999. La agricultura urbana y periurbana. 15º período de sesiones. Comité de Agricultura. Roma.
- FAO 2008. Food And Agriculture Organization. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Roma.
- FONCODES 2014. Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social. Manual técnico: Crianza de cuyes, Impreso en Tarea Asociación Gráfica Educativa,

Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2014-12117. Lima, Perú.

- Florián, A. 1999. Pérdidas de producción debido a enfermedades parasitarias. En: V Congreso Latinoamericano de Cuyicultura. Venezuela.
- Gamarra, M. J., Zaldívar, A. M. y Florian, A. A. 1990. Determinación de la capacidad de carga par cuyes (*Cavia porcellus* L.) machos reproductores. XII Reunión ALPA, Campinas, Sao Paolo, Brasil. 177 p.
- García, J. C., Chávez V. A., Pinedo V. R., Suárez A. F. 2013. Helmintiasis gastrointestinal en cuyes (*Cavia porcellus*) de granjas de crianza familiar-comercial en Ancash, Perú. Rev Inv Vet Perú, 24(4):473-479.
- Guerrero, L. 2000. Determinación sensorial de la calidad de carne, en: V. Cañeque, C. Sañudo (eds.): Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes, Madrid, Instituto Nacional de Investigación y tecnología Agraria y Alimentaria. Pp. 205-220.
- Guevara, M. A. 1989. Edad óptima de empadre en el cuy hembra (*Cavia porcellus*). Universidad Nacional Técnica de Cajamarca, Perú. 42 p. (Tesis).
- Harries, J. M., Rhodes D. N., Chrystall B. B., 1972. Meat texture. I. Subjective assessment of the texture of cooked beef. J. Texture Studies, (3): 101-114.
- Hoffstetter, R. 1981. Historia Biogeográfica de los mamíferos terrestres sudamericanos: Problemas y enseñanzas. Paleontology 16:71-88.
- Huckinghaus, F. 1961. Zur Nomenclatur und Abstammung des Hausmeerschweinchens. Instituto de la Ciencia de animales domésticos de la Universidad Christian-Albrechts, Kiel, Alemania, 26(2): 65-128.
- Hutchings, J. B. 1977. The importance of visual appearance offoods to the food processor and the consumer. Journal of Food Quality, 1: 267-278.

- INEGI 2010. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Censos generales de población y vivienda, México.
- INEGI 2002. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana.
- Jaramillo-Torres, H., Patiño-Burbano R., Rodríguez-Bautista J. 2008. Detección de *Yersinia pseudotuberculosis* en heces de cuyes (*Cavia porcellus*) utilizando una metodología microbiológica y una molecular. Revista Corpoica, 9(2):62-71.
- Khalid, M. 2013. Informe sobre desarrollo humano. Publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- Kramer, A. 1964. Definition of texture and its measurement in vegetable products. Food Technology, 18, 304 p.
- Labhsetwar, A.P. y Diamond, M. 1970. Ovarian changes in the guinea pig during various reproductive stages and steroid treatments. Biology of Reproduction, 2:53-57.
- Larmond, E. 1976. Texture measurement in meat by sensory evaluation. J. Texture Studies 7: 87-93.
- Layme, M. A., Perales C. R., Chavera C. A., Gavidia C. C., Calle E. S. 2011. Lesiones anatomopatológicas en cuyes (*Cavia porcellus*) con diagnóstico bacteriológico de *Salmonella* sp. Rev. Investig. Vet. Perú. 22(4): 369-376.
- Linnaeus, C. 1758. Sistema naturae regnum animale. Vol I. Lipsiae, Sumptibus Guilielmi Engelman. Holmiae, Impensis Direct. Laurentii Salvii. 824 p.
- Losada, H., H. Martínez, J. Vieyra, R. Pealing, R. Zavala and J. Cortés. 1998. Urban agriculture in the metropolitan zone of Mexico City: changes over time in urban, suburban and periurban areas. Environment and Urbanization. 10(2): 37-54.

- Margaret, M., Cobb, Bety A., Holloway, Jerry M. Rivers. 1991. Ascorbic acid catabolism by gut microflora, studies in germ-free and conventional guinea pigs. Research Communications. J. Nutri. Biochem. vol.2
- Mateo, O. Y. 2007. Estabilidad del color de la carne fresca. Nacameh, 1(1):67-74. http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v1n1/nacameh_v1n1_067Mateo.pdf
- Méndez, M., Ramírez L., Alzate A. 2005. La práctica de la agricultura urbana como expresión de emergencia de nuevas ruralidades: reflexiones en torno a la evidencia empírica. Cuadernos de Desarrollo Rural, pp. 51-70.
- Morales, S., Mattos J., Calle S. 2007. Efecto de la muña (*Satureja parvifolia*) en la dinámica de la infección por *Salmonella enterica* en cobayos. En: XXX Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Cusco: ALPA.
- Moreno, R. A. 1989. El cuy. 2a ed. Lima, UNA La Molina. 128 p.
- Mota-Rojas, D., Trujillo-Ortega, M. E., Becerril- Herrera M., Roldán-Santiago P. 2012. Efecto del método de sacrificio sobre variables críticas sanguíneas y consecuencias sobre la bioquímica de la carne de cuy (*Cavia porcellus*), Maracaibo, Venezuela. Pp. 51-58.
- Owens, C. 2002. Aplicaciones del análisis sensorial en la industria vitivinícola. Beringer Blass Wine Estates. 26 p.
- Picallo, A. 2007. Análisis sensorial de carne y productos cárnicos. www.gustavoprecedo.com.ar/evaluacion_sensorial_alimentos.htm.
- Pulgar, V. J. 1952. El curí o cuy. Ministerio de Agricultura, Bogotá, Colombia.
- Quiroz, H. 2005. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales.
- Robles, N. K., Pinedo V. R., Morales C. S. y Chavez V. A. 2014. Parasitosis externa en cuyes (*Cavia porcellus*) de crianza familiar-comercial en las épocas de lluvia y seca en Oxapampa, Perú. Rev. Investig. Vet. Perú, 25(1):51-57.

- Rosenthal, A. Food texture, measurements and perception. Editorial Aspen Publisher, INC. 1999. Maryland, USA.
- Ruano, A., Farías, A., Corona, A., Nicolás A., Losada H., Rivera J, Cortés, J., Vargas, J. 2010. Producción De Cuyos A Nivel De Traspatio Como Animal De Mascota En El D.F. Memorias del II Foro Internacional de Ganadería de Traspatio y Seguridad Alimentaría, realizado en la Universidad Autónoma Chapingo, Edo. De México. Abril 2011.
- Sánchez, C. I. y Albarracín W. 2010. Análisis sensorial en carne. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias; 23(2):227-239.
- Salaverry, O. 2012. Native food: peruvian plants. Centro Nacional de Salud Intercultural, Instituto Nacional de Salud, Lima, Perú. Revista Peruana De Medicina Experimental y Salud Publica, 29(3):406-8.
- Santos, V. G. 2007. Importancia del cuy y su competitividad En el mercado. XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA-Cusco-Perú. Archivos latinoamericanos de producción animal, 15 (Supl. 1): 216-217.
- Solarte, C., Rosero, C., Burgos, W., Zambrano, G., Eraso, M., Mejía, F. 2010. El Cuy Genético. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias- Grupo de Investigación "Producción y Sanidad Animal" Línea de Mejoramiento Genético. A.A 1175, Pasto, Colombia.
- Szcsesniak, A. 2002. Texture is a sensory Property. Food Quality and Preference. 13:215-225.
- Vázquez, D. 2002 Centro de ecología y género. Ecol. Manual de manejo de cuyes. Santa Elena.
- Velazco, J. 2001. Prevención de PSE en carne de cerdo. Carnetec Noviembre - Diciembre. Pp. 28-34.

Verduzco, A., Alfaro, A., Arch, E. 2012. Etología y bioacústica en ratas y cobayos. Revista Mexicana de comunicación, Audiología Ortoneurología y Foniatría. 1(1):7-12.

Zaldívar A. M. 1990. Informe Final Fase I Proyecto Sistemas de Producción de Cuyes. Convenio INIAA CIID. 96 p.

CAPÍTULO I. Producción de cuyo (*Cavia porcellus*) en la Zona Metropolitana del Valle de México.

Resumen

La demanda de alimentos para consumo humano está en función del incremento de la población en las zonas céntricas y urbanas. El cuyo (*Cavia porcellus*) es una alternativa para proveer proteína de origen animal a las personas que habitan en este tipo de países, por ello los objetivos de este proyecto fueron caracterizar social y tecnológicamente los sistemas de producción de *Cavia porcellus* (cuyo) en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), para conocer la factibilidad de introducirlo como recurso biótico. Se encontró que su crianza es a pequeña escala con instalaciones de bajo costo y su alimentación está compuesta por sobrantes de la cocina (vegetales y forrajes). Se concluyó que los productores cooperantes adoptaron exitosamente esta tecnología de producción y que el cuyo representa una opción viable para la alimentación de las personas en la Zona Metropolitana del Valle de México.

Palabras clave: producción, alternativa, alimentación, agricultura urbana.

Abstract

The demand for food for human consumption is a function of population growth in the central and urban areas. The which (Cavys) is an alternative to provide animal protein to the people living in such countries, so the objectives of this project were social characterize and technologically production systems Cavys (whose) in the Greater Mexico City (MCMA), to explore the feasibility of introducing it as biotic resource. It was found that their breeding is small scale with low-cost facilities and food consists of leftovers from the kitchen (vegetable and fodder). It was concluded that the producers cooperating successfully adopted this technology of production and that which represents a viable option for feeding people in the Greater Mexico City option.

Keywords: production, alternative, feed, urban Agriculture

1.1 Introducción

En la actualidad la investigación en el campo agropecuario ha dado nuevas opciones de producción, las cuales van a permitir lograr obtener alimento de origen animal para el ser humano de manera más rápida y a menor costo. Un reto importante es en las ciudades donde se requiere de grandes cantidades de alimento, la mayoría de este proviene de las zonas conurbadas e incluso de zonas muy lejanas a la ciudad. La demanda de alimentos va en aumento junto con el incremento de la población en las zonas céntricas y urbanas.

El rescate de productos tradicionales y de conocimientos ancestrales permite ampliar la base alimentaria, mejorar el estado nutricional y seguridad alimentaria y generar nuevos ingresos para los hogares rurales y urbanos (CONEVAL, 2010).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), ha implementado diversos programas para mitigar la pobreza y la desnutrición en diversos países, poniendo más atención a los países subdesarrollados y en vías de desarrollo. Entre los programas de la FAO, se encuentra la cría de *Cavia porcellus* (cuyo) en países como África, para mitigar el hambre y la desnutrición, como estrategia complementaria para la pobreza alimentaria (Chauca, 1999). El cuyo representa el animal idóneo de fácil acceso para los ambientes urbanos, con requerimientos mínimos de espacio, de gran versatilidad en el consumo de alimentos y de venta fácil lo cual permite el suministro de dinero rápido en caso de emergencias y/o de carne para la población local, para la elaboración de nuevos platillos para suplir la demanda de proteína de buena calidad.

La ZMVM está integrada por 16 delegaciones del D.F, un municipio del estado de Morelos, uno del estado de Hidalgo y 56 del Estado de México. En esta zona la población total es de 20,116, 842 lo que la convierte en una de las cinco urbes más pobladas del mundo (INEGI, 2010; Escamilla y Santos, 2012).

La actividad económica principal en la ZMVM, es el comercio representando el 20.8%, seguida con un 14.3% los servicios profesionales, financieros y corporativos, con un 12.3% se encuentran los servicios diversos, el 11.7% servicios sociales, la industria manufacturera está representada con un 11%, el 8.6% gobierno y organismos internacionales, el 7.9% transportes, comunicaciones, correo y almacenamiento, el 7.1% restaurantes y servicios de alojamiento, el 5.1% se dedica a la construcción y el 4% a la agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca (CONEVAL, 2012). La creciente población hace que la demanda de servicios y productos sea cada vez más grande, pero a pesar de los pocos espacios para la producción de alimentos la población de la ZMVM ha adoptado como un recurso propio para amortiguar el problema, mediante la llamada “Agricultura urbana” por medio de pequeños huertos y la cría de animales menores (de traspatio), los que son vistos como cajas de ahorro y transformación de basura en benefactores del consumo de la población y/o la generación de recursos económicos de emergencia, como es el caso de los cerdos, conejos, aves de corral entre otros (Losada, 1998).

Fuera de América Latina, la crianza de cuyes se ha promovido en África mediante un programa para disminuir la hambruna (FAO, 1999). En México el cuyo solo se ha introducido como animal de compañía (mascota), sin embargo representa una opción para su explotación como animal proveedor de carne para consumo, generando así proteína de buena calidad a bajo costo y recursos económicos (Zaldívar *et al.*, 1990).

1.2 Metodología

1.2.1 Caracterización de la producción de cuyo

Se realizaron visitas a los mercados de Mixihuca, Morelos y Sonora ubicados en la Ciudad de México, los días miércoles, viernes y sábado del mes mayo de 2012, para identificar a los productores de cuyos, mediante la actividad comercial. Posteriormente se les realizó la propuesta para participar dentro de esta investigación y así obtener la caracterización las unidades productivas.

Con los productores cooperantes, se realizaron visitas periódicas a los sistemas de producción, para la evaluación visual de las condiciones del traspatio y de las instalaciones. Posteriormente se aplicó un diagnóstico estático a cada productor para obtener información de los datos socioeconómicos, manejo de los animales, composición de la población, instalaciones, alimentación, sanidad, criterios de desecho, y la comercialización o consumo. La encuesta se integró de 52 preguntas, 43 fueron abiertas y 9 cerradas. (Anexo 1).

1.2.2 Reclutamiento de nuevos productores

Por medio de folletos y difusión electrónica (Facebook) se expuso el proyecto para que aquellas personas que no tenían experiencia en la crianza de esta especie, se integraran a las actividades de esta investigación, al recibir animales, jaulas y alimento. A los interesados en participar se les aplicó una encuesta de 19 preguntas para su caracterización socioeconómica y de experiencia en la crianza de animales de traspatio (Anexo 2).

En el mercado de Morelos, ubicado entre las calles de Imprenta y jardineros, colonia Morelos México D.F., se adquirieron 60 hembras y 10 machos raza Americano, los cuales se mantuvieron en observación durante 15 días, posteriormente se distribuyeron entre los interesados (10 personas) en incorporarse producción de cuyo. Este lote de animales fue distribuido para esta investigación de la siguiente manera: cada persona recibió 6 hembras y un macho de la raza Americano de seis meses de edad en promedio y peso de 700 g.

1.2.3 Transferencia de tecnología

Se instaló en cada uno de los domicilios una jaula doble de alambre galvanizado, de 120 X 80 cm con comedero y bebedero de metal. Los productores recibieron alimento balanceado y asesoría técnica durante un año. Fue necesario registrar los incidentes y actividades de la producción en bitácoras exclusivas para esta investigación, los datos fueron colectados quincenalmente por el asesor técnico. Al final del proceso de producción de cuyos (*Cavia porcellus*) se realizó

una encuesta para evaluar la adopción de tecnología y su impacto en la vida familiar.

1.2.4 Procesamiento de datos

Los datos obtenidos de las encuestas fueron recabados en una hoja del programa Microsoft Excel Professional Plus 2010 de los cuales se obtuvieron medidas de tendencia central: media, frecuencia y porcentaje.

1.3 Resultados y discusión

1.3.1 Caracterización de la producción de cuyo

Se trabajó con 12 productores y se observó que la producción de cuyo se desarrollaba en 6 municipios del Estado de México (Chimalhuacán, Ecatepec, Nezahualcóyotl, Texcoco y Tecámac) y 3 delegaciones del Distrito Federal (Iztapalapa, Tláhuac y Venustiano Carranza).

El nivel de escolaridad predominante de las familias productoras fue; para los padres y madres el de bachillerato, es importante mencionar que el 33 % de los productores cuenta con una licenciatura y estudios técnicos. En cuanto al tipo de tenencia de la tierra, el 90% de los productores dijo tener una propiedad privada, el resto rentada.

Los servicios de la vivienda que los propietarios reportaron en las delegaciones y municipios del área de estudio, fueron del 83 % tiene disponibilidad de electricidad, agua potable, pavimentación y teléfono. Sin embargo el 30 % de los productores no cuenta con internet.

El ingreso mensual que perciben los productores, el 16.6 % reporto contar con un ingreso de entre los 2000 y 3000 pesos, el 16.6 % entre los 3000 y 4000 pesos, el 8.3 % entre los 4000 y 5000 pesos y el resto más de 6000 pesos.

Las actividades principales de fuente de ingreso se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Actividades reportadas como principal fuente de ingreso por los productores de *Cavia porcellus* de la ZMVM.

Actividad	%
Hogar	8.3
Productor agropecuario	16.6
Empleado	16.6
Comerciante	33.3
Obrero	8.3
Estudiante	8.3
Jubilado	8.3

Se caracterizó la producción y se muestra en el cuadro 7. De acuerdo a los resultados de la encuesta el 16.6 % de los productores de cuyos, cuenta con una producción pequeña de traspatio, conformada por un macho reproductor y el eren de hembras. El 50 % tienen una producción mediana con aproximadamente 4 a 5 machos reproductores y el resto de hembras, y el 33.3 % tienen una producción grande de más de 40 animales. Se observó que los productores tienen aproximadamente de 6 a 8 hembras por macho. La variabilidad del tamaño de la producción se debió a la disponibilidad de espacio, tiempo y usos que los productores le dan a la especie. A pesar de que el cuyo es una especie que no requiere de mucho espacio para su crianza, es una limitante en la gran urbe como lo es la Ciudad de México.

Cuadro 7. Tipificación de la producción de *Cavia porcellus* en la ZMVM.

Tipificación de la producción	Núm. De animales
Pequeña (traspatio)	2 a 9
Mediana	10 a 39
Grande	>40

En los sistemas de producción de cuyos en la ZMVM, se identificó la variabilidad de tipos, entre los más comunes adquiridos en las tiendas de mascotas por su bello pelaje, además de ser mejor pagado es el Peruano y el Shelti, seguido por el de tipo Americano, que tiene una conformación muscular más voluminosa que el resto de los tipos de cuyos. Y por último el Texcel codiciado por su singular pelaje rizado, aunque es difícil conseguir cuyos con ese fenotipo (Cuadro 8).

Cuadro 8. Tipo de *Cavia porcellus* que componen el hato en la ZMVM

Tipo/ raza	%	Características
Americano	32.2	Pelaje pegado al cuerpo, mayor volumen muscular.
Shelti	27.8	Pelaje largo lacio, talla pequeña.
Peruano	33.6	Pelaje largo en forma de rosetas, talla pequeña.
Texcel	6.4	Pelaje rizado, talla pequeña.

Todos los productores usan algún método para la identificación de los animales, el 16.6 % usa el color, este tipo de identificación se observó en las producciones pequeñas es decir con no más de 10 animales, el 33.3 % identifica a los cuyos por medio del ordenamiento por modulo. Y el resto usa ambos métodos esto para tener un mayor control en las producciones grandes. Además de que en los tres tipos de producción se lleva el control en una bitácora.

En cuanto al manejo reproductivo, el criterio que usan los productores para realizar la primera cruce tanto en hembras como en machos es la edad, 60 % reporto cruzar a los 4 meses de edad y el resto a los 5 meses. Siempre y cuando el animal presente buena salud y un peso acorde a la edad, que es entre los 750 g para las hembras y 900 g para los machos.

El 100 % de productores realizar cruza durante todo el año, aprovechando el celo post-parto de las hembras. En las producciones pequeñas el macho permanece con la hembra, por lo que las hembras tienen hasta 5 partos año⁻¹, y es separado solo cuando presenta conducta agresiva ante las crías o hacia las hembras. En las producciones medianas y grandes el macho no permanece todo el tiempo con las hembras, lo que permite controlar los partos por hembra durante el año teniendo entre 3 y 4 partos.

El número de crías por parto reportadas es de 3 a 4 y los partos con mayor número de crías eventualmente muere una posterior al parto. Los cuidados que los productores dan a las crías enseguida del nacimiento son; piso seco, espacio, limpieza, y suficiente alimento y agua a la hembra reproductora.

El 40 % de los productores realiza el destete de las crías a los 10 días de edad y el resto a los 15 días. Los criterios que usan los productores para seleccionar a los hembras y machos reproductores son; fenotipo, prolificidad (camadas grandes) y carácter, un ejemplo de este último criterio es cuando a las hembras desarrollan lo que los productores llaman instinto maternal y no se comen a sus crías, y en los machos que no sean agresivos.

Los criterios que usan los productores para desechar a los animales son por edad, salud o comportamiento agresivo. El 16.6 % de los productores cuando los animales ya están viejos los sacrifica y los consume como alimento. El resto los entierra o los tira al carro recolector de basura.

Para el caso de la alimentación el 100 % de los productores reportaron proporcionar una dieta mixta es decir, 25 % de alimento peletizado para conejo, este lo consiguen en las forrajeras locales, y un 74 % de alfalfa y desperdicios orgánicos (cascaras de naranja, zanahoria, lechuga, cascaras de pepino, etc.). Estos desperdicios los productores los consiguen de la propia casa, en mercados y juguerías.

Las instalaciones donde los productores albergan a los suyos, son de materiales variados y combinados en la mayoría de los casos son materiales

recicladados. Cuadro 9. El 4 0% de los productores usa bebederos y comederos de metal (lámina galvanizada), el resto usa de plástico.

Cuadro 9. Materiales de las instalaciones.

Material	%
<i>Techo</i>	
Láminas de cartón	30
Láminas de plástico	20
Lamina de metal	10
Madera	0
Cemento	30
Sin techo	10
<i>Paredes</i>	
Ladrillos/cemento	80
Madera	0
Sin paredes	20
<i>Jaulas</i>	
Alambre galvanizado	100

Respecto a las prácticas de sanidad los productores reportaron, hacer limpiezas periódicas usando cloro y jabón, y observación de los animales, en producciones medianas y grandes se realizan etapas de cuarentena para los animales de nuevo ingreso a la producción. Además de baños de Negubon al menos una vez cada seis meses, esto para evitar o combatir hongos en la piel (tiña).

En cuanto al manejo de las excretas, el 80 % de los productores lo usa como abono para plantas y el resto lo tiran al camión recolector de basura. Además de que los productores dijeron no tener problemas con animales ajenos a la producción como las moscas y/o ratas, y tampoco con los olores que expiden los excrementos de los suyos.

El tiempo promedio que dedican los productores a la crianza de los cuyos es de 6 a 8 horas a la semana. De los productores encuestados el 30 % consume al cuyo como alimento, el resto dice no saber cocinarlo, pero estarían dispuestos a consumirlo.

1.3.2 Caracterización de los nuevos productores

Se analizó la información de 10 personas que aceptaron comenzar la producción de cuyos para este proyecto.

El nivel de escolaridad predominante de las familias productoras fue; para los padres y madres la secundaria. En cuanto al tipo de tenencia de la tierra, el 60 % de los productores dijo tener una propiedad privada, el resto rentada.

Los servicios de la vivienda que los propietarios reportaron en las delegaciones y municipios del área de estudio, fueron del 83 % tiene disponibilidad de electricidad, agua potable, pavimentación y teléfono. Sin embargo el 30 % de los productores no cuenta con internet. El número de familias por predio fue; el 50 % una familia, el 30 % dos familias y el 20 % cuatro familias. El número de integrantes por familia el 70 % es de dos a cuatro y el resto por más de cinco integrantes.

Las actividades principales de fuente de ingreso fueron empleado en alguna empresa 70 % y comerciante el resto. El ingreso mensual que perciben los productores, el 30 % reporto contar con un ingreso de entre los 500 y 300 pesos, el 30 % entre los 1000 y 3000 pesos, el 40 % entre los 3000 y 5000 pesos. La situación laboral de los productores cooperantes fue; el 20 % inactivo y el resto activo.

Las veces a la semana en que las familias cooperantes consumen carne son el 40% de una a dos veces, el 50 % de tres a cuatro veces y el 10 % más de cuatro veces a la semana. los tipos de carne que más consumen son; pollo seguido de la res y el cerdo.

El 100 % de los productores interesados mencionaron haber tenido animales de granja, entre los más comunes son las gallinas y pollos, cerdos, conejos, y en menor porcentaje borregos, cabras, vacas, caballos. Además de que los productores usan a sus animales para consumo principalmente y venta. El 60 % de los productores dijo conocer a la especie *Cavia porcellus*, el resto no la conoce o dijo confundirla con la especie vulgarmente conocida como hámster.

Las horas a la semana que los productores interesados estarían dispuestos a dedicarles al cuidado de los cuyos son: el 10 % menos de cinco horas, el 80 % de cinco a siete horas y el resto más de 10 horas.

Una pregunta fundamental en la encuesta fue si los productores estarían dispuestos a consumir la carne de cuyo y el 100% dijo que si.

1.3.3 Evaluación final de la transferencia tecnológica

De la encuesta final se obtuvieron los siguientes resultados; el 100% de los productores llegaron al final del proyecto. La opinión respecto al proyecto en general fue positiva, ya que se les hizo una nueva estrategia para generar ingresos económicos, sin embargo mencionaron que se les complicó cumplir con los objetivos del proyecto al momento de buscar clientes y lugares donde venderlos. Todos los productores coincidieron en considerar esta actividad redituable económicamente siempre y cuando la alimentación de los cuyos tenga mayor peso en los desechos de vegetales donde los costos de producción son muy bajos y en menor peso el alimento procesado.

En cuanto a la composición del hato de cuyos el 80% de los productores tiene dos machos sementales, el resto tres. En general se observó que tienen de seis a siete hembras por macho. En promedio tienen de ocho a doce cuyos en lactancia, y en etapa de engorde de tres a cuatro. Los productores identifican a sus animales principalmente por características físicas como el color del pelaje.

La primera monta se realizó, en las hembras a partir de los cuatro meses y en los machos a partir de los cinco meses. Se separa al macho de las hembras

solo si muestra una conducta agresiva con las crías o con las hembras lo separan, generalmente los productores dejaron al macho todo el tiempo con las hembras, como consecuencia se aprovecha el celo post-parto teniendo la posibilidad de que la hembra quede preñada nuevamente. Los productores no hicieron identificación de las hembras cuando estaban en celo. En promedio las hembras parieron de tres a cuatro gazapos teniendo de dos a tres partos durante los doce meses de monitoreo del proyecto. Teniendo casi nula mortalidad antes y después del destete. Los gazapos pesaron en promedio al nacer de 90.7 ± 16.3 g. y el peso al destete promedio 175.6 ± 19.7 g, estos valores son menores a los reportados por otros autores con pesos de 130.28 ± 12.73 g y 259.69 ± 14.46 g (Apráz-Guerrero, 2009); 146.9 ± 33.5 g y 310.9 ± 96.3 g (Rodríguez *et al.* 2013) y 117 y 108 g, respectivamente (Muscarì *et al.*, 1986).

El peso de las crías está en relación directa con el tamaño o número de camada, así como de genotipo. Camadas de 1 a 2 individuos pueden alcanzar hasta 120 g de peso cada uno, mientras que en camadas de 4 a 6 individuos, sus pesos pueden llegar solamente entre 50 a 80 g (Solari, 2010). Los cuidados que los productores dieron a las crías enseguida de nacer fueron un piso en la jaula además de meter alguna tela para mantener a las crías calientes, cubrir la jaula a los costados para minimizar la entrada de viento.

Los productores utilizaron el tamaño y signos de buena salud para seleccionar a los cuyos reproductores (vientres y sementales). Los criterios que usan los productores para desechar a los animales son por edad, salud o comportamiento agresivo. En cuanto a la alimentación a todos los cuyos usados para este proyecto se suministró una dieta mixta con un 70 % de forraje de desperdicios orgánicos como, cascara de naranja, lechuga, jitomates, alfalfa, zanahoria, entre otros todos estos provenientes de mercados, juguería y de la misma casa, el 30% restante de la alimentación fue en base a alimento concentrado.

Durante el desarrollo de este trabajo se realizó un estudio de costos de producción, el cual fue \$22.50 pesos MN, en la etapa de destete, se cotizaron los

precios en diferentes mercados y tiendas de mascotas y acuarios de la ZMVM donde se venden en un promedio de \$40 a 50 pesos MN cada uno. Por lo cual esta actividad puede ser una opción para obtener recursos económicos.

Respecto a las prácticas de sanidad los productores reportaron, hacer limpiezas periódicas usando cloro y jabón, y observación de los animales, además de baños de Negubon al menos una vez cada seis meses, esto para evitar o combatir hongos en la piel (tiña).

En cuanto al manejo de las excretas el 100 % de los productores lo usa como abono para plantas. Además de que los productores dijeron no tener problemas con animales ajenos a la producción como las moscas y/o ratas, y tampoco con los olores que expiden los excrementos de los cuyos.

El tiempo promedio que dedican los productores a la crianza de los cuyos es de 6 a 8 horas a la semana. Repartiéndose las labores entre los integrantes de la familia.

1.4 Conclusiones

A través del tiempo la ciudad de México se ha transformado en una megalópolis que absorbió a los municipios conurbados de los diferentes estados. Este proceso de cambio ha traído consigo la búsqueda e implementación de nuevas formas de producción, adaptándose a la disponibilidad de espacios y costumbres de los nuevos vecinos, y al mismo tiempo aprovechar las facilidades de la gran ciudad adaptando modelos novedosos de producción a las nuevas condiciones. Es por eso que se puede concluir que bajo estas condiciones es posible incluir a la especie *Cavia porcellus*, como recurso biótico generador de proteína y recursos económicos debido a sus características.

1.5 Literatura citada

- Apráez-Guerrero, J.E, Fernández-Pármó L, Hernández-González A. 2009. Evaluación del comportamiento reproductivo de cuyes (*Cavia porcellus*) alojados en jaulas y pozas. Vet. Zootec. 3(1): 25-31.
- Chauca, L. F. 1999. V Curso y V Congreso Latinoamericano de Cuyicultura. Importancia de la crianza de cuyes en Latinoamérica y Sistemas de Producción, Venezuela, 5 p.
- CONEVAL 2012. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Informe de pobreza en México, ISBN 978-607-95986-8-6
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). 2010. Dimensiones de la seguridad alimentaria: Evaluación Estratégica de Nutrición y Abasto. México, DF.
- Escamilla H. I. y Santos C. C. 2012. La zona metropolitana del valle de México: transformación urbano-rural en la región centro de México. XII Coloquio Internacional de Geocrítica. Bogotá, Colombia.
- FAO 1999. La agricultura urbana y periurbana. 15º período de sesiones. Comité de Agricultura. Roma.
- INEGI 2010. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Censos generales de población y vivienda, México.
- Losada, H., H. Martínez, J. Vieyra, R. Pealing, R. Zavala and J. Cortés. 1998. Urban agriculture in the metropolitan zone of Mexico City: changes over time in urban, suburban and periurban areas. Environment and Urbanization. 10(2):37-54
- Muscari G. J. 1994. Mejoramiento por selección del cuy o cobayo peruano. Informe Programa de investigación en crianzas familiares. Proyecto cuyes del INIA. 45 p.

Rodríguez L. H., Palomino T. M., Hidalgo L. V., y Gutiérrez R. G. 2013. Efectos de factores fijos y al azar sobre el peso al nacimiento y al destete en cuyes de la costa central del Perú. Rev. Investig. Vet. Perú. (24)1: 16-24.

Solari G. 2010. Ficha Técnica de Crianza de cuyes. Soluciones Prácticas-ITDG. Lima, Perú

Zaldívar A. M. 1990. Informe Final Fase I Proyecto Sistemas de Producción de Cuyes. Convenio INIAA CIID. 96 p.

CAPÍTULO II. Aceptación y calidad de canal de la carne de cuyo (*Cavia porcellus*) en la zona Metropolitana del Valle de México.

Resumen

Se evaluó la aceptación carne de cuyo (*Cavia porcellus*) como una alternativa en la alimentación de la población en la Zona Metropolitana del Valle de México, mediante un análisis sensorial, con 43 panelistas no entrenados, utilizando metodología afectiva. También se determinó la textura (por el método de Warner-Bratzler y análisis de perfil de textura: TPA), pH y color. La distribución de frecuencias, mostró aceptación con un mayor número de valores positivos en la escala de nivel de agrado. El análisis de Fredman para la variable terneza indica diferencia significativa con $\alpha = 0.1$ entre la porción anterior y posterior de la canal, pero no para las otras variables medidas. La porción posterior de la canal obtuvo valores de dureza al corte de 23.00 ± 1.69 N; elasticidad de 12.1 ± 0.075 mm; cohesividad de 0.29 ± 0.038 ; índice de masticabilidad de 3.81 ± 0.433 N y pH de 5.6. En conclusión, la inclusión de la carne de cuyo como un alimento alternativo es factible.

Palabras clave: agricultura urbana, animales de traspatio, sensorial, hedónica, calidad de canal

Abstract

Acceptance the meat guinea pig (*Cavia porcellus*), as an alternative in the diet of the population in the Greater Mexico City was evaluated by a sensory analysis, with 43 untrained panelists, using affective methodology. Also was texture determined (by the method of Warner-Bratzler and texture profile analysis: TPA), pH and color. The frequency distribution, showing acceptance, with a greater number of positive values in the hedonic scale. The Fredman analysis for tenderness variable indicates significant difference with $\alpha = 0.1$ between the front quarter and hind quarter, but not for the other variables measured. The obtained values the hind quarter were resistance to cutting of 23.00 ± 1.69 N; elasticity of 12.1 ± 0.075 mm; cohesiveness of 0.29 ± 0.038 ; chewiness index of 3.81 ± 0.433 N and pH of 5.6. In conclusion, the inclusion of guinea pig meat as an alternative food is feasible

Keywords: urban agriculture, backyard animals, sensory, hedonic, channel quality

2.1. Introducción

Las experiencias en países de América Latina (altiplano central de la región Andina), Asia y África, donde se benefician por los requerimientos de inversión mínimos para la producción de carne a bajo costo y de alta calidad en los sistemas de producción de cría de cuyo (*Cavia porcellus*) para consumo, son precedente de su potencial como alimento. Pero una vez obtenida la producción, las preferencias y tradiciones de la población desempeñaran un papel importante, pues de ello dependerá en gran medida el éxito del consumo de la carne de *C. porcellus*.

La carne de cuyo tiene un porcentaje de grasa menor al 10%, con alto contenido de proteínas (20.3%) y bajo en contenido de colesterol (65 mg/100g) (Gil, 2007), lo cual es importante a considerar, ya que la grasa intramuscular es esencial para cocinar y mantener una buena calidad de carne al momento del consumo (Dransfield, 2008), debido a que la grasa estimula los receptores de secreción de saliva en el consumidor, por lo tanto, la carne con mayor contenido de grasa intramuscular tiende a ser más jugosa (Wood *et al.*, 2004). La proporción de ácidos grasos poli-insaturados y vitaminas liposolubles en los depósitos grasos, son determinantes en el sabor de la carne y dependen de la especie, raza, etapa fisiológica y dieta de los animales de los que provenga la carne. También, la dieta, edad, peso, depósitos específicos de grasa y actividad hormonal repercute en las características físico químicas de la carne, que intervienen en la percepción de los consumidores (Nürnberg *et al.*, 1998).

Concerniente a lo antes expuesto y teniendo en cuenta que en México no se ha reportado la crianza de *C. porcellus* con fines alimenticios, el presente estudio describió la calidad de la canal y evaluó la aceptabilidad de la carne de esta especie, mediante un análisis sensorial utilizando características organolépticas.

2.2 Metodología

2.2.1 Características de los animales

Durante el estudio en los sistemas de producción ubicados en la Zona Metropolitana de la ciudad de México se realizaron observaciones periódicas para seleccionar *C. porcellus* sin antecedentes de alguna enfermedad. Se utilizaron 15 machos (variedad americano), de 5 meses de vida y peso de 650-800 g. Fueron alimentados con una dieta mixta a base de desechos vegetales y concentrado comercial (30%).

Antes del sacrificio los *C. porcellus* fueron trasladados de los sistemas de producción al laboratorio del Área de Sistemas de producción Animal (ASPA) de la UAM-Iztapalapa, donde se mantuvieron en adaptación por 5 d, finalizado este período permanecieron 24 h en ayuno sin restricción de agua (modificado de Gallo *et al.*, 2001).

2.2.2 Sacrificio y evaluación de canales

El sacrificio se realizó en el bioterio de la UAM-Iztapalapa, mediante el protocolo modificado de Moreira *et al.* (2009), se introdujo a los *C. porcellus* a una cámara de gas (CO₂), durante 17 min, finalizado el tiempo se realizó un corte transversal en la vena yugular para desangrar, luego se desollaron, evisceraron. Las canales obtenidas se conservaron a 4 °C durante 24 h (Modificado de Rubio *et al.*, 2014).

Se registró el peso vivo, el peso de la canal caliente tras el sacrificio y de la canal fría, estos valores se utilizaron para estimar el rendimiento de canal caliente al relacionar el peso de la canal a la hora del sacrificio y el peso vivo del animal (24 h de ayuno previo a la toma de peso), así como el rendimiento de la canal fría, al relacionar el peso de la canal refrigerada por 24 h a 4°C y el peso al sacrificio (Frías *et al.*, 2011).

2.2.3 Prueba sensorial: Nivel de agrado de la carne asada parte anterior y posterior.

2.2.3.1 Preparación de muestras de carne de *Cavia porcellus* para el análisis sensorial

Se utilizaron 5 canales de *C. porcellus*, almacenadas a -4 °C, por 7 días (Rodbotten *et al.*, 2004), se realizó un proceso de descongelación lento a 4 °C durante 24 h (Font *et al.*, 2006; Pittroff *et al.*, 2006). Se separó la parte anterior y posterior de la canal, tomando como referencia la última unión de la costilla con la columna vertebral y se retiró la grasa de cobertura y el tejido conectivo. Las muestras se asaron en una parrilla eléctrica con una platina antiadherente a 90°C durante 12 minutos (6 min por cada lado), sin utilizar condimentos.

2.2.3.2 Nivel de agrado de la carne asada parte anterior y posterior.

La prueba de análisis sensorial se realizó con 43 jueces no entrenados (Moskowitz, 1994) que desconocían el origen de la carne, los cuales se presentaron voluntariamente en respuesta a una invitación, con un rango de edad de entre 20 y 53 años, de ambos sexos.

A cada juez se le proporciono dos muestras previamente identificadas. Los cortes ofrecidos tuvieron un peso de 30 g (Brannan, 2009). Se empleó agua como agente limpiador del sabor (Peachey *et al.*, 2002). Cada juez evaluó una porción de la parte anterior y una de la parte posterior, para determinar diferencia entre las muestras y su respectivo nivel de agrado.

Se empleó la metodología afectiva (Wittig de Penna, 2001; Clark *et al.*, 2009) con una escala estructurada de satisfacción hedónica verbal de 7 puntos (Cuadro 10) para las variables o atributos color, sabor, jugosidad, textura y apariencia.

Los resultados se analizaron en el programa estadístico NCSS V10.5, mediante una prueba Friedman de comparación de medianas (Corder y Foreman 2009).

Cuadro 10. Escala estructurada de satisfacción hedónica utilizada en la prueba sensorial.

Escala numérica	
3	Me agrada mucho
2	Me agrada medianamente
1	Me agrada
0	Ni me agrada ni me desagrada
-1	No me agrada
-2	Me desagrada medianamente
-3	Me desagrada mucho

2.2.4 Características físico químicas de la carne de *Cavia porcellus*.

2.2.4.1 Preparación de muestras de carne para el análisis físico químico

Se utilizaron muestras de la parte posterior (pierna) de *C. porcellus*, las cuales se mantuvieron a -20 °C por 14 días desde el sacrificio hasta la determinación de fuerza al corte. El descongelamiento se realizó según lo señalado por Font et al., (2006),

2.2.4.2 Determinación de Fuerza al corte (Fc)

Se analizó la fuerza al Corte de la carne mediante un texturómetro CT3 Brookfield (Middleboro, MA, USA) con una navaja Warner-Bratzler en muestras de carne de la parte posterior, las dimensiones de las muestra fueron de 3cm de largo por 1cm de ancho, la fibra muscular fue cortada con la navaja Warner-Bratzler en

posición transversal, obteniéndose los valores en gramos fuerza. Se realizó por duplicado un corte empleando una velocidad de cabezal de 2 mm s^{-1} y desplazamiento 30 mm.

2.2.4.3 Análisis de perfil de textura (TPA)

El perfil de textura fue determinado con un texturómetro TA.XT2i (CT3 Brookfield) bajo las siguientes condiciones: se cortaron cinco cubos por muestra de 1cm, cada cubo es colocado en la base del texturometro, donde se realizó una compresión al 75 % (2 cm) de deformación (estrés normal), a una velocidad del cabezal de 1 mm s^{-1} , con un tiempo de espera de 5 segundos entre las compresiones.

Para el análisis de textura se realizaron dos ciclos de compresión-descompresión para obtener el grafico de TPA (Análisis de Perfil de Textura); a partir del cual se obtuvieron los parámetros texturales de dureza (kg m s^{-2}), elasticidad (adimensional), cohesividad (adimensional), adhesividad ($\text{kg m}^2 \text{ s}^2$) y masticabilidad (kg).

2.2.4.4 Determinación de color

El color se evaluó utilizando un colorímetro Color Flex® EZ (HunterLab, Virginia, EUA). El tamaño de la muestra fue de 2 cm de grosor, la cual se envolvió en papel adherible transparente. Se calibro el colorímetro con los mosaicos blanco y negro, seleccionando una apertura de 2.5 cm, con ángulo de observación de 10° e iluminante D65. Se colocó la muestra en el vaso portamuestras (cubriendo completamente la superficie), se realizó la medición por cuadruplicado (rotando el vaso 90° en cada repetición). Se obtuvieron las coordenadas de L^* , componente rojo (a^*) y componente amarillo (b^*), así como las magnitudes Hue (tono) y Cromo (saturación) (AMSA, 1995).

2.2.4.5 Determinación de pH

Se determinó pH mediante la técnica modificada de Guerrero *et al.* (2002). Se colocaron en un vaso de licuadora 8 g de carne, 80 mL de agua destilada y procedió a

licuar por 1 min. Después con un embudo y una gasa se filtro la suspensión para eliminar tejido conectivo. Se midió el pH de este filtrado utilizando un potenciómetro HI 2550 (Hanna Instruments, México).

2.3 Resultados y discusión

2.3.1 Rendimiento de la canal de *Cavia porcellus*

La dieta suministrada a los *C. porcellus* utilizados en este estudio fue mixta, forraje y desperdicios vegetales (70%) y alimento procesado (30%) y se obtuvo un rendimiento de la canal 49.9 (cuadro 11), el cual es considerablemente menor comparado con Apráez (2008) quien obtuvo un rendimiento de la canal del 60% en *C. porcellus* alimentados con alfalfa.

Cuadro 11. Rendimiento de la canal de *Cavia porcellus*

Peso vivo (g)	Canal con vísceras, sin pelo (g)	canal sin vísceras (g)	Cabeza (g)	Patas y manos (g)	Canal caliente (g)	Canal frio (g)	Rendimiento canal (%)
655.7	612.9	439.6	94.7	8.3	336.0	326.0	49.9±8.9

2.3.2. Análisis sensorial: Preferencia de la parte anterior o posterior de la canal de *C. porcellus*

Esta prueba sensorial estima el placer producido por un estímulo dado, midiendo la preferencia de un producto nuevo, que en este caso, es la carne de *C. porcellus*. El hombre acepta un alimento dependiendo de las características y propiedades físico-químicas; todas estas propiedades se traducen en atributos sensoriales, los cuales influyen en la aceptación final. Los datos para cada nivel de aceptación se presentan en una gráfica de distribución de frecuencias (Figura 1), donde en términos generales

se observa que el producto fue bien aceptado por los jueces consumidores, lo anterior indicado por las mayores frecuencias en la escala hedónica, las cuales se presentan dentro de los niveles de aceptación “me agrada medianamente” y “me agrada mucho”, para las cuatro variables evaluadas.

En el cuadro 2 y figura 1 se muestran los resultados obtenidos en la evaluación del nivel de agrado de la carne de *C. porcellus*, utilizando una escala estructurada hedónica (Cuadro 10) de siete puntos; para el atributo apariencia la parte anterior obtuvo una mediana de 1 (nivel de aceptación: me agrada) y un valor de 2 (nivel de aceptación: me agrada medianamente) para la parte posterior de la canal; sin embargo, el análisis estadístico no indica diferencia significativa entre las muestras con $\alpha = 0.1$.

Respecto a los atributos de olor, sabor y jugosidad las medianas obtenidas en ambas muestras obtuvieron un valor de 2, es decir “me agrada medianamente” y en el análisis estadístico, no se encontró diferencia significativa entre las muestras para estos atributos con un nivel de significación de 0.1 (Cuadro 11). El valor de la mediana de la variable terniza fue de 2, en ambas muestras; a pesar de esto el análisis de Fredman indica diferencia significativa entre las muestras, esto puede estar determinado por el valor de los rangos (Cuadro 11).

Las variables terniza con un valor de P 0.083265 y la jugosidad con P 0.12355, (valores significación menores) están relacionadas principalmente por la cantidad de agua que permanece en la carne después de la cocción, la cual es influida por los componentes de las muestras, esto en relación a la cantidad de grasa y tejido conectivo. Además que el tiempo de cocción en este estudio para ambas muestras fue igual (12 min), lo que produjo una mayor deshidratación de la parte anterior al poseer una menor masa cárnica. A pesar de que el método de sacrificio realizado permite un proceso de maduración adecuado de la carne de *C. porcellus*, para obtener una carne suave y jugosa (retención de humedad).

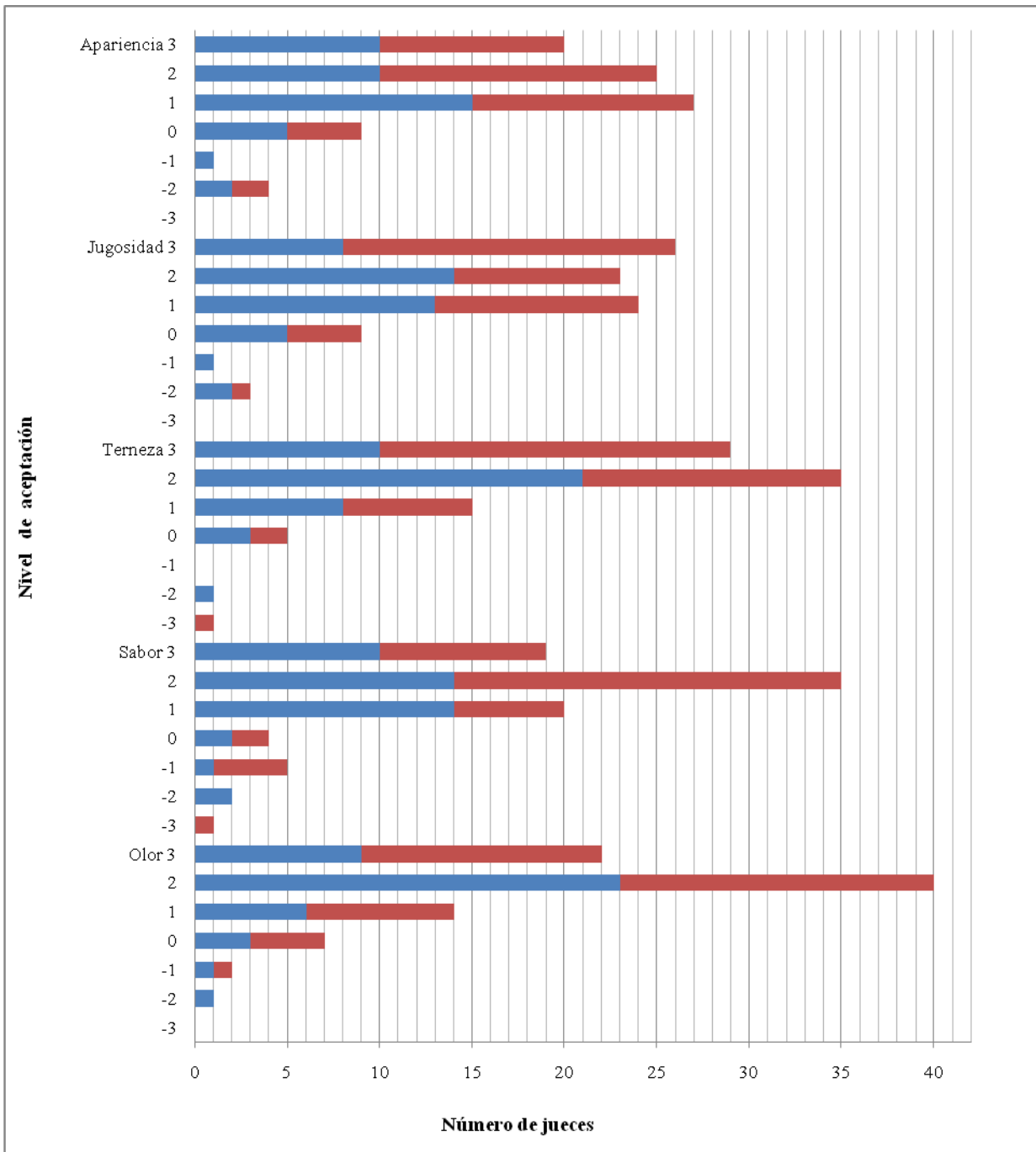


Figura 1. Frecuencia del nivel de agrado para la carne de *Cavia porcellus*, mediante una escala hedónica de aceptación de 7 puntos: (-3) Me desagrada mucho, (-2) Me desagrada medianamente, (-1) No me agrada, (0) Ni me agrada ni me desagrada, (1) Me agrada, (2) Me agrada medianamente y (3) Me agrada mucho. n=43 jueces. Con diferentes partes de la canal: anterior ◆ y posterior ■.

Cuadro 12. Comparación de las medianas de las puntuaciones adjudicadas en función de la preferencia para diferentes partes de la canal de *Cavia porcellus* anterior y posterior, mediante una escala hedónica de 7 puntos: (-3) Me desagrada mucho, (-2) Me desagrada medianamente, (-1) No me agrada, (0) Ni me agrada ni me desagrada, (1) Me agrada, (2) Me agrada medianamente y (3) Me agrada mucho. n=43

Atributo		Parte de la canal		Significancia
		Anterior	Posterior	
				0.275234
Apariencia	Mediana	1	2	
	Rango	1.44186	1.55814	
				0.852684
Olor	Mediana	2	2	
	Rango	2.3	2.033333	
				0.577469
Sabor	Mediana	2	2	
	Rango	1.465116	1.534884	
				0.083265
Terneza	Mediana	2	2	
	Rango	1.345349	1.60461	
				0.12355
Jugosidad	Mediana	2	2	
	Rango	1.348837	1.651163	

2.3.3 Análisis de las características físico químicas de la carne de *Cavia porcellus*.

Al no existir diferencia significativa entre la parte anterior y posterior de la canal para la mayoría de las variables, se determinó utilizar solamente la sección posterior de la canal.

2.3.3.1 Resistencia al corte con navaja Warner-Bratzler (WB)

Los resultados de acuerdo a este método de fuerza al corte aplicado a la carne de *Cavia porcellus* fue de 23.00 N \pm 1.69. Este dato se refiere a la fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares o entre la lengua y el paladar, el cual es menor con respecto al reportado para cuarto delantero de toretes (FC \leq 40 N) señalado como valores típicos de carne suave cocinada (Rubio *et al.*, 2014).

2.3.3.2 Análisis de Perfil de Textura (TPA)

Análisis de Perfil de Textura (TPA), este método imita el proceso de masticación simulando el esfuerzo de la mandíbula al morder, y permite obtener algunos descriptores como adhesividad, cohesividad, dureza, elasticidad y masticación. En esta investigación donde se sometió a la carne de *C. porcellus* al análisis de TPA los resultados se presentan en el cuadro 13.

Cuadro 13. Análisis de Perfil de Textura en carne de *Cavia porcellus*

Parámetros	Promedio
Dureza ^a (N)	22.28 \pm 3.86
Elasticidad (mm)	12.1 \pm 0.075
Cohesividad	0.29 \pm 0.038
Índice de masticabilidad ^a (N)	3.81 \pm 0.433

^a N: Newtons (kg m s⁻²)

En relación a las variables de textura evaluadas a través del TPA, no se encontraron referencias bibliográficas de esta carne.

2.3.3.3 Color y pH

El pH de la carne es un indicador de calidad que puede afectar sus propiedades físico-químicas (Adegoke y Falade, 2005). Los resultados de esta investigación concuerdan a lo reportado por Forrest *et al.* (1979) para carne de bovino (5.3 – 5.7), ya que el pH en la carne de *C. porcellus* (machos) obtenido fue de 5.6 \pm 0.04,

utilizando el método de sacrificio por asfixia con CO₂. A pesar de esto el pH depende también de la especie del animal y las condiciones ante-mortem (Wulf *et al.*, 2002).

Mota-Rojas *et al.* (2012), reportan en *C. porcellus* sacrificados por el método de desnucamiento un valor de pH 5,95 ± 0,01 en hembras y de 12 ± 0,09 en machos; por el método de insensibilización eléctrica un pH de 6,22 ± 0,10 para hembras y 6,07 ± 0,09 para machos, también señalan que el valor de pH en la carne de *Cavia porcellus* disminuye en función del sexo, manejo y de la cantidad de glucógeno en el músculo. Asimismo, Pearson (1994) menciona que el descenso del pH muscular depende fundamentalmente del la cantidad de glucógeno presente en el tejido muscular durante el proceso de aturdimiento.

Con relación el color las determinaciones de luminosidad, índice de rojo y amarillo fueron utilizados para obtener los valores de saturación y tonalidad (Cuadro 14) mediante las expresiones matemáticas 1 y 2 (Hunter y Harold, 1987).

$$\text{Saturación} = [(a^*2 + b^*2) 1/2] \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Tonalidad} = [\arctang (b^* /a^*) \times 57,29] \dots\dots\dots (2)$$

Cuadro 14. Valores medios de los parámetros instrumentales obtenidos para color

Parámetros	Promedio
pH	5.6 ± 0,10
L*: luminosidad.	1.91± 0.14
a*: índice de rojo	0.545 ± 0.08
b*: índice de amarillo.	0.523 ± 0.05
Tonalidad	81.766
Saturación	4.272

2.4 Conclusión

En la parte anterior y posterior de la canal de *Cavia porcellus* no hubo diferencia en las variables (atributos) de apariencia, ternura, sabor, olor, la única diferencia fue en jugosidad. Los jueces no entrenados y que no sabían qué tipo de carne se estaba evaluando, la calificaron con valores positivos de agrado en la escala hedónica lo que refleja aceptación.

La relación hombre-alimento que determina la aceptación de un alimento es un proceso complejo y dinámico; depende de varios factores y cambia de un grupo social a otro, también entre individuos dentro de un grupo e incluso puede ser inconstante para un mismo individuo; es decir, la respuesta humana es multidimensional. Dado lo anterior es necesario que se exploren grupos, individuos (potenciales consumidores), situaciones diversas y formas de presentación de la carne de *C. porcellus*, para consolidar lo que en este estudio, en principio considera a la carne de *C. porcellus* una opción viable y alternativo para implementarlo como alimento en zonas distintas a su lugar de origen.

Las características físico-químicas de la carne de *C. porcellus* demuestran la calidad, depende de varios factores que involucran el manejo integral de la especie.

2.5 Literatura citada

- Adegoke, G. O.; Falade, K. O. 2005. Quality of meat. *J. Food, Agric&Environm.* 3: 87-90.
- AMSA. 1995. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. American Meat Science Association
- Apraez J, Lissette F, Alejandro H. 2008. Efecto del empleo de forrajes y alimentos no convencionales sobre el comportamiento productivo, rendimiento en canal y calidad de la carne de cuyes (*Cavia porcellus*). *Vet. Zootec*, 2(2):29-34.
- Brannan R. G. 2009. Effect of grape seed extract on descriptive sensory analysis of ground chicken during refrigerated storage. *Meat Sci*, 81:589-595.
- Clark, S., Costello, M., Drake, M. y Bodyfelt, F.W. 2009. The sensory evaluation of dairy products. 2nd ed. New York, NY: Springer, 573 p.
- Corder, G. W. and Foreman, D. I. 2009. Nonparametric statistics for non-statisticians: a step-by-step approach. Hoboken (USA): Wiley, 247 p.
- Dransfield E. 2008. The taste of fat. *Meat Sci*, 80:37-42.
- Font M. R., Guerrero L., Sañudo C., Campo M. M., Olleta J. L., Oliver M. A., Cañeque V., Álvarez I., Díaz M. T., Branscheid W., Wicke M., Nute G. R. and Montossi F. 2006. Acceptability of lamb meat from different producing systems and ageing time to German, Spanish and British consumers. *Meat Sci*, 72:545-554.
- Forrest, J. C., Aberle E. D., Hedrich H. D., Hedrich M. D., Judge M. D., Merkel R. A. 1979. Fundamentos de ciencia de la carne. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 361 p.
- Frías, J. C.; Aranda, E. M.; Ramos, J. A.; Vázquez, C. y Díaz, P. 2011. Quality and yield in carcass of lambs in grazing supplemented with fermented sugar cane. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 15(3): 33-44.
- Gallo, C.; Espinosa, M.; Sanhueza, C.; Gasic, J. 2001. Effects of trailer transportation during 36 hours with and without rest, on the live weight and some carcass traits in bovines. *Arch. Med. Vet.* 33: 43-53.
- Gil V. S. 2007. Importancia del cuy y su competitividad en el mercado. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* Vol. 15 (Supl. 1)

- Guerrero I, Ponce E, Pérez M. L. 2002. Curso práctico de tecnología de carnes y pescado. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.
- Moreira R., Gecele P., Leyton G., Zuñiga Y V. 2009. Uso de distintas combinaciones de tiempo y concentración de dióxido de carbono en el aturdimiento de cerdos en faena. Boletín Veterinario Oficial. Vol. 10 No. II.
- Mota-Rojas D., Trujillo-Ortega, M. E., Becerril- Herrera M., Roldán-Santiago P. 2012. Efecto del método de sacrificio sobre variables críticas sanguíneas y consecuencias sobre la bioquímica de la carne de cobayo (*cavia porcellus*), Maracaibo, Venezuela pp. 51-58.
- Moskowitz, H. R. 1994. Product optimization: approaches and applications. In: Measurements of Food Preference H.J.H. Macfie, y D.M.H. Thomson, (eds.), Londres: Blackie Academic and Professional, pp. 97-136.
- Nürnberg K, Wegner J, y Ender K. 1998. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livestock Production Science*, 56:145-146.
- Peachey B. M, Purchas R. W and Duizer L. M. 2002. Relationships between sensory and objective measures of meat tenderness of beef m. longissimus thoracis from bulls and steers. *Meat Sci*, 60: 211-218.
- Pittroff W , Keisler D. H. and Blackburn H. D. 2006. Effects of a high-protein, low-energy diet in finishing lambs: 2. Weight change, organ mass, body composition, carcass traits, fatty acid composition of lean and adipose tissue, and taste panel evaluation. *Livest Sci*, 101:278-293.
- Pearson, A. M. 1994. La función muscular y los cambios postmortem. En: Prändl, O.; Fischer, A.; Schmidhofert, T.; Sinell, H. J. (Eds) *Tecnología e Higiene de la Carne*. Editorial Acribia, Zaragoza, España. Pp 98-111.
- Rubio L. M. S., Pérez B. E. V., Méndez M. R. D., Chávez G. A., Delgado S. E. J. 2014. La estrategia de congelación, descongelación y maduración mejora la suavidad de los músculos del cuarto delantero de toretes sin castrar de diferentes fenotipos. *Vet Mex*. Vol 1, No 1
- Rodbotten, M., Kubberod, E., Lea, P. and Ueland, O. 2004. A sensory map of the meat universe. Sensory profile of meat from 15 species. *Meat Science* 68, 137-144.

- Wittig de Penna R. E. E. 2001. Evaluación sensorial: una metodología actual para tecnología de alimentos. Chile: Talleres Gráficos USACH.
<http://www.captura.uchile.cl/handle/2250/5556>
- Wood J. D., Nute G. R., Richardson R. I., Whittington F. M., Southwood O., Plastow G., Mansbridge R., Da Costa N., Chang K. C. 2004. Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. *Meat Sci*, 67:651-667.
- Wulf, D.M., R.S. Emmett, J.M. Leheska and S.J. Moeller, 2002. Relationship among glycolytic potential, dark cutting (dark, firm and dry) beef, and cooked beef palatability. *Journal Animal Science* 80:1895-1903.

CAPÍTULO III. Evaluación de la aceptación de Carne de *Cavia porcellus* (cuyo) preparada en cuatro recetas con ingredientes usados en México.

Resumen

El presente estudio evaluó la aceptación de la carne de cuyo (*Cavia porcellus*) como recurso biótico alimenticio en la Zona Metropolitana del Valle de México. Se realizó un análisis sensorial, con 40 jueces no entrenados de la Universidad Autónoma Metropolitana de la Ciudad de México, con un rango de edad de 21 a 65 años, de ambos sexos. Fueron evaluadas cuatro recetas con ingredientes de uso común en México, mediante una prueba de aceptabilidad con una escala estructurada de satisfacción hedónica, los atributos considerados fueron la apariencia, olor, sabor, ternura y jugosidad. Los resultados se analizaron estadísticamente con la prueba Friedman se encontró que en olor no hubo diferencia significativa ($\alpha=0.1$) y la prueba de Kendall indica un valor de significancia de 0.116, lo que muestra que entre los jueces no existió homogeneidad, para determinar el platillo con mejor apariencia, sabor, ternura y jugosidad. Se concluyó que es viable la utilización de la carne de cuyo como alimento, ya que es aceptada en recetas culinarias.

Palabras clave: aceptación, atributos, características organolépticas, hedónicos.

Abstract

This study assessed the acceptance of meat the *Cavia porcellus*, as biotic food resource in the Metropolitan Area of the Valley of Mexico. Was made sensory analysis, with 40 untrained judges of the Autonomous Metropolitan University in Mexico City, with an age range of 21-65 years, of both sexes. They evaluated four recipes with ingredients commonly used in Mexico, using the test of acceptability with a structured hedonic satisfaction scale, the considered attributes were the appearance, odor, flavor, tenderness and juiciness. The results were statistically analyzed using Friedman statistical test, found that odor was no significant difference ($\alpha=0.1$) and Kendall test indicates a significance value of 0.116, which shows that among the judges there was no uniformity, to determine the saucer with better appearance, flavor, tenderness and juiciness. We conclude that it is feasible the use of guinea pig meat for food, as it is accepted in cooking recipes.

Keywords: acceptance, attributes, organoleptic, hedonic.

3.1 Introducción

La mayoría de informes de investigación de cuyo (*Cavia porcellus*) se centran en la función de este como especímenes de laboratorio. Por tanto, su contribución a la producción de alimentos (producción, comercialización y consumo) se ha subestimado; a pesar que la carne de *C. porcellus* tiene un alto valor nutritivo (20,3% de proteína y 7,8% de lípidos) con respecto a la carne de bovino (17.5% de proteína y 21,8% de lípidos) y porcino (14.5% de proteína y 37.3% de lípidos) (FAO, 1982 y Morales, 1994).

Las investigaciones realizadas en el Perú y los países Andinos sirven de marco de referencia para considerar a esta especie como productora de carne; además de que *C. porcellus* es utilizado tradicionalmente en la alimentación de los habitantes de esta región; criado bajo un sistema familiar es de bajo costo de producción y ocasionalmente mediante la comercialización proporciona liquidez a los pequeños productores rurales y urbanos (Zaldívar, 1995). Lo anterior justifica porque la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en programas para mitigar la pobreza y la desnutrición, sugiera la cría de *C. porcellus* para producir alimento de alto valor nutricional que contribuya a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos (Chauca, 1999).

En México, no se ha reportado la crianza de *C. porcellus* con fines alimenticios. Sin embargo las experiencias de otros países al aprovechar las bondades de esta especie permiten plantear la crianza para consumo, la cual debe de ser evaluada y considerada como paliativo a la pobreza alimentaria en los países en vías de desarrollo, considerando la adaptación a costumbres y preferencias de población. La carne de *C. porcellus* con el valor nutricional reportado debe franquear fronteras, el presente estudio tiene como propuesta al cuyo como un recurso biótico alimenticio y evaluó el grado de aceptación mediante la escala afectiva hedónica, en un análisis sensorial de la carne de cuyo en diferentes métodos culinarios y recetas con ingredientes usados en México.

3.2 Metodología

3.2.1 Características de los animales

Se utilizaron quince *C. porcellus* machos (variedad Americano), de 5 meses de vida y de 650-800 g de peso vivo, fueron alimentados con una dieta mixta (desechos vegetales, 70% y concentrado comercial para conejos, 30%). Durante el estudio se realizaron observaciones periódicas en los sistemas de producción ubicados en la Zona Metropolitana de la ciudad de México, para seleccionar animales sin antecedentes de alguna enfermedad.

Los animales seleccionados fueron trasladados de los sistemas de producción, al laboratorio del Área de Sistemas de producción Animal (ASPA) de la UAM-Iztapalapa, donde se mantuvieron en adaptación por un período de 5 d, finalizado este permanecieron 24 h en ayuno, durante este tiempo solo se les proporcionó agua ad libitum (modificado de Gallo *et al.*, 2001).

3.2.2 Sacrificio

El sacrificio se realizó en el bioterio ubicado en la UAM-Iztapalapa, mediante el protocolo modificado de Moreira *et al.* (2009), se introdujo a los suyos a la cámara de gas (CO₂), durante 17 min., finalizado el tiempo se realizó un corte transversal en la vena yugular para desangrar. Posterior a la exsanguinación, las canales fueron colgadas en posición caudo-craneal para realizar el faenado (desollar, eviscerar); estas se conservaron a 4 °C durante 24 h (Modificado de Rubio *et al.*, 2014). Posteriormente se colocaron a -20 °C por 8 días (Rodbotten, 2004), en el laboratorio del Área de Sistemas de producción Animal (ASPA), de la misma universidad.

3.2.3 Análisis sensorial I. Determinación de los tiempos óptimos de cocción.

La preparación de las muestras para análisis sensorial se realizó en función de variables de los métodos culinarios que se utilizaron ya que la temperatura y tiempo de cocción, además del sistema de conservación determina diferencias significativas y alta variabilidad en el proceso de apreciación (Peachey, 2002).

3.2.3.1 Preparación de las muestras

Se efectuó el protocolo de descongelación lento por un periodo de 24 a 48 h hasta la obtención de una temperatura interna de 5 °C (Font, 2006; Pittroff, 2006); además el corte del músculo, cocción, atemperado, almacenado y presentación a los catadores se realizó según lo señalado por AMSA (1995). Las muestras presentadas a los jueces fueron sin tejido conectivo y se retiró la grasa de cobertura, de dimensiones de 1x1x3 cm³ (Hoffman, 2008), y peso de 30 g (Brannan, 2009).

Se realizaron dos sistemas de cocción o técnicas culinarias (Parrilla e inmersión) a diferentes tiempos. En cada una de las técnicas se obtuvo una temperatura interna de 75 °C (en el centro geométrico) (AMSA, 1995; Font, 2006; Brannan, 2009) (Cuadro 15). También para asegurar una distribución homogénea de la temperatura, se realizó precalentamientos escalonados (McKenna, 2003), hasta que se alcanzaron 75°C (Rodbotten, 2004).

Cuadro 15. Determinación del tipo de técnicas culinarias y tiempos de cocción.

Técnicas culinarias	Tiempos de cocción
Parrilla (160 °C)	2, 3 y 4 min
Inmersión (94 °C)	10, 15 y 20 min

3.2.3.2 Análisis sensorial de la carne de *Cavia porcellus*

La prueba de análisis sensorial se realizó con 20 jueces no entrenados de Liceo Universidad Pedro de Gante, Texcoco, Estado de México; de ambos sexos, estudiantes de la licenciatura en Gastronomía, el rango de edad fue de 21 a 25 años. A cada juez se le suministró los dos sistemas de cocción a distintos tiempos y sin utilizar condimentos. Se utilizó agua como agente limpiador del sabor (Peachey, 2002).

Se empleó la metodología afectiva (Wittig, 2001; Clark *et al.*, 2009) con una escala estructurada de satisfacción hedónica verbal de 4 puntos (Escala numérica de definición de las características de la carne de cuyo: Desagradable: -2; Poco

Agradable: -1; Agradable: 1; Muy Agradable: 2), y mediante las siguientes preguntas se evaluó características como: ¿Qué tanto le gusta el aroma?, ¿Qué tanto le gusta el sabor?, ¿Qué tanto le gusta la consistencia (Blanda y jugosa)?, ¿Qué tanto le gusta el producto en general?. El análisis estadístico se realizó en el programa NCSS V10.5, mediante una prueba Friedman de comparación de medianas (Corder y Foreman 2009).

3.2.4 Análisis sensorial II. Evaluación de la propuesta gastronómica de recetas culinarias con carne de *Cavia porcellus*

Las recetas se realizaron con fundamento a la prueba del análisis sensorial I, para conocer los tiempos de cocción a usar en cada técnica culinaria. Se elaboraron recetas culinarias adaptadas a las costumbres mexicanas con carne de *C. porcellus*. Estas dependieron del conocimiento previo de estudiantes de la licenciatura en Gastronomía de Liceo Universidad Pedro de Gante, Texcoco, Estado de México.

3.2.4.1 Estandarización de recetas elaboradas con carne de *Cavia porcellus*

Los ingredientes se cuantificaron y los procedimientos mantuvieron una secuencia lógica. Además, de la descripción de los procedimientos y tiempos. Todas las recetas se reprodujeron tantas veces como fue necesario, hasta la obtención de resultados satisfactorios (Sedo, 2000).

3.2.4.2 Propuesta gastronómica de recetas culinarias con carne de *Cavia porcellus*

Cuyo con crema de champiñones

Se calentó un recipiente con 15 g de grasa de oca, se agregó el cuyo para freír por ambos lados (20 min), posteriormente se retiró del fuego y se reservó la carne de cuyo en otro recipiente. En el mismo recipiente se sofríe 20 g de cebolla cortada en brunoise y 5 g de ajo evitando que se quemem, se adiciona 30 g de hongos portobello, 30 g de hongos girgolas y 30 g de setas (limpios y en trozos), cocinando durante 5 min y se añadió ¼ L de fondo de ave. Posteriormente se adiciono 1L de crema para batir hasta que nuevamente llegó al punto de ebullición, Se agregó a la

preparación 90 g de champiñones blancos y se dejó a ebullición durante 20 min (fuego medio) Se rectificó el punto de sal y pimienta. Se presentó en un plato ¼ de cuyo y bañado con la salsa de champiñones, decorado con verduras frescas y nuez caramelizada.

Cuyo a las brasas

Se desvenaron y asaron 50 g chile guajillo y 10 g de chile de árbol y posteriormente se sumergieron en agua hirviendo por 10 min. Se licuaron los chiles, 5 g de ajo, 100 g de cebolla, 2 g de clavos, 2 g de pimienta, 2 g de comino, 15 g de sal y 50 mL de vinagre. Una vez que se molió hasta obtener una salsa espesa se tamizo y se procedió a marinar en esta mezcla 600 g de carne de cuyo durante 12 horas. Posteriormente se colocó a las brasas la carne de cuyo 5 min por ambos lados. Se presentó acompañado de nopales asados (400 g) y rodajas de queso manchego (80 g).

Cuyo adobado agridulce

En un recipiente se colocaron 600 g de carne de cuyo, 2 L de agua con 15 g de sal, 1 g de clavo, 5 g de ajo y una ramita de tomillo. Esta mezcla se mantuvo en ebullición por 30 min. La carne se reservó. Se desvenaron 50 g de chile ancho, 60 g de chile guajillo y se asaron en un comal. Posteriormente se sumergieron en agua hirviendo por 10 min. Se licuaron los chiles con 1 g de orégano, 1 g de comino, 1 g de pimienta, 100 g de cebolla asada, 50 mL de vinagre y 200 mL de caldo (proveniente de la cocción de la carne). Una vez que se molió adecuadamente se tamizo y se procedió a freír con 10 mL de aceite y se dejó cocinar el adobo a fuego lento hasta obtener una consistencia de mole. Se incorporó la carne de cuyo y se dejó en ebullición por 10 min. Se presentó decorado con 100 g de duraznos en almíbar.

Mole amarillito con cuyo

Se colocó en ebullición 600 g de carne de cuyo por 40 min en 2 L de agua, adicionando 40 g de cebolla, 40 g de apio, 5 g de poro, 5 g de zanahoria y sal. Se

blanquearon 100 g de Calabaza italiana (cortada en juliana) en el caldo y 100 g de chicharos (reservar). En otro recipiente con tapa se colocaron 50 g de chile chilhuacle amarillo con 1/2 L de agua, se dejaron a ebullición a fuego medio por 10 min, posteriormente se retiraron del fuego y se desecho el líquido. Los chiles se colocaron nuevamente en 300 mL de agua junto con 160 g de tomates, 90 g de jitomates. Se dejaron a ebullición a fuego medio por 15 min, pasado este tiempo se retiraron del fuego y se dejó enfriar a temperatura ambiente.

Se licuaron los chiles, tomates y jitomates con 2 piezas de pimienta, 1 pieza de clavo, 1 pieza de ajo, 1/2 pieza de cebolla, 1 pieza de hoja santa y 15 g Ajonjolí tostado. En un recipiente a fuego medio se colocaron 20 mL de aceite por 2 min, se vertió la mezcla licuada y se cocinó por 5 min, luego se añadió 300 mL de caldo y se dejó cocinar por 40 min (fuego lento), para posteriormente incorporar bolitas de masa (se mezclaron 100 g de masa de maíz con sal, luego se hicieron pequeñas bolitas). Finalmente se rectificó punto de sal y se retiró del fuego. Se presentó la carne de cuyo con mole amarillito, decorado con verduras.

3.2.4.3 *Análisis sensorial de cuatro recetas culinarias utilizando carne de *Cavia porcellus*.*

Se realizó un análisis sensorial, con 40 jueces no entrenados de la Universidad Autónoma Metropolitana de la Ciudad de México, con un rango de edad de 21 a 65 años, de ambos sexos. A cada juez se le suministró cuatro platillos elaborados con ingredientes de uso común en México y como agente limpiador del sabor se proporciono agua (Peachey, 2002). Se evaluó cada receta mediante la metodología afectiva (Wittig, 2001; Clark *et al.*, 2009) con una escala estructurada de satisfacción hedónica verbal de 7 puntos (Me desagrada mucho: -3; Me desagrada medianamente: -2; Me desagrada: -1; Ni me desagrada ni me agrada: 0; Me agrada: 1; Me agrada medianamente: 2; Me agrada mucho: 2). Los resultados se analizaron por medio de una prueba estadística de Friedman de comparación de medianas para después si se encontraban diferencias se aplicó una prueba de Kendall para determinar el grado de acuerdo entre varios jueces (coeficiente de concordancia) (Sugri *et al.*, 2012).

3.3 Resultados y discusión

3.3.1 Análisis sensorial I. Determinación de los tiempos óptimos de cocción.

El proceso de apreciación mediante la prueba sensorial para determinar las variables de cocción en carne de cuy, indican que al comparar los tiempos de ebullición de 10, 15 y 20 min, se identifican diferencias cuando se califican los atributos sensoriales olor, sabor, ternura y jugosidad con la escala de satisfacción hedónica a cuatro puntos.

En la prueba sensorial que califica a los diferentes variables con respecto al nivel de agrado de los tiempos de ebullición de carne de cuy, en los atributos sabor, olor y jugosidad se obtuvo un valor de la mediana de 1 (se transcriben en la escala hedónica el nivel Agradable) y en ternura un valor de la mediana de 2 (Muy agradable). Debido a lo anterior se determinó que los tiempos de cocción deberían ser mayores, al realizar las estandarizaciones se partió de este parámetro, cuidando que los atributos sensoriales no se modificaran de manera significativa.

Para los atributos olor y sabor del método culinario de cocción ebullición los resultados del análisis de Friedman (Cuadro 16) indican que no existen diferencias significativas con respecto al tiempo de ebullición con un valor de $p = 0.120479$ y $p = 0.209276$, pero en los atributos de ternura y jugosidad que están relacionados con el tiempo de cocción y son influidos de manera significativa por lo que el nivel de significancia encontrado es de $p = 0.008415$ y $p = 0.020891$.

Las variables de cocción en la carne de cuy, al comparar los tiempos de asado 2, 3, y 4 min, muestran diferencias cuando se califican los atributos sensoriales de olor, sabor y ternura con una escala de satisfacción hedónica.

Al calificar los atributos organolépticos en la prueba sensorial relacionados al nivel de agrado de los tiempos de asado de carne de *C. porcellus*, para los atributos sabor, olor y jugosidad se obtuvo un valor de la mediana de 1 (se transcriben en la escala hedónica en: Agradable) y en ternura un valor de la mediana de 2 (Muy

agradable). A pesar que las medianas se ubican en valores positivos se determinó 5 min para los tiempos de asado en las recetas que utilicen este método culinario.

Los análisis estadísticos de la prueba de Friedman (Cuadro 17) para los atributos olor y terneza y jugosidad del método culinario de cocción asado, muestran que no existen diferencias significativas con respecto los tiempos de este, pero en sabor hay diferencias significativas con $p = 0.020372$.

Cuadro 16. Comparación de las medianas de las puntuaciones adjudicadas en función de la preferencia para diferentes tiempos de ebullición de carne de *Cavia porcellus*, mediante una escala hedónica de 4 puntos: (-2) Desagradable, (-1) Poco agradable, (1) Agradable, (2) Muy agradable y $n=20$ jueces.

Atributo		Tiempos de ebullición (min)			Significancia
		10	15	20	
Olor	Mediana	1	1	1	0.120479
	Rango	2.3	1.666667	2.033333	
Sabor	Mediana	1	1	1	0.209276
	Rango	1.7	2.133333	2.166667	
Terneza	Mediana	1	2	2	0.008415
	Rango	1.566667	2.266667	2.166667	
Jugosidad	Mediana	1	1	1	0.020891
	Rango	1.533333	2.233333	2.233333	

Cuadro 17. Comparación de las medianas de las puntuaciones adjudicadas en función de la preferencia para diferentes tiempos de asado de carne de *Cavia porcellus*, mediante una escala hedónica de 4 puntos: (-2) Desagradable, (-1) Poco agradable, (1) Agradable, (2) Muy agradable y n=20 jueces.

Atributo		Tiempos de asado (min)			Significancia
		2	3	4	
					0.067063
Olor	Mediana	1	1	1	
	Rango	1.766667	1.8	2.433333	
					0.020372
Sabor	Mediana	1	1	1	
		1.533333	2.033333	2.433333	
					0.818731
Terneza	Mediana	2	1	1	
		2.033333	1.9	2.066667	
					0.392671
Jugosidad	Mediana	1	1	1	
		2.2	1.766667	2.033333	

3.3.2 Análisis sensorial II. Evaluación de la propuesta gastronómica de recetas culinarias con carne de *Cavia porcellus*.

Una vez que se consiguió con éxito la preparación, estandarización y descripción de los procedimientos para elaborar recetas culinarias con carne de *C. porcellus* (cuyo) se realizó la prueba sensorial que califica diferentes atributos con respecto al nivel de agrado de los platillos elaborados con este tipo de carne.

Los platillos obtuvieron medianas con valores de 2 y 3 que se transcriben en la escala hedónica en el nivel me agrada medianamente y me agrada mucho respectivamente. En la variable apariencia los platillos obtuvieron medianas de 2 a excepción del platillo de carne de cuyo en crema de champiñones que obtuvo un

valor de mediana de 3, el cuyo asado de acuerdo al valor de los rangos fue la que menos gusto en esta variable. Con respecto a la variable de olor todos los platillos obtuvieron un valor de medianas de 3. En cuanto a la variable de sabor los platillos cuyo asado y cuyo en crema de champiñones obtuvieron un valor de mediana de 3, el resto de los platillos obtuvieron un valor de mediana de 2. En la variable de ternura el platillo de cuyo en mole amarillito obtuvo un valor de mediana de 3 mientras que los otros platillos obtuvieron un valor de 2. Por último en la variable jugosidad la mediana para los cuatro platillos fue de dos.

La prueba de Friedman (Cuadro 18) para los atributo de apariencia, sabor, ternura y jugosidad indican diferencias significativa en al menos en una de las recetas presentadas a los jueces que califican mediante escala hedónica con un valor de p 0.004975, p 0.083047, p 0.000752 y p 0.025853 respectivamente, lo que refleja que a pesar de la aceptación los métodos culinarios usados influyen en el nivel de agrado para cada una de las recetas. Para olor no hay diferencias significativas.

Además, la prueba estadística de Kendall's proporciona un valor de significancia de 0.116, esto significa que entre los jueces no existió homogeneidad para determinar el platillo con mejor apariencia, sabor, ternura y jugosidad, cabe mencionar que todos los platillos obtuvieron opiniones variadas respecto a estos atributos.

A pesar del uso de diferentes técnicas culinarias para la elaboración de estos platillos el puntaje en la escala hedónica estructurada (bipolar) se encuentra en valores positivos, lo que indica que el consumidor está aceptando este tipo de carne en distintas presentaciones, aun cuando la de mayor aceptación es la receta del platillo de carne de cuyo en crema de champiñones.

Cuadro 18. Comparación de medianas y prueba de Friedman de los atributos apariencia, aroma, sabor, terneza y jugosidad, en una prueba hedónica de aceptación. Presentando la elaboración de diferentes platillos con carne de *Cavia porcellus*, a 40 jueces, con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$.

Variable		Platillo				Significancia
		Cuyo adobado con frutos	Mole amarillito con cuyo	Cuyo a las brasas	Cuyo en crema de champiñones	
Apariencia	Mediana	2	2	2	3	0.004975
	Rango	2.689189	2.54054	1.972973	2.797297	
Olor	Mediana	3	3	3	3	0.722994
	Rango	2.608108	2.567568	2.45946	2.364865	
Sabor	Mediana	2	2	3	3	0.083047
	Rango	2.189189	2.743243	2.418919	2.648649	
Terneza	Mediana	2	3	2	2	0.000752
	Rango	2.04054	3.067568	2.594594	2.297297	
Jugosidad	Mediana	2	2	2	2	0.025853
	Rango	2.256757	2.932432	2.554054	2.256757	

El método de sacrificio realizado nos permite obtener un buen proceso de maduración de la carne de cuyo, ya que los cambios metabólicos en este no se alteran, obteniendo una carne suave y jugosa (retención de humedad), aun cuando el método usado no es el reportado por Mota-Rojas (2012). Este indica que este el estrés es un factor importante en la calidad de la carne.

Las canales utilizadas para la elaboración de platillos con carne de cuyo fueron de machos sin castrar, en contraste a la metodología propuesta en este estudio; Apráez (2011), al evaluar el efecto del sexo y la castración estiman la preferencia observando que, de los 20 catadores, el 50% prefieren la carne de los cuyos castrados, el 30% la carne de las hembras y sólo el 20% la canal de los machos enteros. Con un estudio similar Aliaga, (1994), obtienen resultados equivalentes, en este mismo orden de preferencia, lo que sugiere que se debe de obtener canales con características de mayor aceptación.

Apráez, (2011) elaboró embutidos sustituyendo la carne de res o de soya texturizada, y obtuvo la mejor aceptación del producto en un 21,67%. Al realizar el análisis estadístico, se observó que hubo diferencias significativas para la categoría 'me gusta muchísimo', donde el mayor valor fue para el chorizo de cuyo.

Argote, (2009) mediante un modelo cuantitativo y muestreo probabilístico aleatorio, realizó la recolección de la información sobre la preferencia de la carne de cuyo en Colombia (San Juan de Pasta) encontrando que a pesar de que la carne que se consume especialmente por tradición es la carne de res, el 96% de la población encuestada ha consumido carne de cuyo, el restante 4% no lo hace porque no le gusta su sabor y apariencia. Por lo que la incorporación a la gastronomía mexicana de este tipo de alimento es viable ya que los resultados obtenidos en la escala hedónica para los diferentes platillos son calificados como: me agrada, me agrada medianamente y me agrada mucho.

En Colombia la carne de *C. porcellus* se consume en distintas presentaciones, la de mayor aceptación corresponde a la carne de cuyo ahumada y le siguen en su orden apanada y en croquetas (Argote, 2009), por lo que además de los procesos culinarios presentados en este estudio se pueden incluir otros.

3.4 Conclusión

Los atributos de apariencia, terneza, sabor, olor y jugosidad en las recetas presentadas a los jueces que califican positivamente en la escala hedónica, lo que refleja aceptación, a pesar de que no habían consumido carne de cuyo. Además, no se observó prejuicios al consumo de carne de cuyo, ya que al momento que se les convocó, tuvieron conocimiento del tipo de carne a utilizar en la prueba sensorial. Adicionado a esto, ambiente el que se llevo a cabo la prueba hedónica y las diferentes formas de elaboración y técnicas culinarias utilizadas favorecen la aceptación. A través del análisis sensorial se obtuvo información para la inserción de la carne de cuyo en el mercado gastronómico, pudiendo posicionarse como una carne llamativa para el consumidor.

Es viable la utilización de la carne de cuyo en recetas culinarias, ya que tiene una excelente aceptación por parte de los consumidores, además, crea alternativas nutricionales, económicas y una fuente de aseguramiento alimenticio distinto a los tradicionales.

3.5 Literatura citada

- AMSA. 1995. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. American Meat Science Association.
- Aliaga, L., Boya, C. A., Chivilchez, C. H. 1994. Edad optima de castración en Cuyos. Sistemas de Producción Animal. CIID-INIA-IICA. RISPAL-ISAPLAC. 3-9 p.
- Argote, F. E., Villada H. S., Argote H., Natividad B. A. D., Rojas P.M., Matos R. A. M., Muñoz G. 2009. Investigación de mercado sobre el grado de aceptación: Uso de la carne de cuy (*cavia cutleri*) en la obtención de cuatro tipos de embutidos, Investigación Valdizana, 4(1):1-8.
- Apráez ,G. J. E., Fernández P. L., Hernández G.A. 2011 Evaluación de diferentes formas de presentación de la carne de cuy (*Cavia porcellus*). Vet. Zootec. 5(2): 24-29.
- Brannan, R. G. 2009. Effect of grape seed extract on descriptive sensory analysis of ground chicken during refrigerated storage. MeatSci. 81:589-595.
- Chauca, L. F. 1999. V Curso y V Congreso Latinoamericano de Cuyicultura. Importancia de la crianza de cuyes en Latinoamérica y Sistemas de Producción, Venezuela, 5 p.
- Corder, G. W. and Foreman, D. I. 2009. Nonparametric statistics for non-statisticians: a step-by-step approach. Hoboken (USA): Wiley, 247 p.
- Clark, S., Costello, M. Drake, M. A. And Bodyfelt, F. 2009. The sensory evaluation of dairy products. 2 ed. New York (USA): Springer, 573 p.
- FAO. 1982. Food and Agriculture Organization Small Animals for Small Farms: The Guinea Pig and a Hypothetical Development Centre. Regional Office for Latin America and the Caribbean, Santiago, Pp 67-74.
- Font, M. R., Guerrero L., Sañudo C., Campo M. M., Olleta J. L., Oliver M. A., Cañeque V., Álvarez I., Díaz M. T., Branscheid W., Wicke M., Nute G. R. and Montossi F. 2006. Acceptability of lamb meat from different producing systems and ageing time to German, Spanish and British consumers. Meat Sci. 72:545-554.

- Gallo, C.; Espinosa, M.; Sanhueza, C.; Gasic, J. 2001. Effects of trailer transportation during 36 hours with and without rest, on the live weight and some carcass traits in bovines. Arch. Med. Vet. 33: 43-53.
- Hoffman, L. C., Muller M., Cloete S. W. P., and Brand M. 2008. Physical and sensory meat quality of South African Black ostriches (*Struthio camelus var. domesticus*), Zimbabwean Blue ostriches (*Struthio camelus australis*) and their hybrid. Meat Sci. 79:365-374.
- McKenna, D. R., King D. A. and Savell J. W. 2003. Comparison of clamshell cookers and electric broilers and their effects on cooking traits and repeatability of Warner-Bratzler shear force values. Meat Sci:225-229.
- Morales, E. 1994. The guinea pig in the Andean economy. Latin American Research Review. 29: 129-142.
- Moreira R., Gecele P., Leyton G., Zuñiga Y V. 2009. Uso de distintas combinaciones de tiempo y concentración de dióxido de carbono en el aturdimiento de cerdos en faena. Boletín Veterinario Oficial. Vol. 10 No. II.
- Mota-Rojas, D., Trujillo-Ortega, M. E., Becerril- Herrera M., Roldán-Santiago P. 2012. Efecto del método de sacrificio sobre variables críticas sanguíneas y consecuencias sobre la bioquímica de la carne de cuyu (*cavia porcellus*), Maracaibo, Venezuela, 51-58 p.
- Peachey, B. M., Purchas R. W., Duizer L. M. 2002. Relationships between sensory and objective measures of meat tenderness of beef m. longissimus thoracis from bulls and steers. Meat Sci. 60(3):211-218.
- Pittroff, W., Keisler, D. H., Blackburn, H. D., 2006. Effects of a high-protein, low-energy diet in finishing lambs.
- Rodbotten, M., Kubberod, E., Lea, P., and Ueland, O. 2004. A sensory map of the meat universe. Sensory profile of meat from 15 species. Meat Science, 68, 137-144.
- Rubio L. M. S., Pérez B. E. V., Méndez M. R. D., Chávez G. A., Delgado S. E. J. 2014. La estrategia de congelación, descongelación y maduración mejora la suavidad de los músculos del cuarto delantero de toretes sin castrar de diferentes fenotipos. Vet Mex. Vol 1, No 1

- Sedo, M. P., Chinnock Mc. A., Piedra A. M. I. 2000. Propuesta metodológica para el mejoramiento nutricional de preparaciones comunes en la dieta. Revista Costarricense Salud Pública. v. 9, n. 16.
- Sugri I., Nutsugah S.K., Wiredu A. N., Johnson P. N. and D. Aduguba. 2012. Kendall's Concordance Analysis of Sensory Descriptors Influencing Consumer Preference for Sweet Potatoes in Ghana. American Journal of Food Technology, Vol. 7: 142-150.
- Wittig, R. E. E. 2001. Evaluación sensorial: una metodología actual para tecnología de alimentos. Chile: Talleres Gráficos USACH.
<http://www.captura.uchile.cl/handle/2250/5556>
- Zaldivar, C. 1995. Guinea pig (*Cavia porcellus*) production in the Andean countries. World Anim. Rev. 83: 9-19.