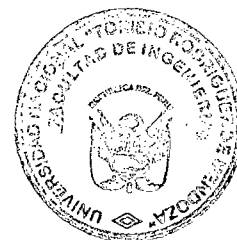
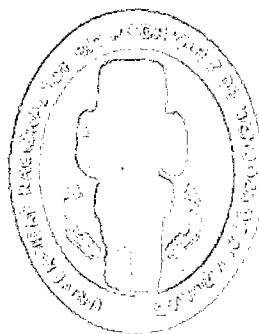


**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AGROINDUSTRIAL**



**“INFLUENCIA DEL ACEITE ESENCIAL DE AJO (*Allium sativum* var *Roseum*), EN LA CONSERVACIÓN DE CARNE FRESCA DE CUY (*Cavia porcellus*), ALMACENADA EN REFRIGERACIÓN”**

**TESIS**

***PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE***  
**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**Autores:** Br. Jherli Marley Vásquez Gáslac  
Br. Jhuli Marlit Vásquez Gáslac

**Asesor:** Ing. Armstrong Barnard Fernández Jeri  
Amazonas – Perú

2010

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL**



**“INFLUENCIA DEL ACEITE ESENCIAL DE AJO (*Allium sativum* var *Roseum*), EN LA  
CONSERVACIÓN DE CARNE FRESCA DE CUY (*Cavia porcellus*), ALMACENADA EN  
REFRIGERACIÓN”**

**TESIS**

***PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL***

**Autores:** Br. Jherli Marley Vásquez Gáslac  
Br. Jhuli Marlit Vásquez Gáslac

**Asesor:** Ing. Armstrong Barnard Fernández Jeri  
Amazonas – Perú

2010



## **DEDICATORIA**

A nuestros padres:

ROSA GÁSLAC CULQUI Y GRIMALDO VÁSQUEZ TAN, quienes fueron los promotores del desarrollo de este trabajo de investigación.

A nuestros hermanos:

JHANELI MARIANI, HERZEN FRANCK, JHONNATAN ARNOLD Y EDWARD ANTHONY; quienes nos impulsan a seguir adelante día tras día y esperando que en el futuro empleen este trabajo para fortalecer sus conocimientos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos de manera especial a:

Nuestros padres, quienes siempre nos demostraron confianza y nunca escatimaron en esfuerzos para apoyarnos en cada una de nuestras metas.

Nuestros hermanos por haber contribuido de diversas maneras en el desarrollo de éste trabajo de investigación.

Los docentes de la carrera profesional de ingeniería agroindustrial, de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, por haber inculcado en nosotras la cultura de investigación y por todo el aporte de conocimientos que realizaron a lo largo de nuestra formación universitaria.

Al Ing. Armstrong Fernández Jeri, asesor de ésta tesis, por su valioso apoyo en el desarrollo de este trabajo de investigación así como por haber compartido sus conocimientos con nosotras.

Al Ingeniero Polito Michael Huamaya Sopla, docente de la UNAT- A, por el apoyo constante que nos brindó, durante la ejecución de este trabajo de tesis.

A Jhon Imer Salazar Dolores, compañero de estudios e integrante de perucuy, por el apoyo y aporte desinteresado que nos brindó en la ejecución de este trabajo de investigación.



**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**Ph. D. VICENTE MARINO CASTAÑEDA CHÁVEZ**

**RECTOR**

**MS. C. MIGUEL ANGEL BARRENA GURBILLÓN**

**VICERECTOR ACADÉMICO**

**DRA. FLOR TERESA TORRES GARCÍA**

**VICERECTOR ADMINISTRATIVO**

**DECANO DE LA CARRERA PROFESIONAL DE**

**INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**ING. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ**



### VISTO BUENO DEL ASESOR

Yo, Ing. Armstrong Fernández Jeri, identificado con DNI N° 09304921, con domicilio legal en Jr. Ayacucho # 460, docente a tiempo completo de la carrera profesional de Ingeniería Agroindustrial, asesor de la tesis titulada “INFLUENCIA DEL ACEITE ESENCIAL DE AJO (*Allium sativum var roseum*), EN LA CONSERVACIÓN DE CARNE FRESCA DE CUY (*Cavia porcellus*), ALMACENADA EN REFRIGERACIÓN”, presentada por las bachilleres Jherli Marley Vásquez Gáslac y Jhuli Marlit Vásquez Gáslac.

Por lo indicado doy testimonio y visto bueno, que las Bachilleres Jherli Marley Vásquez Gáslac y Jhuli Marlit Vásquez Gáslac, han ejecutado la tesis mencionada, por lo que en fé a la verdad firmo para mayor veracidad.

Ing. Armstrong Fernández Jeri

DNI N° 09304921



## JURADO DE TESIS

Blgo. Msc. CHÁVEZ MILLA, Julio Mariano

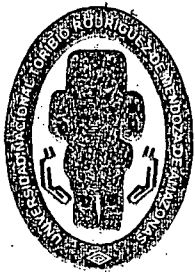
**Presidente**

Ing. AUQUÍNIVIN SILVA, Erick Aldo

**Secretario**

Ing. TORRES MAMANI, Elena Victoria

**Vocal**



# UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

## ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 01 de MAYO del año 2010, siendo las 2:30 horas se reúnen los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Dgo. Nsc. QUISPE SALLA JULIO MACIANO

Secretario: ING. AUCUY JAVIER SILVA ERICK ALDO

Vocal: ING. TORRES MAMANI ELENA VICTORIA

para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller,

don(ña) FERRI MABEL Y NASQUE CASLA OJ

titulado "Influencia de Nettle esencial de Ajo (*Allium sativum* var. *Roseum*) en la conservación de carne fresca de Cuy (*Cavia porcellus*) almacenada en refrigeración"

Después de la sustentación respectiva el Jurado acuerda la APROBACIÓN (X), DESAPROBACIÓN ( ) por mayoría ( ) por unanimidad (X) en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNAT-A.

Siendo las 3:52 horas del mismo día el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL



Form6- T





# UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIA

## ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 21 de MAYO del año 2010, siendo las 2:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Dlgo. Msc. CHAVEZ MILLA, JULIO MARIANO

Secretario: ING. ERICK ALDO AQUINIVIN SILVA

Vocal: ING. TORRES MOMANI, ELENA VICTORIA

para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) Jholy Marit Vásquez Gálvez

titulado "Influencia de aceite esencial de ajo (Allium sativum var Roseum), En la Conservación de Carne fresca de Cuy (Cavia porcellus) Almacena da en Refrigeración"

Después de la sustentación respectiva, el Jurado acuerda la APROBACIÓN (X), DESAPROBACIÓN ( ) por mayoría ( ), por unanimidad (X); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNAT-A.

Siendo las 3:57 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

Form6- T



## RESUMEN

El trabajo de investigación consistió en probar el efecto conservante del aceite esencial de ajo, en carne de cuy; para lo cual se trabajaron con tres tratamientos más el grupo testigo (GT). Se emplearon las concentraciones de aceite esencial de ajo: de 300ppm, de 500ppm y de 1000ppm. Todas las muestras fueron envasadas a vacío y sometidas a refrigeración, para luego realizar las evaluaciones programadas.

Se evaluó la calidad de la carne tanto mediante análisis físicos - químicos como microbiológicos, dichos análisis se efectuaron cada siete días durante un mes. Se analizó el pH, la acidez titulable medida en porcentaje de ácido láctico, el porcentaje de humedad, porcentaje de proteínas, grasas y cenizas; dentro del análisis microbiológico se realizó pruebas de recuento de gérmenes en placa (RGP).

Al final del trabajo de investigación se llegó a la conclusión de que la carne de cuy envasada a vacío sin ningún conservante y sometida a refrigeración es apta para el consumo hasta por ocho días; mientras que las muestras de carne de cuy tratada con aceite esencial de ajo, como conservante orgánico, perdura hasta por 20 días.

Además se concluyó que a mayor concentración de aceite esencial de ajo aplicado, el recuento es menor; sin embargo no existe diferencia significativa entre los efectos de las tres concentraciones aplicadas.

**Palabras claves:** aceite esencial de ajo, carne de cuy, calidad de carne, tiempo de conservación

## **ABSTRACT**

The research consisted of testing the preservative effect of the essential oil of garlic in guinea-pig meat, for which they worked with three treatments more the control group. He used different concentrations of essential oil of garlic to 300ppm from 500ppm and 1000ppm. All samples were packaged under vacuum and cooling.

In assessing the quality of meat either through physical analysis - chemical and microbiological, such analysis was done every seven days for about a month. Were analyzed for pH, titratable acidity as lactic acid percentage, the moisture content, percentage of protein, fat and ash; within microbiological tests were performed on plate count bacteria (RGP).

At the end of the research is concluded that guinea-pig meat packed in vacuum without any preservatives and refrigeration is subject to safe drinking up to eight days, while the guinea pig meat samples treated with essential oil garlic, organic preservative, lasts up to 20 days.

Furthermore it was concluded that the higher concentration of essential oil from garlic applied, the count is lower, but no significant difference between the effects of three concentrations applied.

**Keywords:** Essential oil of garlic, beef and guinea pig, meat quality, shelf

## INDICE GENERAL

Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Autoridades universitarias.....	v
Visto bueno del asesor.....	vi
Jurado de tesis.....	vii
Acta de evaluación de sustentación de tesis.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
1. Introducción.....	01
1.1. Generalidades sobre el ajo( <i>Allium sativum</i> ).....	01
1.2. Generalidades sobre el aceite esencial.....	07
1.3. Generalidades sobre el cuy ( <i>Cavia porcellus</i> ).....	09
2. Materiales y métodos.....	12
2.1. Lugar de ejecución.....	12
2.2. Para la obtención del aceite esencial de ajo.....	12
2.2.1. Preparación del equipo de destilación por arrastre a vapor.....	12
2.2.2. Adecuación de la materia prima.....	14
2.2.3. Destilación por arrastre a vapor.....	14
2.3. Para el beneficio de los cuyes.....	17
2.4. Para el desarrollo del tema de investigación.....	20
2.5. Análisis realizados.....	22
2.5.1. Análisis físicos – químicos.....	23

2.5.2. Análisis microbiológicos.....	23
2.6. Para el Análisis sensorial.....	24
2.7. Para el Análisis de datos.....	26
3. Resultados.....	30
3.1. De la obtención del aceite esencial de ajo.....	30
3.2. Del análisis de composición química proximal de la carne.....	30
3.3. De los análisis físico- químicos.....	32
3.3.1. Medida del pH.....	32
3.3.2. Medida de la acidez titulable.....	34
3.3.3. Medida de los pesos de las muestras.....	35
3.3.4. Medida del porcentaje de humedad.....	36
3.4. De los análisis microbiológicos.....	37
3.5. Del análisis sensorial.....	39
3.6. Del análisis de datos.....	40
✓ De la variación del pH.....	40
✓ De la variación del porcentaje de acidez titulable.....	40
✓ De la variación de los pesos.....	41
✓ De la variación de porcentaje de humedad.....	41
✓ Del recuento microbiano en cuanto a Gérmenes Viables.....	41
✓ Del análisis sensorial.....	42
4. Discusión.....	43
5. Conclusiones.....	49
6. Recomendaciones.....	50

<b>7. Referencias bibliográficas.....</b>	<b>51</b>
---	-----------

**ANEXOS**

<b>ANEXO A: Descripción de análisis realizados .....</b>	<b>56</b>
--	-----------

<b>ANEXO B: Análisis de datos.....</b>	<b>69</b>
--	-----------

<b>ANEXO C: Figuras referentes a la investigación.....</b>	<b>106</b>
--	------------

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N° 01:</b> Composición nutricional por cada 100 g de ajo.....	05
<b>Cuadro N° 02:</b> Producción de ajos en Amazonas.....	07
<b>Cuadro N° 03:</b> Composición química proximal de la carne de cuy.....	30
<b>Cuadro N° 04:</b> Evolución del pH a través del tiempo.....	32
<b>Cuadro N° 05:</b> Evolución del porcentaje de acidez a través del tiempo.....	34
<b>Cuadro N° 06:</b> Variación de los pesos a través del tiempo.....	35
<b>Cuadro N° 07:</b> Evolución de la humedad a través del tiempo.....	36
<b>Cuadro N° 08:</b> Evolución del recuento microbiano a través del tiempo.....	37
<b>Cuadro N° 09:</b> Variación del pH en las muestras de carne de cuy al detalle.....	69
<b>Cuadro N° 10:</b> Suma de cuadrados para ANVA con respecto al pH.....	70
<b>Cuadro N° 11:</b> Análisis de Varianza del pH de las muestras de carne de cuy.....	72
<b>Cuadro N° 12:</b> Pruebas de comparación múltiple al 95% para el pH.....	73
<b>Cuadro N° 13:</b> Relación de los volúmenes gastados y la acidez titulable (%) de las muestras de carne de cuy en promedio.....	73
<b>Cuadro N° 14:</b> Acidez titulable en las muestras de carne de cuy al detalle.....	74
<b>Cuadro N° 15:</b> Suma de cuadrados para ANVA con respecto al porcentaje de acidez.....	76
<b>Cuadro N° 16.-</b> Análisis de Varianza para el porcentaje de acidez titulable.....	77
<b>Cuadro N° 17.-</b> Pruebas de comparación múltiple al 95% para el porcentaje de acidez.....	78
<b>Cuadro N° 18:</b> Variación del peso en las muestras de carne de cuy al detalle.....	79
<b>Cuadro N° 19:</b> Suma de cuadrados para ANVA con respecto a los pesos.....	80
<b>Cuadro N° 20.-</b> Análisis de Varianza de la variación de pesos de las muestras.....	81

<b>Cuadro N° 21.- Pruebas de comparaciones múltiples para la variación de pesos.....</b>	<b>82</b>
<b>Cuadro N° 22: Variación de la humedad a través del tiempo al detalle.....</b>	<b>83</b>
<b>Cuadro N° 23: Suma de cuadrados para ANVA con respecto al porcentaje de humedad.....</b>	<b>85</b>
<b>Cuadro N° 24: Cuadro ANVA del porcentaje de humedad de las muestras.....</b>	<b>86</b>
<b>Cuadro N° 25: Pruebas de comparaciones múltiples para la humedad.....</b>	<b>87</b>
<b>Cuadro N° 26: Variación del Recuento Microbiano en las muestras de Carne de cuy.....</b>	<b>88</b>
<b>Cuadro N° 27: Suma de cuadrados para ANVA con respecto al Recuento Microbiano...</b>	<b>89</b>
<b>Cuadro N° 28: Análisis de Varianza para el recuento microbiano en las muestras.....</b>	<b>91</b>
<b>Cuadro N° 29.- Pruebas de comparación múltiple al 95% para el Recuento Microbiano....</b>	<b>92</b>
<b>Cuadro N° 30: Valoraciones de los atributos sensoriales de la carne de cuy.....</b>	<b>93</b>
<b>Cuadro N° 31: Valoraciones respecto al color.....</b>	<b>94</b>
<b>Cuadro N° 32: Suma de cuadrados para ANVA con respecto al color.....</b>	<b>95</b>
<b>Cuadro N° 33.- Análisis de Varianza del color de las muestras de carne de cuy.....</b>	<b>96</b>
<b>Cuadro N° 34.- Prueba de comparaciones múltiples para el color de las muestras.....</b>	<b>97</b>
<b>Cuadro N° 35: Valoraciones respecto al olor.....</b>	<b>98</b>
<b>Cuadro N° 36: Suma de cuadrados para ANVA con respecto al olor.....</b>	<b>99</b>
<b>Cuadro N° 37: Análisis de Varianza para el olor de las muestras de carne.....</b>	<b>100</b>
<b>Cuadro N° 38: Prueba de comparaciones múltiples para el olor de las muestras.....</b>	<b>101</b>
<b>Cuadro N° 39: Valoraciones respecto a la apariencia general.....</b>	<b>102</b>
<b>Cuadro N° 40: Suma de cuadrados para ANVA con respecto al olor.....</b>	<b>103</b>
<b>Cuadro N° 41: Análisis de Varianza de la apariencia general de las muestras.....</b>	<b>104</b>
<b>Cuadro N° 42: Pruebas de comparaciones múltiples para la apariencia general.....</b>	<b>105</b>



## ÍNDICE DE GRAFICOS

<b>Gráfico N° 01:</b> Composición química proximal de la carne de cuy.....	32
<b>Gráfico N° 02:</b> Evolución del pH.....	33
<b>Gráfico N° 03:</b> Evolución del porcentaje de acidez titulable.....	34
<b>Gráfico N° 04:</b> Evolución de los pesos.....	35
<b>Gráfico N° 05:</b> Variación de los pesos.....	36
<b>Gráfico N° 06:</b> Evolución del porcentaje de humedad.....	37
<b>Gráfico N° 07:</b> Evolución del recuento microbiano de gérmenes viables.....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 01:</b> Capas del bulbo de ajo.....	03
<b>Figura N° 02:</b> Formación de la alicina.....	04
<b>Figura N° 03:</b> Variedades de ajos.....	06
<b>Figura N° 04:</b> Valor nutritivo de la carne de cuy en comparación con otras carnes.....	11
<b>Figura N° 05:</b> Equipo de destilación de arrastre a vapor.....	13
<b>Figura N° 06:</b> Flujo de proceso de obtención del aceite esencial de ajo.....	16
<b>Figura N° 07:</b> Esquema de beneficio de cuyes.....	19
<b>Figura N° 08:</b> Esquema general del desarrollo de la investigación.....	22
<b>Figura N° 09:</b> El cuy ( <i>Cavia porcellus</i> ) Tipo A1.....	106
<b>Figura N° 10:</b> Cuyes pelados enteros empaquetado simple.....	107
<b>Figura N°11:</b> Cuyes en otras presentaciones (sin apéndices, vísceras ni cabeza).....	107
<b>Figura N°12:</b> Paquetes de 04 brazos y 04 piernas (salen juntos).....	108
<b>Figura N° 13:</b> Esquema general del beneficio de cuyes.....	109
<b>Figura N° 14:</b> Selección de los animales que deben ser beneficiados.....	110
<b>Figura N° 15:</b> Desangrado de cuyes.....	110
<b>Figura N° 16:</b> Pelado manual de cuyes.....	111
<b>Figura N° 17:</b> Oreo de Canales después del eviscerado y lavado.....	111
<b>Figura N° 18:</b> Obtención de canales.....	112
<b>Figura N°19:</b> Canales resultantes.....	112
<b>Figura N° 20:</b> Separación de las canales en cuartos.....	113
<b>Figura N° 21:</b> Maduración de la carne de cuy en refrigeración.....	113

<b>Figura N° 22:</b> Muestras de Carne de cuy envasadas y en refrigeración.....	114
<b>Figura N° 23:</b> Algunos procedimientos para la medición del pH.....	115
<b>Figura N° 24:</b> Algunos procedimientos para la medición de la acidez titulable.....	116
<b>Figura N° 25:</b> Algunos Procedimientos para Recuento Microbiano.....	119
<b>Figura N° 26:</b> Placas del recuento microbiano para el día 0 .....	120
<b>Figura N° 27:</b> Placas del recuento microbiano para el día 7 del Grupo Testigo.....	121
<b>Figura N° 28:</b> Placas del recuento microbiano para el día 7 del tratamiento T1.....	122
<b>Figura N° 29:</b> Placas del Recuento Microbiano para el día 7 del tratamiento T2.....	123
<b>Figura N° 30:</b> Placas del Recuento Microbiano para el día 7 del tratamiento T3.....	124
<b>Figura N° 31:</b> Muestras del Grupo Testigo a los 29 días.....	125
<b>Figura N° 32:</b> Muestras del T1 a los 29 días.....	126
<b>Figura N° 33:</b> Muestras del T2 a los 29 días.....	127
<b>Figura N° 34:</b> Muestras del T3 a los 29 días.....	128
<b>Figura N° 35:</b> Comparaciones entre muestras a los 29 días.....	129
<b>Figura N° 36:</b> Análisis Sensorial consolidado.....	130
<b>Figura N° 37:</b> Empacadora a vacío VAC 550.....	131

# I. INTRODUCCIÓN

El uso de agentes químicos es uno de los métodos de conservación de alimentos más antiguos y tradicionales que existen; sin embargo, no cumplen con el concepto de natural o seguro que demandan los consumidores.

Por otra parte, en nuestra región Amazonas existe una gran diversidad de flora y fauna, que se sustenta en la diversidad de climas y ecosistemas que se tiene; sin embargo, estos recursos no son bien aprovechados y muchas veces ni siquiera tomados en cuenta, es así que en los últimos años, según consta en los registros estadísticos, se ha producido una disminución considerable de la producción de cultivos milenarios de gran importancia; tales como los ajos, maní, habas, entre otros.

Por otro lado la crianza de cuyes, en nuestra región, además de ser trascendental, es una actividad económica complementaria a otras actividades, generalmente destinada al autoconsumo; debido a que los productores desconocen el potencial que tiene la carne de cuy, tanto en valor nutritivo como en valor comercial y económico. De ahí la importancia de investigar la carne de cuy, que tiene demanda creciente en los supermercados del país, así como en los consumidores del extranjero, principalmente en los EE. UU.

Es por eso que es necesario sentar las bases para la industrialización de diferentes productos existentes en nuestra región, priorizando aquellos cultivos y animales para cuyo desarrollo se tiene ventajas agroclimáticas y una gran demanda insatisfecha; tales como para el cultivo de ajos y la crianza de cuyes. Fomentando así la creación de empresas que generen valor agregado a los productos y que paguen un precio justo a los productores.

## 1.1. Generalidades sobre el ajo (*Allium sativum*)

El ajo es un condimento universal, cuyas propiedades saludables como condimento y medicamento eran conocidas desde tiempos antiguos; sin embargo es en la actualidad, que su uso terapéutico ha quedado relegado a favor de su uso como condimento.

### **1.1.1. Descripción taxonómica**

Según la identificación taxonómica de las fanerógamas útiles del Perú del Dr. José Mostacero León – 2 002, el ajo tiene la descripción taxonómica siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Liliidae

Orden: Liliales

Familia: Liliaceae

Género: *Allium*

Especie: *Sativum*

Nombre científico: *Allium sativum*.

### **1.1.2. Origen**

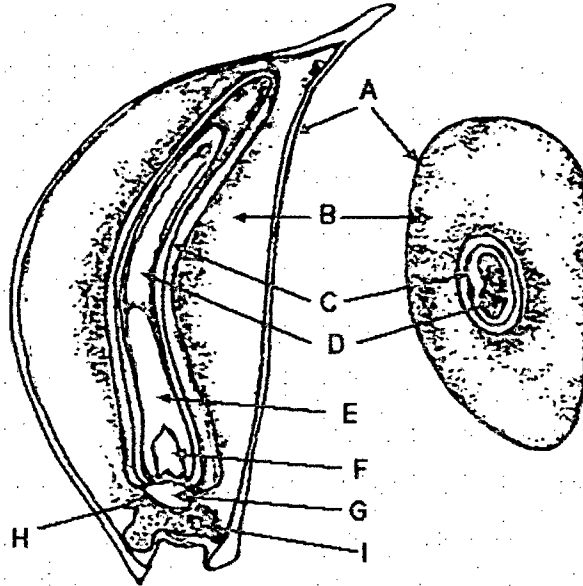
El ajo es originario de Asia Central, desde allí se extendió hacia el Este hasta alcanzar la China y hacia el oeste en dirección a Europa. El comercio Europeo facilitó su distribución, lo que hizo del ajo un condimento básico en muchos alimentos. En el continente Americano el ajo fue introducido por los españoles a finales del siglo XIX. (Cardona, L; Gonzales, P. 2003)

### **1.1.3. Características de la planta**

La planta está provista de hojas largas, estrechas y planas en su mitad inferior; sus flores son de color blanco verdoso en forma de sombrillas ubicadas en el nacimiento de la hoja superior; los bulbos crecen subterráneamente en la base del tallo.

Los bulbos constituyen una raíz redonda y su conjunto es conocido como “cabeza de ajo”, los dientes de ajo son de color amarillento y están recubiertos por una serie

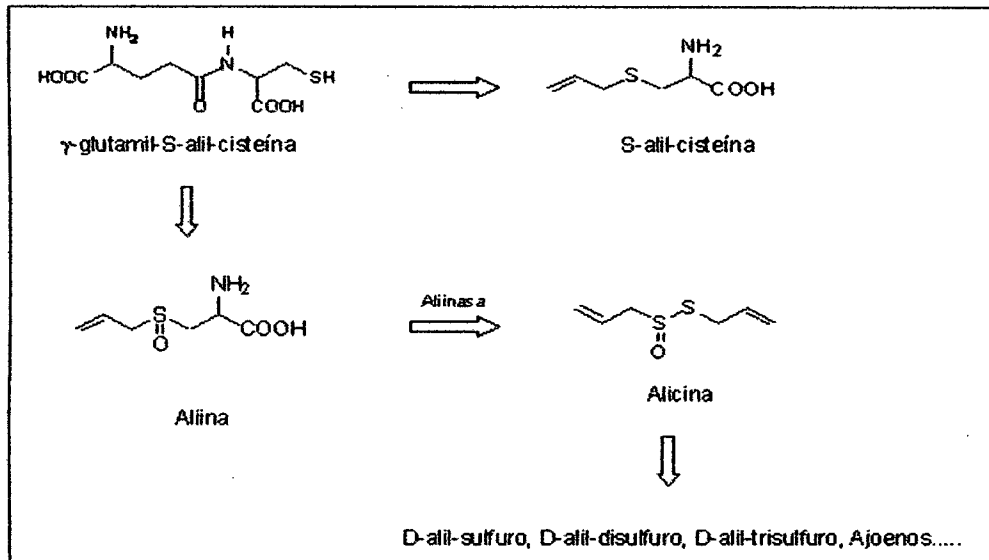
de capas delgadas, las cuales pueden variar de color según el tipo de ajo. (Cardona, L; Gonzales, P. 2003)



A Hoja de protección o piel del diente B Hoja de reserva o pulpa del diente  
C Hoja de brotación o brote del diente D, E, F Hojas verdaderas del diente

**Figura N° 01: Capas del bulbo de ajo**

En el bulbo de ajo intacto existe el compuesto  $\gamma$ -glutamyl-S-allyl cysteine, que se hidroliza y oxida dando lugar a aliina, que es inodora, inestable y soluble en medio acuoso. La aliina se mantiene inalterable cuando los bulbos de ajo son almacenados en refrigeración, constituyendo aproximadamente entre 1-1,8% de su peso, mientras que  $\gamma$ -glutamyl-S-allyl cysteine se encuentra en concentraciones del 0,9%. Sin embargo, cuando el bulbo se corta o pulveriza, así como si se calienta o se ingiere, se activa la enzima vacuolar aliinasa que transforma la aliina en alicina y otros tiosulfatos muy inestables que se transforman con extrema rapidez en otros compuestos organosulfurados solubles en medio oleoso. (Carretero. 2007)



**Figura N° 02:** Formación de la alicina

La alicina es el compuesto responsable del olor y sabor característico del ajo, además de su acción antimicrobiana que se debe principalmente a la sensibilidad de varias especies bacterianas frente a este compuesto. Algunas de estas especies son: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Klebsiella*, *Shigella*, *Enterococcus*: *Escherichia coli*, *Epidermophyton* y *Microsporum*. La alicina también tiene acción antifúngica, frente a especies de *Candida*, *Cryptococcus*, *Trichophyton* (UAM, 2000)

La inhibición en el crecimiento de bacterias a través del ajo, ha sido sugerido por algunos experimentos. Un extracto crudo de ajo fue muy efectivo contra bacterias gram-negativas y contra gram-positivas colocadas en un cultivo bacterial. Aún aquellas bacterias que eran resistentes con los antibióticos comúnmente usados, mostraron inhibición al crecimiento con el extracto de ajo. (UAM, 2000)

#### 1.1.4. Composición nutricional

El análisis de la composición química de la parte comestible del ajo arroja una riqueza importante en hidratos de carbono (cerca del 30%) y proteínas (cerca del 6%), su riqueza mineral está constituida por potasio, fósforo, magnesio, zinc, yodo y dentro del contenido vitamínico se destacan las vitaminas del grupo B, como la B1, B3 y B6 y con cantidades pequeñas de vitamina c y e. además están contenidas sales de selenio, azúcares, lípidos, saponosidos, terpenos, enzimas, flavonoides y

otros compuestos fenólicos. Sin embargo el contenido energético y nutritivo es marginal, ya que se consume en muy baja cantidad.

**Cuadro N° 01:** Composición nutricional por cada 100 g de ajo

<b>Componente</b>	<b>Medida</b>
Agua	59g
Calorías	149 Kcal
Lípidos	0.5 g
Carbohidratos	33.07 g
Fibra	2.1 g
Manganeso	1672mg
Potasio	401
Azufre	70 mg
Calcio	181 mg
Fosforo	153 mg
Magnesio	25 mg
Sodio	17 mg
Vitamina B6	1235 mg
Vitamina C	31 mg
Ácido glutamínico	0,805 g
Argenina	0,634 g
Ácido aspartico	0,489 g
Leucina	0,308 g
Lisina	0,273 g

**Fuente:** Mundo de plantas. 2005.



### 1.1.5. Variedades

Existen diversas variedades de este vegetal, las más comunes identificadas por cubiertas son:

- **Ajo blanco o común:** Es de mayor tamaño que el ajo morado, es resistente y carnoso, de buena productividad y conservación, tiene un sabor marcado y persistente.
- **Ajo rosado o morado:** No se conserva en buen estado por largos periodos de tiempo y son más precoces que el ajo blanco.
- **Ajo rojo:** Al igual que el ajo morado el color de su cubierta le da su nombre. Está constituido por un solo diente gigante. Se conoce como ajo macho.

La variedad de ajo que prevalece en todos los países es el ajo blanco.  
(Cardona, L; Gonzales, P. 2003)



Ajo blanco

Ajo rosado



Ajo rojo

**Figura N° 03: Variedades de ajos (Burba, J. 2003)**

### 1.1.6. Producción de ajos en Amazonas

**Cuadro N° 02.** Producción de ajos en Amazonas

AJO	Siembras (ha.)	29.75
	Cosechas (ha.)	29.75
	Rendimiento (Kg. /ha.)	6,082.35
	Producción (t.)	180.95
	Precio Chacra (S/Kg.)	2.18

**Fuente:** Dirección Regional de Agricultura de Amazonas. 2009.

### 1.2. Generalidades sobre el aceite esencial

El estudio de los aceites esenciales como materias primas básicas para la industria de fragancias y sabores, se ha transformado en una de las áreas de investigación y desarrollo más importantes para muchos países. Inicialmente considerados como material de desecho del metabolismo de las plantas, la importancia biológica de los aceites esenciales ha sido reconocida sólo recientemente.

Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles, generalmente destilables por arrastre con vapor de agua, que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas y que son importantes en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), de alimentos (condimentos y saborizantes) y farmacéutica (saborizantes).

Los aceites esenciales generalmente son mezclas complejas de hasta más de 100 componentes que pueden tener la siguiente naturaleza química:

- Compuestos alifáticos de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos),
- Monoterpenos.
- Sesquiterpenos.
- Fenilpropanos.

En su gran mayoría son de olor agradable, aunque existen algunos de olor relativamente desagradable como por ejemplo los componentes que forman parte de la fracción aromática del ajo y la cebolla, los cuales contienen compuestos azufrados.

El empleo de aceites esenciales podría prolongar y mejorar la vida útil de muchos productos elaborados por diversas tecnologías alimentarias. Ésta es una tecnología que suele facilitar la oxidación de los componentes grasos de los alimentos, por lo que la inclusión de aceites esenciales de especias mediterráneas entre la composición de alimentos congelados grasos podría favorecer la conservabilidad, mantener el sabor habitual de los alimentos y evitar pérdidas nutricionales.

Por este motivo, en la actualidad se está considerando la suplementación rutinaria con antioxidantes naturales, especialmente en productos sensibles, como pescado graso, carne y cualquier otro. Añadir aceites esenciales no necesitaría diseñar acciones tecnológicas especiales, ya que los extractos de plantas se disuelven en la propia estructura del alimento, especialmente en las membranas celulares.

El aceite esencial de ajo; contiene vitaminas A y B, azufre orgánico y oligoelementos, que por su gran volatilidad se absorben rápidamente.

Experimentos basados en el empleo del aceite esencial de ajo como conservante para hortalizas, tuvieron resultados positivos; lográndose prolongar la vida útil de las hortalizas por 15 días más de los que habitualmente se conservan. (CITG- México).

### 1.3. Generalidades sobre el cuy (*Cavia porcellus*)

El cuy (cobayo o curí) es un mamífero roedor originario de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. El cuy constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos y que además se ha convertido en las últimas décadas en una carne requerida en el mercado nacional e internacional debido a su bajo nivel de grasas, además de su exquisito sabor.

#### 1.3.1. Descripción zoológica

En la escala zoológica (Orr, 1966, citado por Moreno, 1989) se ubica al cuy dentro de la siguiente clasificación zoológica:

Orden: Rodentia

Suborden: Hystricomorpha

Familia: Caviidae

Género: *Cavia*

Especie: *Porcellus Linnaeus*

Nombre Científico: *Cavia porcellus*.

#### 1.3.2. Tipos de cuyes

##### Clasificación según la conformación

**Tipo A.-** Corresponde a cuyes «mejorados» que tienen una conformación enmarcada dentro de un paralelepípedo, clásico en las razas productoras de carne. La tendencia es producir animales que tengan una buena longitud, profundidad y ancho lo que expresa el mayor grado de desarrollo muscular, fijado en una buena base ósea. Son de temperamento tranquilo, responden eficientemente a un buen manejo y tienen buena conversión alimenticia. (Rico, E y Rivas, C. 2003.)

**Tipo B.-** Corresponde a los cuyes de forma angulosa, cuyo cuerpo tiene poca profundidad y desarrollo muscular escaso. La cabeza es triangular y alargada. Tienen mayor variabilidad en el tamaño de la oreja. Es muy nervioso, lo que hace dificultoso su manejo. (Rico, E y Rivas, C. 2003.)

#### **Clasificación según el pelaje**

- **Tipo 1.-** Es de pelo corto, lacio y pegado al cuerpo, es el más difundido y caracteriza al Cúy peruano productor de carne. Puede o no tener remolino en la frente. Se encuentran de colores simples claros, oscuros o combinados. Es el que tiene el mejor comportamiento como productor de carne.
- **Tipo 2.-** Es de pelo corto, lacio pero forma rosetas o remolinos a lo largo del cuerpo, es menos precoz. Está presente en poblaciones de cuyes criollos, existen de diversos colores. No es una población dominante, por lo general en cruzamiento con otros tipos se pierde fácilmente. Tiene buen comportamiento como productor de carne.
- **Tipo 3.-** Es de pelo largo y lacio, presenta dos subtipos que corresponden al tipo I y 2 con pelo largo, así tenemos los cuyes del subtipo 3-1 presentan el pelo largo, lacio y pegado al cuerpo, pudiendo presentar un remolino en la frente. El subtipo 3-2 comprende a aquellos animales que presentan el pelo largo, lacio y en rosetas. No es buen productor de carne, si bien utilizado como mascota.
- **Tipo 4.-** Es de pelo ensortijado, característica que presenta sobre todo al nacimiento, ya que se va perdiendo a medida que el animal se desarrolla, tornándose en erizado. Este cambio es más prematuro cuando la humedad relativa es alta. Su forma de cabeza y cuerpo es redondeado, de tamaño medio. Tiene una buena implantación muscular y con grasa de infiltración, el sabor de su carne destaca a este tipo. La variabilidad de sus parámetros productivos y reproductivos le da un potencial como productor de carne. (Rico, E y Rivas, C. 2003).

### 1.3.3. Características de su carne

La carne de cuy es utilizada como fuente importante de proteína de origen animal en la alimentación debido a que es un producto de excelente calidad, alto valor biológico, con elevado contenido de proteína y bajo contenido de grasa en comparación con otras carnes.

El cuy, como producto alimenticio nativo, de alto valor proteico, (cuyo proceso de desarrollo está directamente ligado a la dieta alimentaria de los sectores sociales de menores ingresos del país), puede constituirse en un elemento de gran importancia para contribuir a solucionar las dietas alimentarias de nuestro país; ya que contribuye a mejorar el nivel nutricional de la población rural ya que la crianza es tradicional con amplia difusión y aceptación. (MULTIVIA)

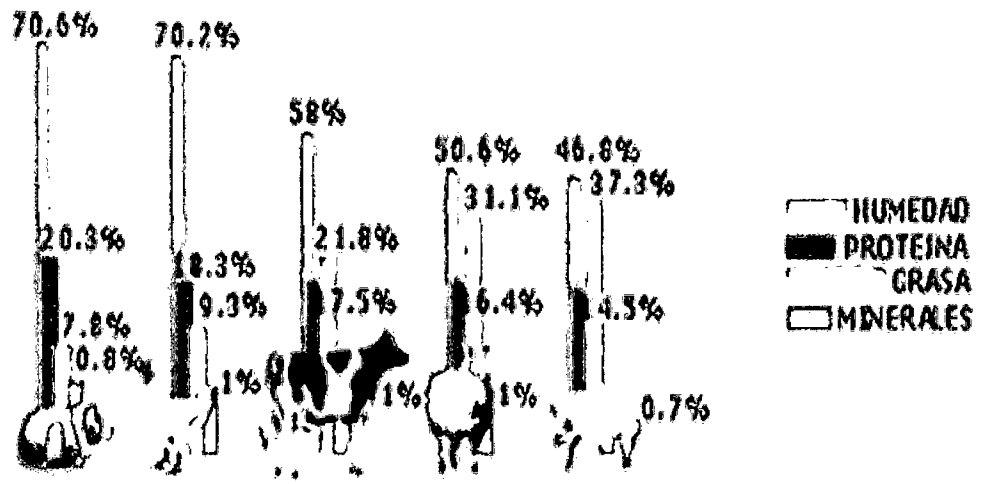


Figura N° 04: Valor nutritivo de la carne de cuy en comparación con otras carnes.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. *Lugar de ejecución*

El presente trabajo de investigación se realizó en los ambientes de los Laboratorios de Tecnología Agroindustrial e Ingeniería de Operaciones de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

### 2.2. *Para la obtención del aceite esencial de ajo*

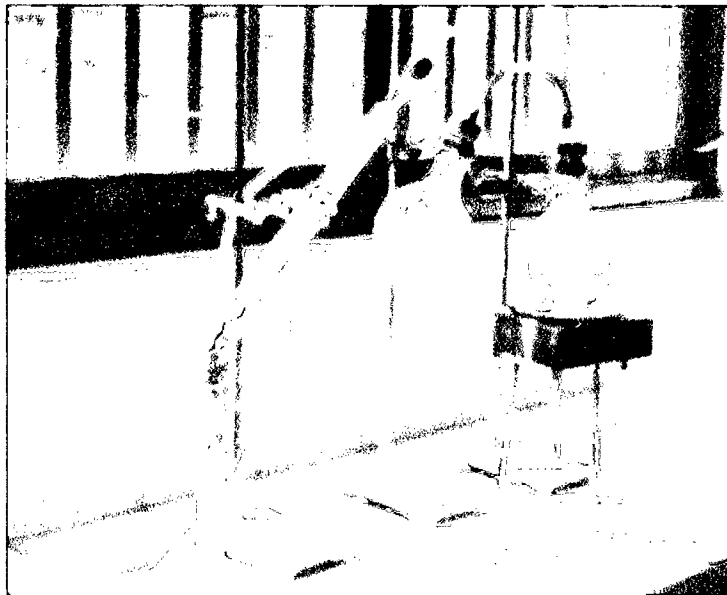
#### 2.2.1. Preparación del equipo de destilación por arrastre a vapor

##### a. Materiales

- 03 refrigerantes Liebing.
- 06 balones de fondo redondo de 1000mL.
- 02 tapones para balones con perforaciones para tubos de escape y conexiones.
- 06 tapones para refrigerantes Liebing.
- 03 probetas de 250mL.
- 09 soportes universales.
- 03 pinzas tubulares.
- Tubos de conexiones.
- Mangueras de conexión.
- Estufa de secado de convección natural.
- 03 mallas de asbesto con su respectivo soporte.
- 03 cocinas eléctricas.
- 02 Tinajas y detergente.

## **b. Método**

1. Se realizó la limpieza de cada uno de los materiales a emplearse, secándolos posteriormente en una estufa.
2. Cuando ya secos se procedió a colocar los tubos de conexión en los tapones correspondientes.
3. Se colocaron los tapones correspondientes a los balones y a los refrigerantes.
4. Se distribuyeron los soportes de manera que tres de ellos formarán parte de un equipo de destilación.
5. Se colocaron las pinzas y posteriormente los balones y refrigerantes.
6. Finalmente se colocó un soporte con su respectiva malla de asbesto, debajo del primer balón de cada equipo de destilación. Entre el soporte y la mallas de asbesto se colocaron las cocinas eléctricas; tal y como aparece en la Fig. N°05.
7. Además se realizó un canal de papel de aluminio entre el tubo de recolección y la probeta. (Tesis elaborada)



**Figura N° 05: Equipo de destilación por arrastre a vapor**



## **2.2.2. Adecuación de la materia prima**

### **a. Materia Prima**

- Se recibieron y seleccionaron 4 Kg de ajos frescos de la variedad rosada procedentes del anexo de Shilmal, distrito de Quinjalca, provincia de Chachapoyas.

### **b. Materiales**

- 02 tazones hondos.
- 02 cuchillos.
- 02 morteros con vástagos.
- 01 cuchara.

### **c. Método**

1. Se remojaron los ajos enteros, por espacio de 5 minutos, con la finalidad de facilitar su pelado.
2. Cuando pelados los ajos fueron machucados en los morteros y el producto resultante fue inmediatamente depositado en el balón del equipo de destilación que debía contener la materia prima.

## **2.2.3. Destilación por arrastre a vapor**

### **a. Materia prima**

- Muestras de ajo variedad rosada machacadas.

### **b. Materiales**

- 03 Fuentes de agua corriente (caños de agua potable).
- 03 peras de decantación.
- Taper de polietileno de 50 mL.
- Papel aluminio.

- Un congelador.

**c. Método**

La metodología empleada para la extracción de aceites esenciales de ajos es la que plantea Vásquez, et al. (2001). Este método previas modificaciones, se sustentó en la forma de preparación de la muestra y en el proceso de destilación, que a continuación se describe y resume en la Figura N° 06:

1. Se colocó en el primer balón de destilación aproximadamente 800 mL de agua; tal y como se aprecia en la Fig. N° 05.
2. Se conectaron las mangueras adheridas al refrigerante a las fuentes de agua, de manera que el agua fluyera en contracorriente con el vapor que sale de las muestras.
3. Se encendieron las cocinas eléctricas y observó el proceso de destilación.
4. El proceso de destilación duró aproximadamente 8 horas por muestra.
5. El producto obtenido de la destilación se dejó reposar en una pera de decantación por espacio de una hora, al fin de la cual se trató de separar las dos fases obtenidas.
6. Al observarse que la fase que contenía el aceite aún contenía agua, se procedió a congelar el remanente de agua que contenía, para que su separación fuese eficiente.
7. Se envasaron las muestras de aceite obtenidas, en un táper de polietileno envuelto en su totalidad con papel de aluminio.
8. Se almacenó en un lugar fresco y oscuro.

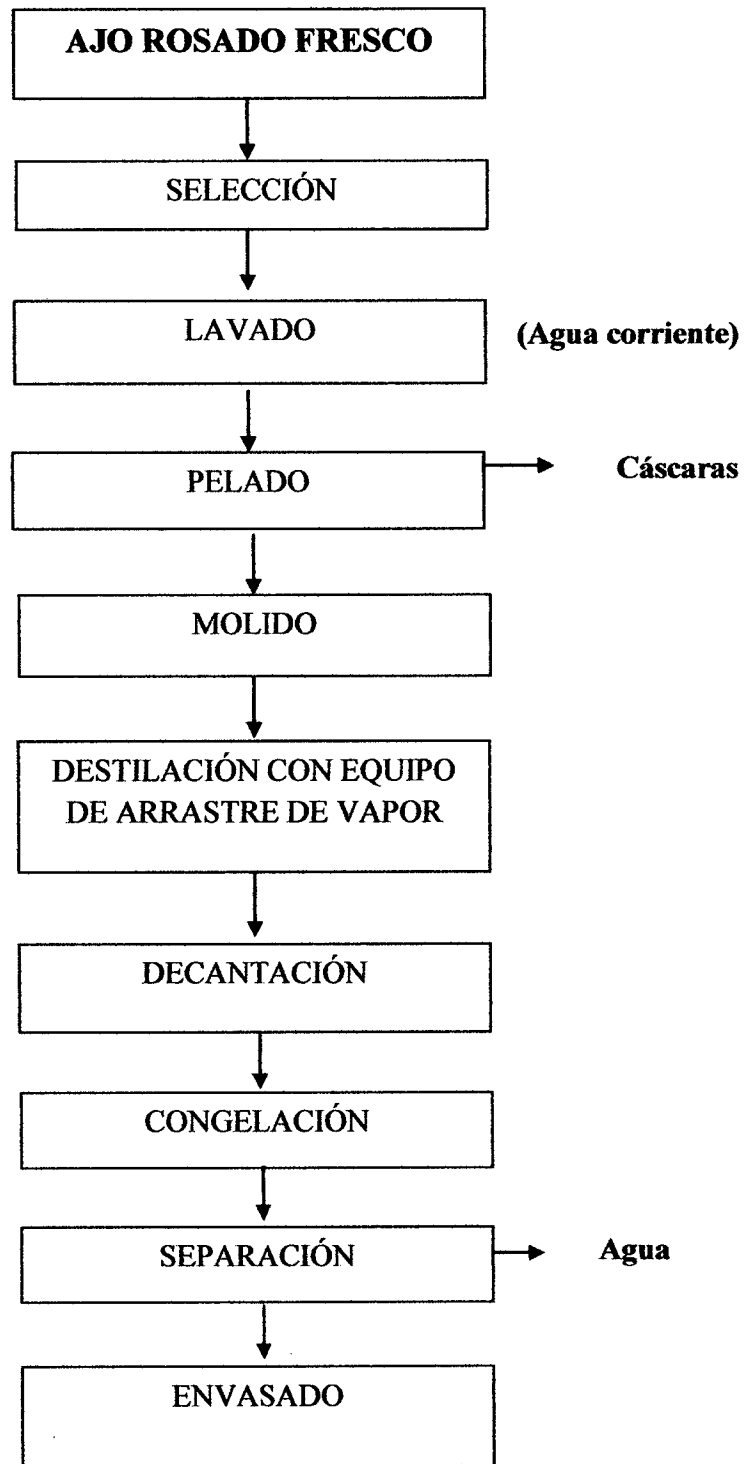


Figura N° 06: Flujo de proceso de obtención del aceite esencial de ajo.

### **2.3. Para el beneficio de los cuyes**

#### **a. Materia prima**

- Se emplearon 21 cuyes raza Perú, tipo A1; con peso promedio de cada uno, de 800g.

#### **b. Materiales**

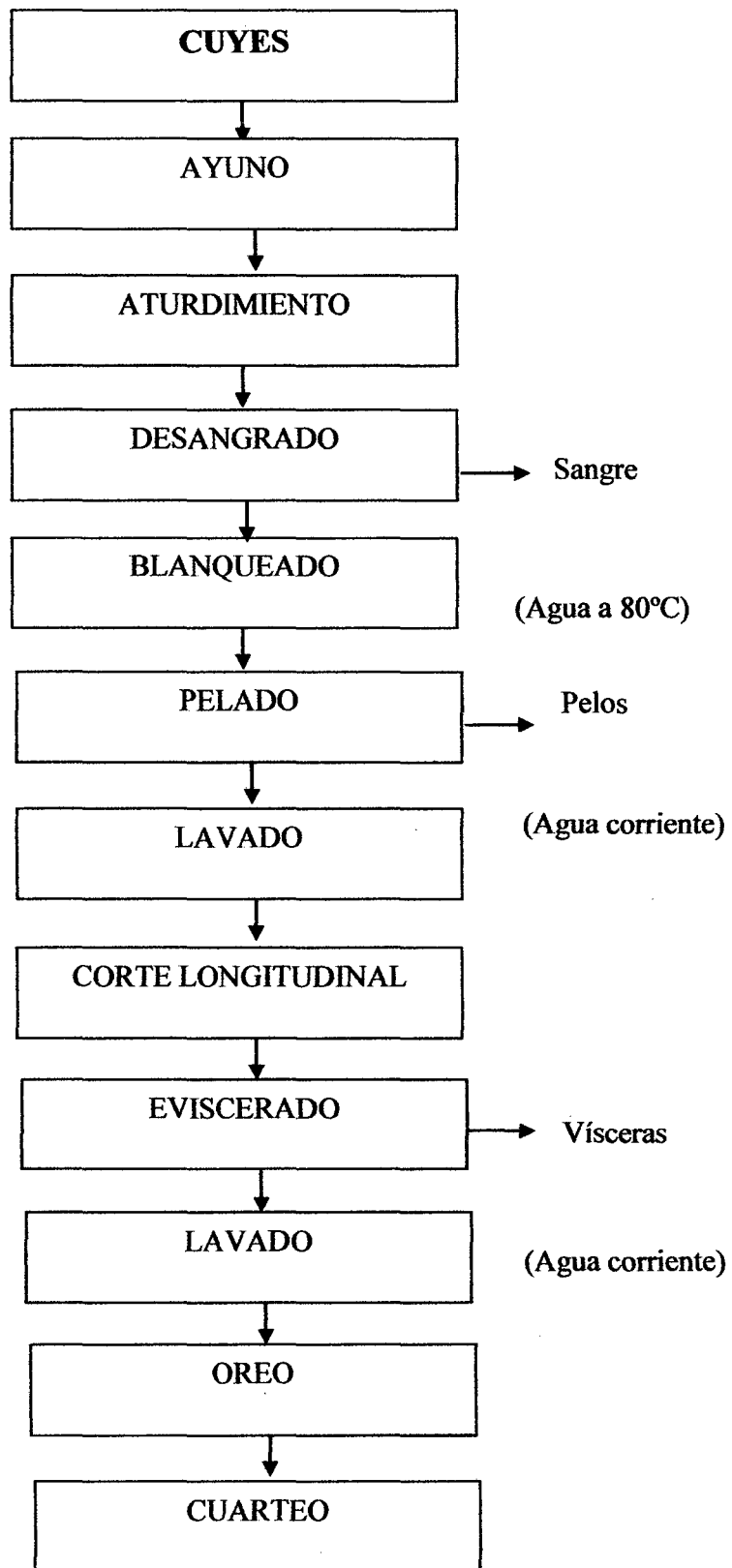
- 02 Ollas de aleación de aluminio con plomo, de 10L de capacidad.
- 02 cuchillos.
- 02 tablas de picar.
- 01 termómetro de -10°C hasta 150°C.
- 18 bisturís de cirugía.

#### **c. Método**

Para el beneficio de los cuyes se siguió el método recomendado por las consultoras de la cadena de cuyes; Rico, E y Rivas, C (2003). Este método se aprecia en el Figura N° 07, y se sustenta en el procedimiento siguiente:

1. Los animales destinados al sacrificio fueron previamente sometidos a ayuno por espacio de aproximadamente 15 horas.
2. Cuando el ayuno llegó a su término se separaron los animales a medida que se aturdirían. El aturdimiento se efectuó a través de un golpe en la nuca de los animales.
3. Inmediatamente, después del aturdimiento se procedió a cortar la yugular de los animales.
4. Para facilitar el desangrado se sujetaron a los animales de las patas traseras con una cuerda y se suspendieron.
5. Paralelo al aturdimiento se calentó agua hasta aproximadamente 80°C.

6. Cuando el desangrado se había completado, se procedió al blanqueado; para lo cual se sumergió el cuerpo del animal en el agua caliente, por 30 segundos.
7. Inmediatamente después del escaldado se procedió a pelarlo; es decir a separar el pelo del cuerpo del animal, lo cual debía ser lo más rápido posible a fin de evitar que el cuerpo se enfríe y dificulte el pelado.
8. Se enjuagó superficialmente el cuerpo del animal y se efectuó el eviscerado, mediante un corte transversal sobre el abdomen del animal, con cuidado de no romper las vísceras.
9. Una vez efectuado el corte se extrajeron las vísceras de las canales.
10. El enjuague se realizó con una dilución de 5 ppm de hipoclorito de sodio, para eliminar los microorganismos provenientes de la materia fecal, el pelo y otros residuos restantes.
11. Luego las canales fueron suspendidas, con la finalidad de que el agua que pueda haber quedado, caiga.
12. Se cortaron las patas a la altura de la primera articulación y posteriormente se cortó la cabeza, para luego dividir el canal resultante en cuatro partes iguales.



**Figura N° 07:** Esquema de beneficio de cuyes

## 2.4. Para el desarrollo del tema de investigación

### a. Materiales

- Bolsas para envasado a vacío en mangas “FOODSAVER”.
- Empacadora a vacío VAC550.
- 02 tijeras.
- 04 tapers de polietileno, de 03L de capacidad.
- 01 refrigeradora.
- 01 balanza digital portátil.
- 01 plumón marcador.

### b. Método

El método que se empleó es el que se aplicó en el trabajo de investigación “efecto de conservantes y temperatura de almacenamiento en el tiempo de vida útil para carne fresca de cuy (*Cavia cobayo*) envasada al vacío, Arequipa-2007”. En la figura N° 08 se observa el esquema general. El procedimiento se describe a continuación:

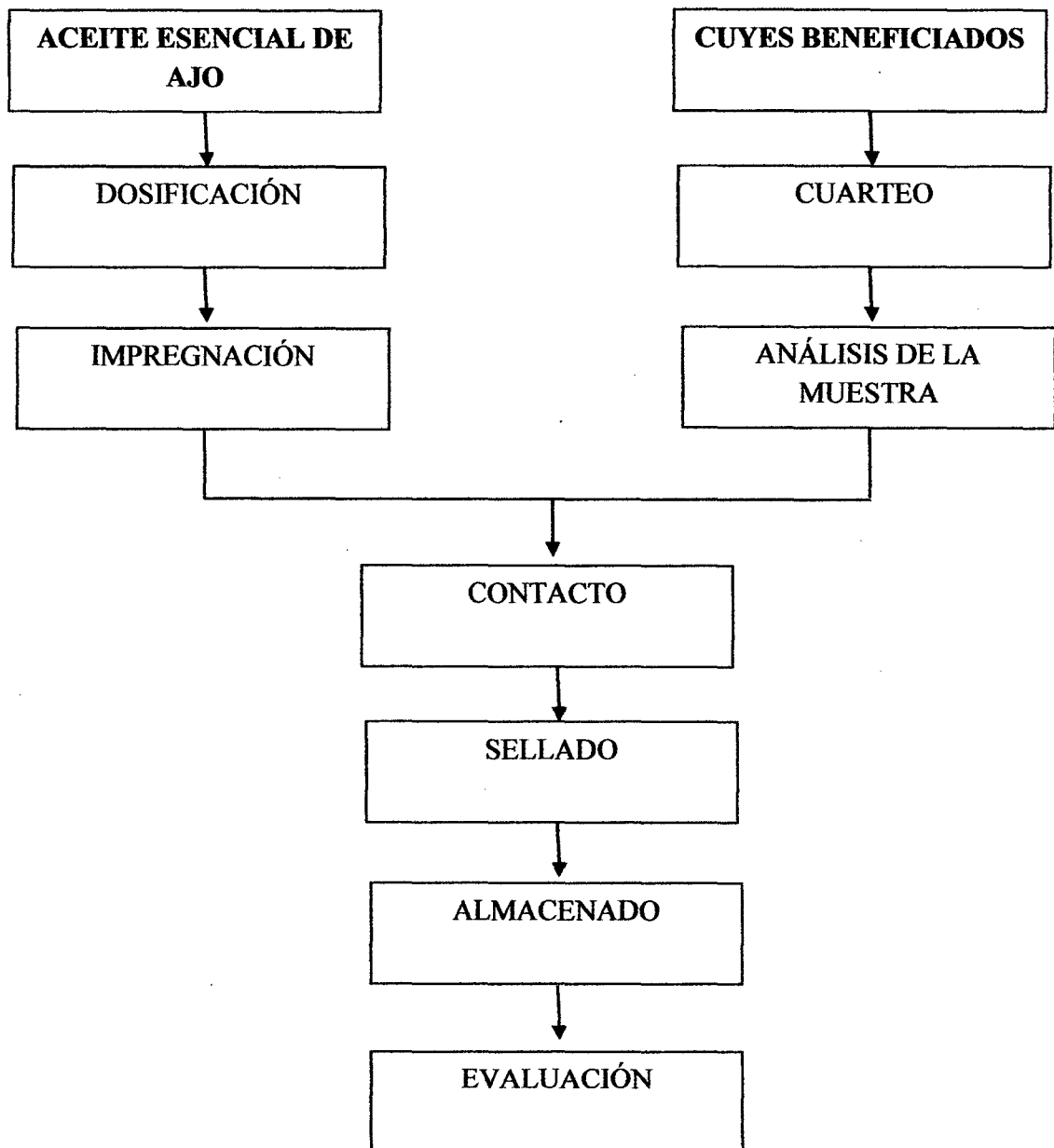
1. En cada taper se prepararon diluciones del aceite esencial de ajo en las concentraciones de 300, 500 y 1000 ppm.
2. Se repartieron los cuartos de cuy que debían conformar los cuatro tratamientos: grupo testigo y los tratamientos 1, 2 y 3; considerando que:

Concentración aceite esencial de ajo	Grupo Testigo (GT)	T1	T2	T3
ppm	Sin aceite esencial de ajo	500	1000	300

3. Se sumergieron las muestras de cuyes en las diluciones previamente preparadas, por espacio de 30 minutos. Pasados el tiempo de inmersión, se sacaron los cuyes y dejaron orear sobre papel absorbente aséptico.

4. Paralelamente al oreado de las muestras, se cortaron las mangas del envasado al vacío, de manera que nos facilitará el sellado.
5. Se sellaron en primera instancia la parte inferior y los costados de la manga y una vez depositadas las muestras, se selló la parte superior programando la empacadora para que el sellado que opere sea a vacío.
6. El sellado para cada tratamiento se hizo por separado, y se rótulo cada una de las muestras, de los diferentes tratamientos. El rótulo incluía el número de muestra, el tratamiento al que fue sometido y el peso de la muestra.
7. Posteriormente se distribuyeron las muestras por cada tratamiento, en las placas del refrigerador, que previamente se programó para que opere a 3°C. La distribución se hizo considerando que cada tratamiento quedase en una placa diferente.
8. Se distribuyeron los tratamientos en las placas de la refrigeradora.
9. Las muestras se evaluaron cada siete días. Analizando características físico – químicas y recuentos microbianos.





**Figura N° 08.** Esquema general del desarrollo de la investigación.

## ***2.5. Análisis realizados a la materia prima, a las muestras del grupo testigo y a las muestras de carne tratadas durante el tiempo de la evaluación.***

### **2.5.1. Análisis físico – químico**

Con la finalidad de obtener las características físico químicas de la materia prima, grupo testigo y las muestras de carne de cuy tratadas con aceite esencial (300, 500, 1000 ppm.) se realizaron análisis físico – químico que se mencionan a continuación y serán descritos en el anexo A.

- Medición de pH, empleando el método recomendado recomendando por Guerrero, I y Arteaga, R. (1998).
- Porcentaje de ácido láctico. Método de acidez titulable, recomendado por Guerrero, I y Arteaga, R. (1998).
- Porcentaje de humedad. Método de secado automatizado en una balanza de humedad. (Adam Equipment, 2004).
- Porcentaje de proteína. Método de Kjendhal según las NTP N° 201.058.2006 (CARNE Y PRODUCTOS CARNICOS: Definiciones, Clasificación y Requisitos de las Carcasas y Carne de Cuy). (2006).
- Porcentaje de grasas. Método soxhlet, recomendado por la facultad de ciencias exactas de la UNLP. (2008).
- Porcentaje de cenizas. Método de calcinación, recomendado por Castro, W y Heredia, J. (2006).

### **2.5.2. Análisis microbiológicos**

Con la finalidad de determinar la calidad microbiológica en la materia prima, grupo testigo y las muestras de carne de cuy tratadas con aceite esencial (300, 500, 1000 ppm.) durante el tiempo de evaluación se realizaron análisis microbiológicos que se mencionan a continuación y serán descritos en el anexo A.

- Recuento de aerobios totales. Método de recuento en placa, recomendado por Ahmed, E. y Carolyn Carlstrom. (2003).

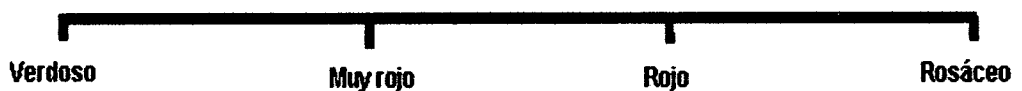
- Recuento de *Enterobacteriaceae* lactosa – positivas (coliformes). Método Número Más Probable (NMP), recomendado por Calderón, V. y Pascual, A. (1999).

## 2.6. Para el análisis sensorial

El análisis sensorial de las muestras de carne tanto al inicio como al final de la investigación, se realizó mediante el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA); para lo cual se seleccionaron seis jueces entre alumnos y egresados de la universidad, quienes tuvieron la misión de valorar las muestras de carne, en tres propiedades sensoriales: mediante el olor, el color y finalmente mediante la apariencia general. Para el desarrollo de este análisis se le entregó a cada juez inmediatamente antes de la evaluación sensorial, una hoja en la que para cada factor existía una recta estructurada, que ofrecía posibles alternativas de medidas.

Este método, hace posible la medida de valores medios, que se pueden valorar sin ningún problema, puesto que aunque los jueces no conocían cual era la estructura de la recta, esta tenía 12 cm dividido en tres o cuatro partes según la variable y el número de alternativas de medida de las valoraciones.

Para el color se estableció una escala estructurada; tal como se representa a continuación:



Donde:

- 0 = Color Verdoso
- 4 = Color Muy rojo
- 8 = Color Rojo
- 12= Color rosáceo

En el caso del olor las muestras se clasificaron como:



Donde:

0 = Olor desagradable,

6 = Olor Neutro y

12= Olor Característico.

Para la apariencia general; se considero:



Donde:

0 = Mala apariencia

4 = Regular apariencia

8 = Buena apariencia

12=Muy buena apariencia

Los jueces que participaron en esta prueba fueron seleccionadas por conveniencia, llevándose a cabo el análisis en horas de la mañana aproximadamente dos horas después del desayuno, tal como lo recomienda Ureña, M. (1999).

Todo el proceso de la evaluación sensorial se llevó a cabo, en el laboratorio de ingeniería de operaciones de la UNAT-A. Las muestras se sacaron del refrigerador 15 minutos antes, se les retiró del envase, eliminó el agua exudada con papel absorbente y colocaron en tapers de poliestireno estirado, por separado. Antes de empezar la evaluación se les explicó a los jueces como funciona este método de

análisis descriptivo cuantitativo y se les entregó las 05 muestras (materia prima, grupo testigo, T1, T2 y T3), previamente codificadas, de la manera siguiente:

M1: Materia Prima

M2: Tratamiento T3

M3: Tratamiento T1

M4: Tratamiento T2

M5: Grupo Testigo

## **2.7. Para el análisis de datos**

### **2.7.1. De la evaluación físico – química de la carne**

Para el análisis de datos del presente trabajo de investigación, se empleó un diseño factorial 3A x 5B, bajo un DBCA con tres repeticiones, para evaluar las variaciones de pH, acidez total y humedad de la carne de cuy a través del tiempo. Los factores evaluados fueron:

**Factor A:** Concentración de aceite esencial de ajo a aplicar

A<sub>1</sub>: 300 ppm

A<sub>2</sub>: 500 ppm

A<sub>3</sub>: 1000 ppm

**Factor B:** Tiempo que debe pasar en refrigeración para realizar la evaluación

B<sub>1</sub>: 0 días

B<sub>3</sub>: 14 días

B<sub>5</sub>: 29 días

B<sub>2</sub>: 7 días

B<sub>4</sub>: 21 días

Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{(ij)} + \epsilon_{(ijk)}$$

$Y_{ijk}$  : Tiempo que la k – ésima muestra de carne de cuy conserva sus características físicas - químicas.

$\mu$  : Efecto de la media general

$\alpha_i$  : Efecto de la i – ésima concentración de aceite esencial de ajo

$\beta_j$  : Efecto de la j – ésimo tiempo que pasa en refrigeración antes de evaluar su calidad.

$\alpha\beta_{(ij)}$  : Efecto de la interacción de la i – ésima concentración de aceite esencial de ajo con el j – ésimo tiempo que pasa en refrigeración antes de evaluar su calidad.

$\epsilon_{(ijk)}$  : Error experimental

### Comparación de medias

Debido a que se empleó muestra testigo, se realizó en primera instancia la comparación de medias mediante la prueba de Dunnet, con un 95% de significancia.

Para comparar todos los tratamientos entre sí, se empleó la prueba de Tuckey al 95% de significancia.

### 2.7.2. De la evaluación microbiológica

Para el análisis de datos del presente trabajo de investigación, se empleará un diseño factorial 3A x 5B, bajo un DBCA con tres repeticiones, para evaluar el recuento de gérmenes viables.

Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{(ij)} + \epsilon_{(ijk)}$$

$Y_{ijk}$  : Tiempo en el que el recuento de gérmenes viables sobrepasa el  $10^7$  ufc/g

$\mu$  : Efecto de la media general

$\alpha_i$  : Efecto de la  $i$  – ésima concentración de aceite esencial de ajo

$\beta_j$  : Efecto del  $j$  – ésimo tiempo que pasa en refrigeración antes de evaluar su calidad.

$\alpha\beta_{(ij)}$  : Efecto de la interacción de la  $i$  – ésima concentración de aceite esencial de ajo con el  $j$  – ésimo tiempo que pasa en refrigeración antes de evaluar su calidad.

$\epsilon_{(ijk)}$  : Error experimental

### Comparación de medias

Debido a que se empleó muestra testigo, se realizó en primera instancia la comparación de medias mediante la prueba de Dunnett, con un 95% de significancia.

Además se empleó, para comparar los tratamientos entre sí, la prueba de Tuckey al 95% de significancia.

### 2.7.3. De la Evaluación Sensorial

Para el análisis de datos de la evaluación sensorial se realizará un diseño en bloques completamente al azar, con tres bloques y tres tratamientos.

### Modelo Aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \bar{E}_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  : Calidad sensorial de las muestras de carne

$\mu$  : Media general

$\alpha_i$  : i-ésimo tratamiento

$\beta_j$  : j-ésimo panelista

$\bar{E}_{ijk}$  : Error experimental

### Comparación de medias

Debido a que se empleó muestra testigo, se realizó en primera instancia la comparación de medias mediante la prueba de Dunnett, con un 95% de significancia.

Además se empleó, para comparar los tratamientos entre sí, la prueba de Tuckey al 95% de significancia.



### III. RESULTADOS

#### 3.1. De la obtención del aceite esencial de ajo

De los 4 kilogramos de ajo variedad rosada, que se empleó se obtuvo un promedio de 5 mL de aceite esencial de ajo, representando un rendimiento de 0,13%.

El aceite esencial obtenido presentó las características siguientes:

- Color : Amarillo fuerte
- Apariencia : Fácilmente diferenciable en el agua, no miscible con ella y de viscosidad fluida.

#### 3.2. Del análisis de composición química proximal de la carne

**Cuadro N° 03: Composición química proximal de la carne de cuy**

Estado de la carne	Porcentaje (%)			
	Humedad	Proteínas	Grasas	Cenizas
Materia Prima	77,53	20,30	1,29	0,88
GT	75,48	20,50	3,57	0,45
T1	75,41	21,40	2,29	0,89
T2	69,87	22,30	6,47	1,36
T3	75,00	21,80	2,31	0,89

**Fuente:** Elaboración propia

El análisis de composición de la carne de cuy empleada como materia prima, registró contenidos de 20,3%; 1,29% y 0,88% en cuanto a proteínas, grasas y cenizas respectivamente; mientras que al término de la evaluación, es decir después de 01 mes aproximadamente en refrigeración las muestras del grupo testigo registraron 20,5%; 3,57% y 0,45% de proteínas, grasas y cenizas respectivamente, lo que hace una diferencia de 0,2%; 2,28% en cuanto a proteínas, grasas; asimismo

se produjo una reducción significativa de su contenido en cenizas; ya que paso del 0,88% al 0,45%.

En cuanto a los tratamientos que incluían la incorporación de aceite esencial de ajo, se puede decir que las muestras del tratamiento T2 presentaron mayor exudado y en consecuencia sus componentes se concentraron más, razón por la cual se incrementaron.

Nótese además que para estos tratamientos no existe una reducción del contenido en cenizas de la carne, sino que más bien estas se concentran.

En cuanto a las muestras, que fueron tratadas con aceite esencial de ajo, se puede decir que del tratamiento T1, presentó un incremento con respecto a la materia prima, en 5,4% de proteínas; 77,52% de grasas y 1,1% de cenizas.

Sin embargo en el tratamiento T2, se observó algo resaltante; el porcentaje de cenizas se incrementó en el 54,54% y el porcentaje de grasas aumentó en el 401,10% con respecto a la materia prima.

Si bien para el tratamiento T3, también hubo un incremento en cuanto a sus componentes de cenizas, este incremento fue mínimo; ya que solamente se elevó en el 1,79%, en relación a sus demás componentes de igual manera se incremento pero en tasas inferiores en comparación con los otros tratamientos.

Para mayor ilustración, obsérvese el gráfico siguiente:

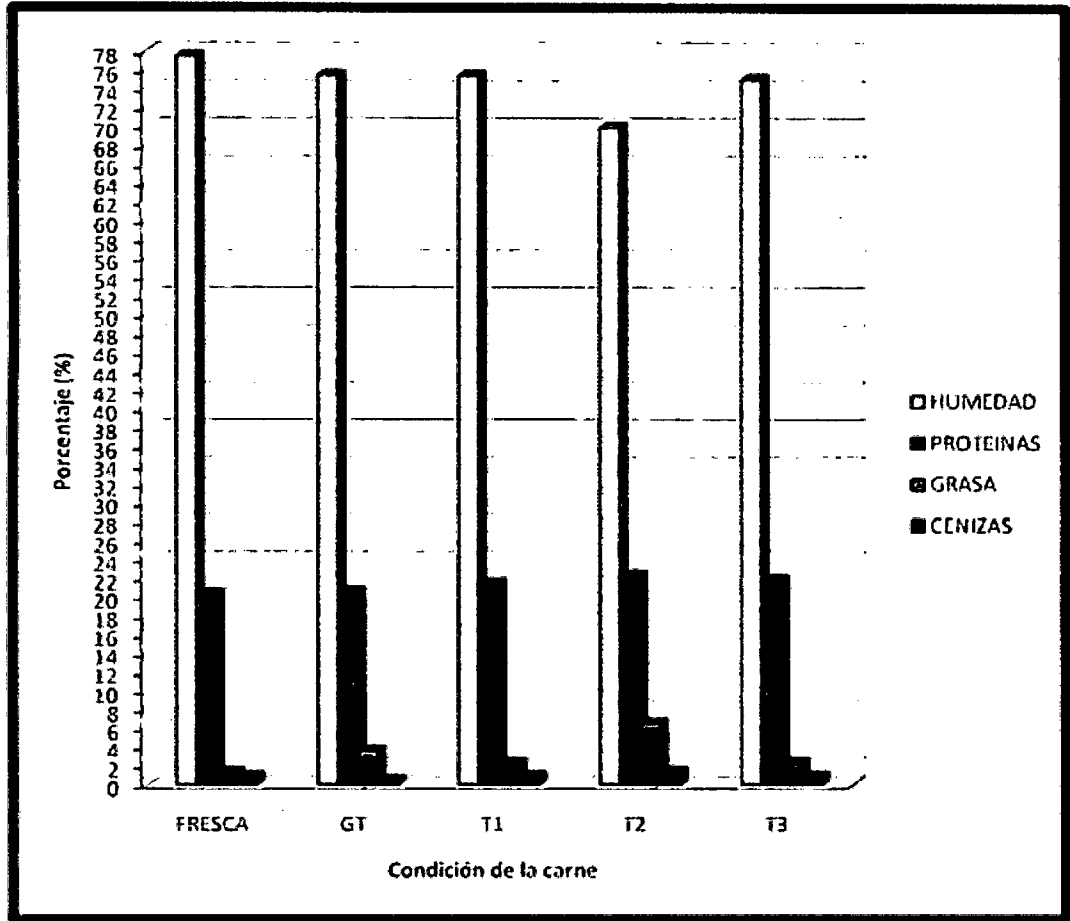


Gráfico N° 01: Comparación de la composición físico - química de la carne de cuy

### 3.3. De los análisis físico- químicos

#### 3.3.1. Medida del pH

Cuadro N° 04: Evolución del pH a través del tiempo

Día	pH			
	GT	T1	T2	T3
0	6,42	6,42	6,42	6,42
7	6,17	6,29	6,25	6,22
14	5,63	5,93	5,98	5,86
21	5,50	5,78	5,84	5,73
29	5,47	5,61	5,68	5,58

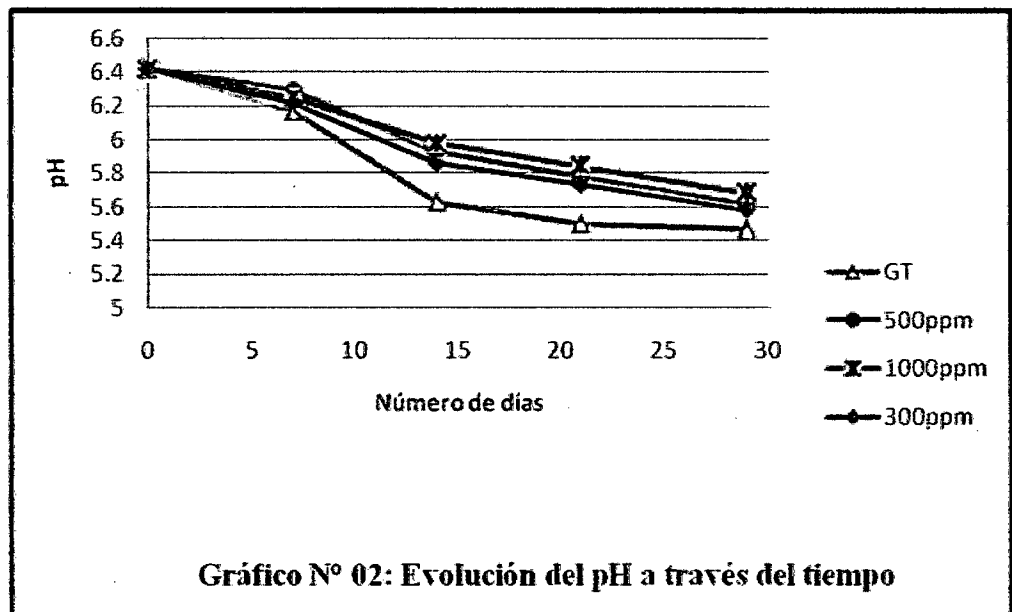
Fuente: Elaboración propia

Se observa que las muestras del grupo testigo, tuvieron un crecimiento mucho más rápido en comparación con las muestras tratadas con el aceite esencial de ajo; tal es así que para el grupo testigo el pH a los 29 días de refrigeración fue de 5,47; por debajo del valor teórico del pH de 5,8 en el que la carne es considerada apta para el consumo.

En cuanto a los tratamientos con aceite esencial de ajo; se observa que para la primera semana hubo un descenso más rápido para el tratamiento T2 que para T1; sin embargo en las semanas posteriores el tratamiento T2 descendió con mayor lentitud que el tratamiento T1. El tratamiento T3 descendió de manera uniforme con respecto a las semanas de evaluación.

A juzgar por las medidas de ésta variable, se tiene que el tratamiento T2 se conserva mejor que el tratamiento T1 y el tratamiento T3, sobrepasando los 21 días de conservación, que se evidencia por el pH mayor a 5,8; en el cual la carne es considerada apta para el consumo.

Sin embargo las diferencias entre los tres tratamientos (T1, T2 y T3) no son significativas; tal como se observa en el gráfico siguiente:



### 3.3.2. Medida de la acidez titulable

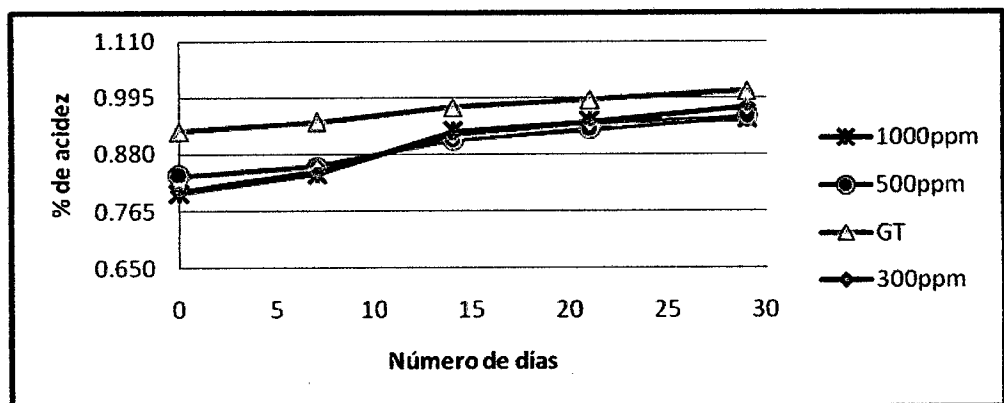
**Cuadro N° 05: Evolución del porcentaje de acidez a través del tiempo**

Día	Porcentaje de acidez (%)			
	GT	T1	T2	T3
0	0,926	0,836	0,801	0,806
7	0,945	0,855	0,840	0,846
14	0,975	0,908	0,925	0,919
21	0,990	0,930	0,945	0,945
29	1,008	0,955	0,950	0,975

**Fuente:** Elaboración propia

El porcentaje de acidez de las muestras de carne de cuy tiene una relación inversamente proporcional con el pH; ya que cuando el pH desciende, la acidez aumenta. Lo que se corroboró ya que siendo las muestras del grupo testigo los que registran los valores de pH más bajos, son también los que presentan mayor acidez.

Luego del tratamiento GT, los tratamientos que tuvieron los valores de acidez más altos a través del tiempo de evaluación son: el tratamiento T3, el Tratamiento T1 y T2 en orden descendente. Presentando una relación inversamente proporcional con la concentración de aceite esencial de ajo aplicado; tal como se observa en el gráfico siguiente:



**Gráfico N° 03: Evolución del porcentaje de la acidez titulable**

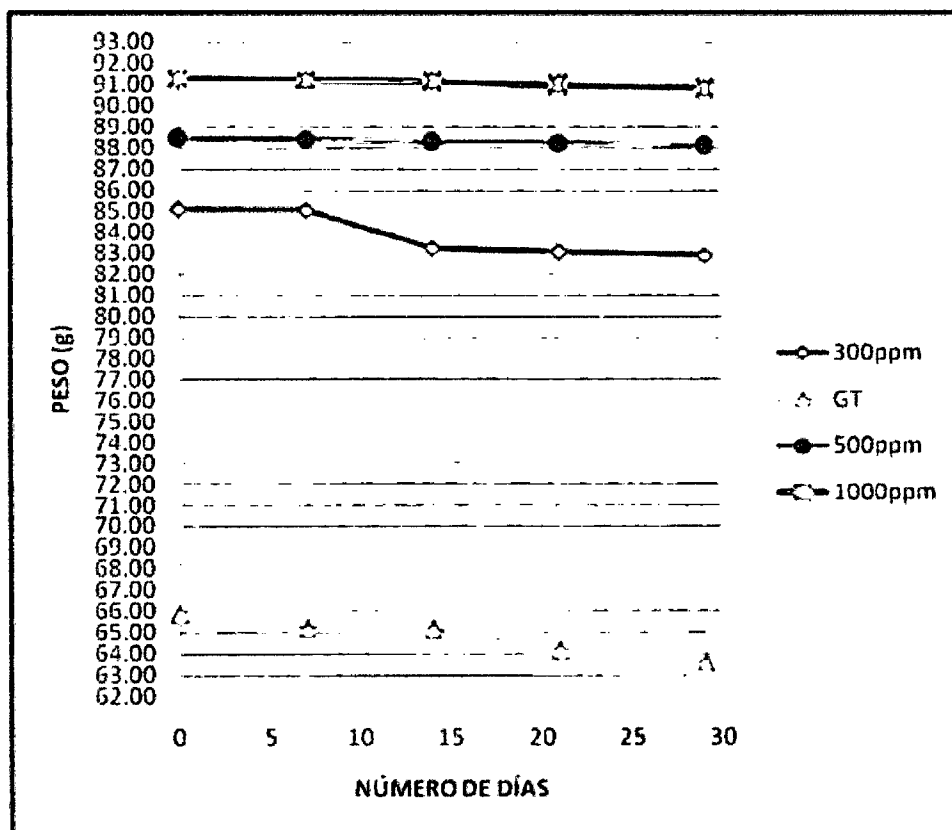
### 3.3.3. Medida de los pesos de las muestras

**Cuadro N° 06: Variación de los pesos a través del tiempo**

Día	Variación de peso (g)			
	GT	T1	T2	T3
7	0,67	0,03	0,06	0,07
14	0,05	0,14	0,09	1,81
21	1,01	0,05	0,18	0,19
29	0,58	0,14	0,17	0,17

Fuente: Elaboración propia

Los pesos están directamente relacionados con la disminución de la humedad, por tanto en la medida que disminuyó el contenido de agua también disminuyó el peso de las muestras. Obsérvese el gráfico N° 4 y 5



**Gráfico N° 04: Evolución de pesos a través del tiempo**

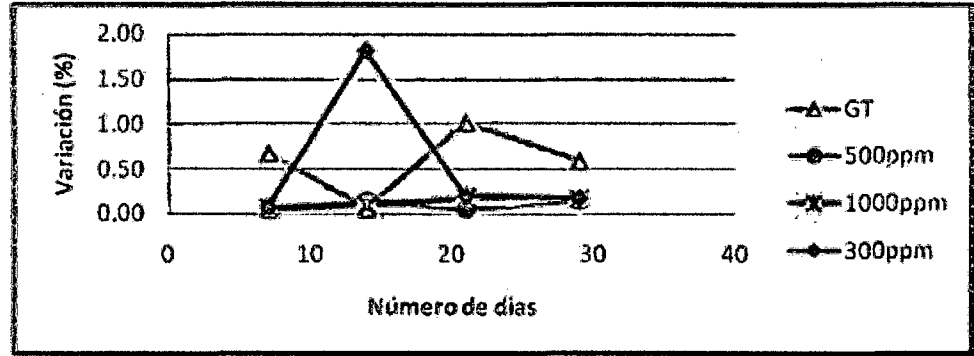


Gráfico N° 05: Variación de los pesos

### 3.3.4. Medida del porcentaje de humedad

Cuadro N° 07: Evolución de la humedad a través del tiempo

Día	Humedad (%)			
	GT	T1	T2	T3
0	77,53	77,53	77,53	77,53
21	76,02	75,74	70,89	75,04
29	75,48	75,41	69,87	75,00

Fuente: Elaboración propia

La humedad, es una variable que como era de esperarse, disminuyó a través del tiempo; sin embargo se observa que para las muestras de tratamiento T2 existió una disminución más significativa que para los otros tratamientos. (Ver gráfico N° 06)

Se aprecia además que el exudado tuvo un crecimiento directamente proporcional a la dosis de aceite esencial de ajo que fueron incorporadas a las muestras de carne de cuy; tal es así para las muestras del tratamiento T2, hubo mayor exudación.

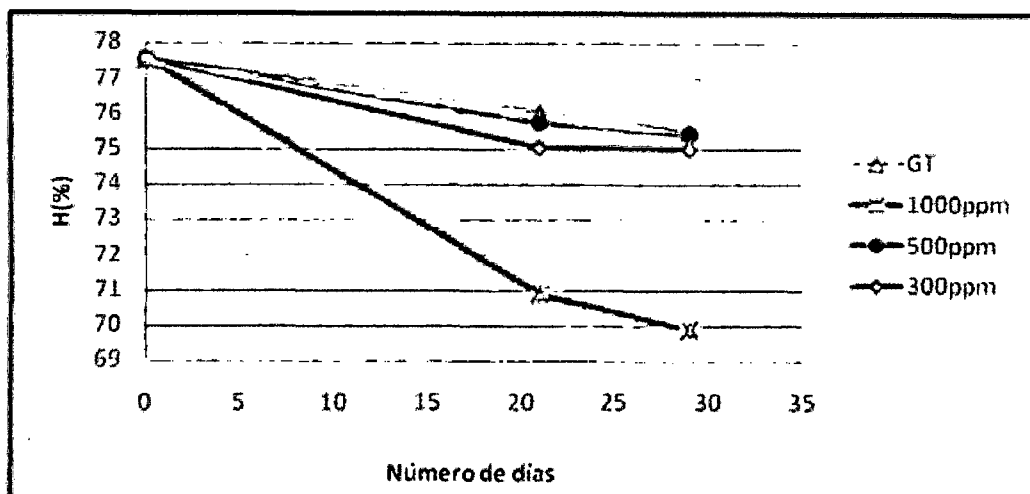


Gráfico N° 06: Evolución de la humedad a través del tiempo

### 3.4. De los análisis microbiológicos

Cuadro N° 08: Evolución del recuento microbiano a través del tiempo

Día	Recuento (UFC/g)			
	GT	T1	T2	T3
0	1.40E+04	1.40E+04	1.40E+04	1.40E+04
7	1.70E+06	1.9E+05	1.75E+05	1.95E+05
14	4.20E+08	2.0E+06	1.69E+06	2.00E+06
21	2.30E+09	4.9E+07	4.40E+07	5.40E+07
29	2.79E+09	1.80E+08	1.03E+08	2.00E+08

Fuente: Elaboración propia

La carne de cuy como materia prima, según el recuento microbiano, es considerada carne de buena calidad para la industria; sin embargo a pesar de que se está empleando la refrigeración como medio de conservación se observa que a la primera semana hay un crecimiento exponencial para las muestras de grupo control, en las semanas posteriores para este grupo, los microorganismos tuvieron crecimiento lento.



En el tratamiento T2, hubo un crecimiento más lento que los tratamientos T1 y T3; sin embargo se observa que las diferencias entre los recuentos para los tres tratamientos son insignificantes.

Según las especificaciones para recuento microbiano de la ICMSF, una carne es apta para consumo siempre y cuando no sobrepase los  $10^7$  ufc/g de alimento; por lo tanto el grupo testigo tiene un periodo de conservación de características microbiológicas de aproximadamente 9 días. En cambio las muestras de tratamiento T1 y T3 alcanzan los 17 días; mientras que las muestras del tratamiento T2 llegan hasta los 18 días de conservación de características aptas para el consumo.

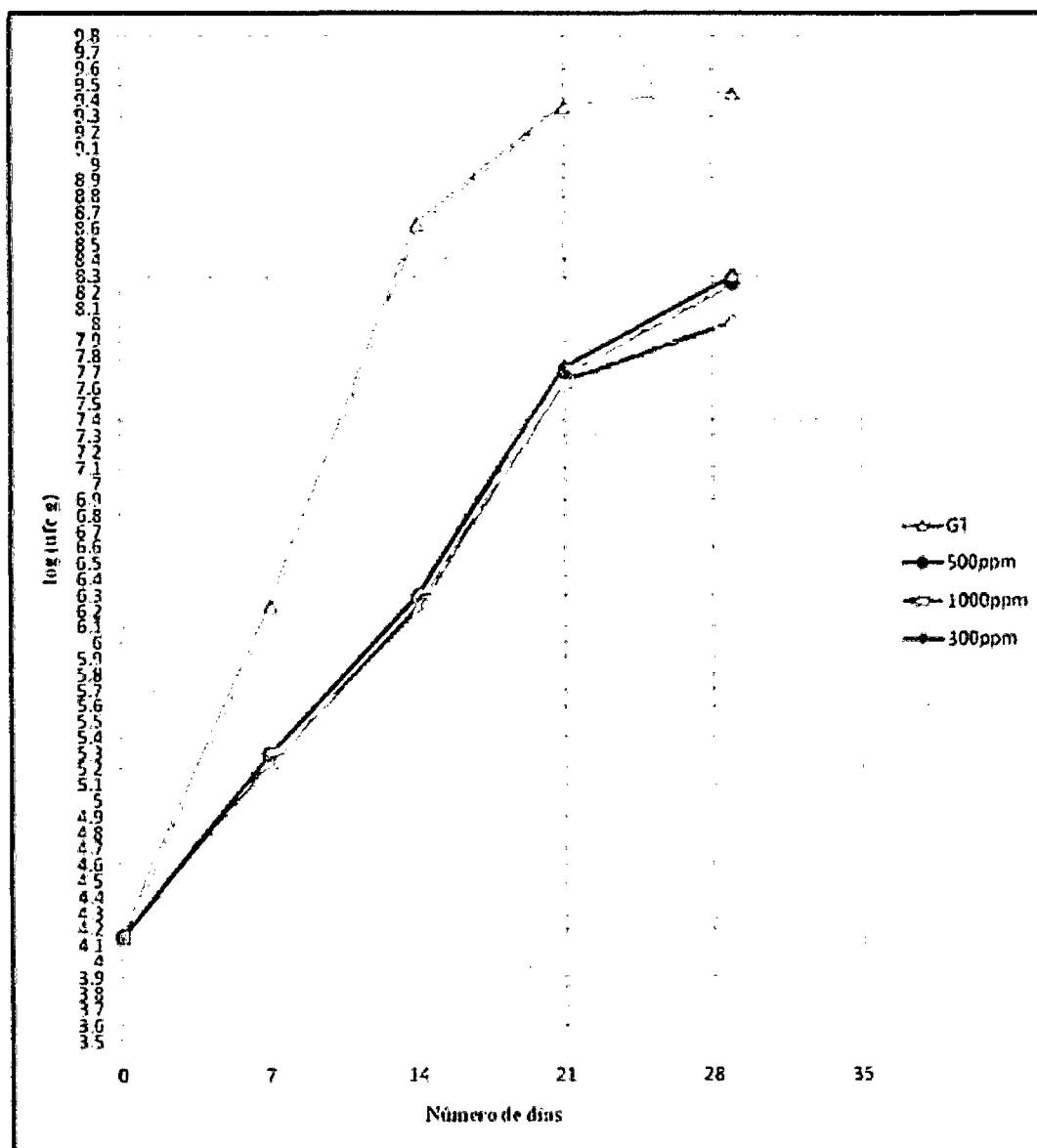


Gráfico N° 07: Recuento de gérmenes aerobios viables.

### 3.5. Del análisis sensorial

#### 3.5.1. De la materia prima.- Carne de cuy en el día cero (0) de evaluación

- **Color** : Rojo rosáceo brillante
- **Olor** : Característico
- **Apariencia general** : Característica de carne de cuy fresca, brillante, lisa; sin defectos apreciables a simple vista.

#### 3.5.2. Del producto al final de la investigación.- A los 29 días de evaluación

- **Color**
  - **Grupo testigo** : Formación de zonas teñidas de rojo intenso con expulsión de líquidos pastosos y algunas zonas verdosas.
  - **T1** : Coloración roja en todo los tejidos de la carne
  - **T2** : Coloración rosácea en todo los tejidos de la carne
  - **T3** : Coloración roja desuniforme en los tejidos de la carne, se evidencian algunos puntos de coloración verde.
- **Olor**
  - **Grupo testigo** : Olor desagradable
  - **T1** : Olor neutro
  - **T2** : Olor característico
  - **T3** : Olor casi desagradable

- **Apariencia general**

- **Grupo testigo** : Mala, en estado de putrefacción.
- **T1** : Buena
- **T2** : Muy buena
- **T3** : Regular

### 3.6. Del análisis de datos

- ✓ **De la variación del pH**

El cuadro ANVA N° 11 del anexo muestra que existe estadísticamente, en la variación del pH, influencia significativa de los cuatro tratamientos y los días de evaluación; sin embargo no existe influencia de las interacciones entre tratamientos y días de evaluaciones.

En la prueba Dunnet y Tuckey al 95% de confianza, cuadro N° 12 del anexo muestra que existe estadísticamente diferencia significativa entre el pH de los tratamientos T1 y T2 con los del grupo testigo, en tanto que no existe diferencia significativa entre las variaciones de pH de los tratamientos que incluyen la incorporación de aceite esencial de ajo en diferentes concentraciones.

- ✓ **De la variación de la acidez titulable**

El cuadro ANVA N° 16 del anexo muestra que existe estadísticamente, influencias significativas de los tratamientos y días de evaluación en los resultados del % de acidez, pero no hay efectos de interacción entre ambos.

En la prueba Dunnet y Tuckey al 95% de confianza, cuadro N° 17 del anexo muestra que existe estadísticamente diferencia significativa solamente con respecto al grupo testigo, más no existen diferencias significativas en cuanto al porcentaje de acidez de los tratamientos T1, T2 y T3.

✓ **De la variación de los pesos**

El cuadro ANVA N° 20 del anexo muestra que existe influencia de cada uno de los factores (Tratamientos y Días de evaluación) y de la interacción de los mismos, en los resultados de la variación de los pesos.

En la prueba Dunnet y Tuckey al 95% de confianza, cuadro N° 21 del anexo muestra existe estadísticamente diferencias significativas entre las variaciones de pesos de todos los tratamiento; presentando la menor diferencia la comparación entre el grupo testigo (GT) y el tratamiento T3.

No encontrándose ningún grupo homogéneo por variación de pesos de tratamientos.

✓ **De la variación del porcentaje de humedad**

El cuadro ANVA N° 24 del anexo muestra que existe estadísticamente influencia de cada uno de los factores (Tratamientos y Días de evaluación) y de la interacción de los mismos, en los resultados del % de humedad de las muestras de carne de cuy.

En la prueba Dunnet y Tuckey al 95% de confianza, cuadro N° 25 del anexo muestra existe estadísticamente diferencias significativas, en cuanto al % de humedad entre los tratamientos GT – T2, T1 – T2 y T2 – T3; mientras que para las otras comparaciones entre los tratamientos la diferencia es insignificante.

✓ **Del recuento microbiano en cuanto a Gérmenes Aerobios Viabiles**

El cuadro ANVA N° 27 del anexo muestra que existe estadísticamente influencia significativa de los tratamientos, de los días de evaluación y de la interacción de ambos factores, en los resultados, referente al recuento microbiano.

En la prueba Dunnet y Tuckey al 95% de confianza, cuadro N° 28 del anexo muestra existe estadísticamente diferencia significativa entre cualquiera de los tres tratamientos, que incluyen la incorporación de aceite esencial de ajo en las muestras de carne de cuy y las muestras del grupo testigo; sin embargo no

existen diferencias significativas en cuanto al recuento microbiano para los tres tratamientos.

✓ **Del análisis sensorial**

• **Color de las muestras de la carne**

El cuadro de análisis ANVA N° 32 del anexo muestra que estadísticamente los tratamientos son fuentes de variación significativas; sin embargo los jueces no lo son.

En la prueba Tuckey al 95% de confianza, cuadro N° 33 del anexo muestra estadísticamente existe variaciones significativas, de las apreciaciones de color de las muestras de carne de cuy; presentando tan sólo dos grupos homogéneos: M1 y M2, M2 y M5.

• **Olor de las muestras de la carne**

En la prueba Tuckey al 95% de confianza, cuadro N° 37 del anexo muestra que existe estadísticamente diferencias significativas en las apreciaciones de olor para todas las comparaciones; es decir cada muestra difiere de la otra en cuanto a su olor.

• **Apariencia general de las muestras de la carne**

En la prueba Tuckey al 95% de confianza, cuadro N°41 del anexo muestra que existe estadísticamente diferencias significativas en las valoraciones de los jueces, referente a la apariencia general de las muestras, no presentando por tanto, ningún grupo homogéneo.

#### IV. DISCUSION

- ✓ Según García, Paz y Salas (2007), que realizaron la investigación sobre el efecto de Conservantes y Temperatura de Almacenamiento en la Conservación de Carne Fresca de Cuy, Envasada a Vacío, en condiciones de refrigeración y con conservantes químicos, encontraron que la carne de cuy puede prolongar su vida útil hasta por 30 días; sin embargo no realizaron análisis microbiológicos que respalden su conclusión. En tanto en la presente investigación se determinó que la carne de cuy conservada a 3°C y con incorporación de aceite esencial de ajo como conservante, tiene aproximadamente 20 días de vida útil, en el que la carne se encuentra en condiciones aptas para el consumo; ya que para este tiempo las muestras de carne de cuy presentaron un recuento microbiano de gérmenes viables, menor a  $10^7$  UFC/g, que es la cifra que la ICMSF (1994); dispone como límite máximo de carga microbiana que debe tener una carne apta para el consumo.
  
- ✓ Según Busto (2008); el recuento microbiano de las canales de ganado vacuno, después de su faenado pero antes de su enfriamiento debe ser entre  $3,5\text{UFC}/\text{cm}^2$  media logarítmica diaria y  $5,0\text{UFC}/\text{cm}^2$  media logarítmica diaria. Resultados similares se obtuvieron en este trabajo, comprobándose así el adecuado manejo de los animales durante el proceso del beneficio.
  
- ✓ Según Parry (1995); el envasado al vacío, es una técnica de conservación poco utilizada para el mercado de venta al por menor, ya que la reducción de oxígeno, unido a la baja permeabilidad a este gas del film de envasado, provoca un cambio del color de la carne desde rojo a pardo, debido a la conversión de la mioglobina a metamioglobina, color que no es aceptado por los consumidores. Hecho que se confirmó en el presente trabajo de investigación; sin embargo cabe recalcar que después de separar la carne del envase y pasado algunos minutos, la carne recupera su color original, probablemente debido al contacto con el oxígeno.

- ✓ Según Ordóñez (1992), las sustancias resultantes del metabolismo de las bacterias lácticas, que confieren a la carne un aroma característico, se disipan rápidamente al abrir el envase. Lo que se verificó en esta investigación, ya que al abrir el envase los olores se disipaban rápidamente.
  
- ✓ Según Lawrie (1974); el pH de la carne durante el almacenamiento tanto al medio ambiente como en refrigeración, debe descender debido a la producción de ácido láctico, en tanto que este descenso es favorable para la conservación de la carne por que hace más lento el desarrollo microbiano, aunque disminuya la capacidad de retención de agua de la carne, por estar dicho pH cerca del punto isoeléctrico de las proteínas musculares. Hecho que se constató en el presente trabajo de investigación; ya que el pH descendió gradualmente a lo largo del periodo de evaluación; mientras que el exudado originado explica la relación existente entre el pH y la Capacidad de retención de agua.
  
- ✓ Según Guerrero (1990); un manejo incorrecto del ganado previo a la faena no permite una evolución post-mortem normal, por lo que los procesos bioquímicos y biofísicos que se desencadenan después de la muerte del animal para que el músculo se transforme en carne, no se pueden desarrollar con el suficiente glucógeno (fuente de energía) para transformarlo en ácido láctico (responsable de la acidez), por lo que no se logra el pH normal de la carne, que es del orden de 5,5 a 5,6. Al verse alterado el proceso de evolución post-mortem, se crean las condiciones para la aparición del fenómeno “corte oscuro”; el color de la carne aparece alterado (oscuro), así como también su textura. Estos cambios no le hacen perder a la carne su aptitud para el consumo humano pero acortan su durabilidad, ya que el pH elevado de la carne vacuna favorece el crecimiento bacteriano al no inhibir ni la supervivencia ni la reproducción bacteriana, lo que hace que el producto tenga una vida útil más corta que lo normal. Razón por la cual se puede decir que el proceso de beneficio aplicado a los cuyes fue óptimo; ya que no se registraron pH estables para ninguno de los tratamientos y tampoco se observó la formación de compuestos anormales que se evidenciaran

transformando al color natural de la carne en color rojo oscuro, además no existió alteración significativa de la textura de la carne de cuy.

- ✓ Según Prince (2001), es sabido que la estabilidad bacteriológica de la carne es mayor cuando el pH es inferior a 5,5. Las bacterias de la superficie de la carne que son en gran parte las que limitan la vida útil de la carne fresca refrigerada (principalmente las especies del género pseudomonas), son psicrófilas y aeróbicas pero no ácido tolerante. En la mayoría de los casos el ácido láctico acumulado tiene un efecto conservador pequeño, pero dada la naturaleza muy perecedera de las carnes frescas, incluso una pequeña prolongación de la vida útil de la carne tiene importancia. Por lo tanto este trabajo de investigación es de mucha importancia; ya que incluye la aplicación de tecnologías que permiten prolongar la vida útil de la carne, y con la adición de insumos totalmente orgánicos.
  
- ✓ Según Mirallas (2007), la velocidad y la magnitud de la caída de pH después del sacrificio, es posiblemente la causa más importante de la variación en calidad de carne. Los cambios en el pH después del sacrificio son básicamente debidos a la degradación del glucógeno (reserva energética del músculo) a ácido láctico mediante glucogenolisis (metabolización del glucógeno). Hecho que se corroboró en este trabajo de investigación; ya que se vio que al descender el pH las demás variables de evaluación también se modificaron, guardando una relación inversamente proporcional con el porcentaje de acidez.
  
- ✓ Según López (2001); cuando el crecimiento microbiano de gérmenes viables llega a ser lo suficientemente grande se crean ambientes reductores (metabolitos capaces de formar complejos con la metamioglobina) que generan una reversión del color al llegar a  $10^9$  ufc/g. Lo que se comprobó en esta investigación; ya que para esa cantidad aproximadamente del recuento microbiano, las muestras presentaron coloración verdosa alternada con zonas de color intenso.



- ✓ Según Wilson (1990); cuando la carne entra en estado de putrefacción se originan albuminas, pectosas o aminoácidos y al proseguir la descomposición, pueden los aminoácidos, como consecuencia de la acción fermentativa, transformarse en aminas desprendiendo anhídrido carbónico (decarboxilación o bien desprenden amoníaco (bacterias anaerobias), dando como consecuencia olores desagradables; tal y como se constato en este trabajo de investigación, cuando las muestras de carne de cuy presentaron indicios de putrefacción.
  
- ✓ Según Ureña (1999); Las propiedades sensoriales son determinantes en la compra de los productos por parte de los consumidores. Sin embargo en este trabajo se comprobó que a pesar de la aceptabilidad sensorial y fisico-química hasta el final del periodo experimental, los recuentos microbianos superaron los niveles considerados como suficientes para alterar la carne. Al respecto se complementa que el deterioro microbiano de la carne y la degradación de los nucleótidos son asociadas, pero no directa a la vez.
  
- ✓ Según Jara (2007); la carne con pH intermedio de 5,8 a 6,1 y pH alto: mayor a 6,1 puede ser envasada al vacío y almacenada a  $0\pm 1^{\circ}\text{C}$  por un periodo no superior a 45 días, conservando sus características organolépticas. Hecho que se corroboró en esta investigación; ya que aunque se determinó un tiempo menor al de la referencia, esto pudo deberse a que la temperatura de almacenamiento fue de  $3^{\circ}\text{C}$  y a que la carne empleada no fue de ganado vacuno.
  
- ✓ Referente al gráfico N° 01: composición físico – química proximal de la carne de cuy, se aprecia que hubo un incremento ligero de componentes para las muestras tratadas, lo que se debe a la disminución del porcentaje de humedad, originado por el exudado de las muestras durante el tiempo de evaluación (aproximadamente 1 mes).

- ✓ Respecto al gráfico N° 02: Evolución del pH a través del tiempo; se observa que en todos los tratamientos existe un descenso del pH, acentuándose más en las muestras del grupo testigo, esto puede deberse a la presencia de bacterias lácticas en la carne de cuy; las mismas que al parecer son inhibidas por el aceite esencial de ajo, lo que se traduce en pH mayores o en la conformación de sistemas más básicos. Se aprecia también que la inhibición de bacterias lácticas es directamente proporcional a la concentración de aceite esencial de ajo adicionado a las muestras de carne de cuy.
  
- ✓ En el gráfico N° 03: Evolución de la acidez, se corroboró el descenso del pH; ya que se observó que las muestras del grupo testigo presentaron mayor acidez en comparación con los tratamientos que incluyeron el empleo del aceite esencial de ajo. Además se puede decir que a mayor concentración de aceite esencial de ajo, mayor pH y por lo tanto menor porcentaje de ácido láctico.
  
- ✓ En cuanto al gráfico N° 05: Variación de pesos, se puede decir que existe mayor inestabilidad en cuanto a las variaciones de peso para las muestras del grupo testigo; ya que como se aprecia en el gráfico N° 05 todas las semanas estas variaciones se incrementan o disminuyen. Con respecto a los tratamientos T1, T2 y T3 se puede decir que las variaciones de peso se mantienen estables desde la primera semana; sin embargo para el tratamiento T3 se observa que tuvo un incremento de variación grande durante las dos primeras semanas, para la tercera semana la variación descendió casi hasta el valor de la variación inicial; eso puede deberse a errores de medida o a que para este tratamiento, que es el de menor concentración de aceite esencial de ajo, existe mayor área expuesta de la carne, lo que conlleva a una deshidratación más rápida en comparación con los otros tratamientos.
  
- ✓ Referente al gráfico N° 06: Recuento microbiano de gérmenes viables, se aprecia que existe crecimiento microbiano para todos los tratamientos; siendo mayor en las muestras del grupo testigo, lo que explicaría el efecto inhibitorio

del aceite esencial de ajo. En cuanto a los tratamientos de aceite esencial de ajo se observa que no existen diferencias significativas entre los recuentos microbianos hasta la cuarta semana, que es donde se abren pequeñas diferencias entre los tratamientos, observándose que el crecimiento microbiano es inversamente proporcional a la concentración de aceite esencial de ajo aplicado.

## V. CONCLUSIONES

- ✓ La carne de cuy envasada a vacío y con aceite esencial de ajo como aditivo y almacenada en refrigeración, se conserva aproximadamente por 20 días, 12 días más de lo que se conserva la carne de cuy envasada a vacío y almacenada en refrigeración sin adición de ningún tipo de conservante.
- ✓ La carne de cuy, envasada a vacío y almacenada en refrigeración conserva sus características organolépticas hasta por 20 días.
- ✓ El aceite esencial de ajo es un conservante orgánico capaz de funcionar eficientemente en bajas concentraciones.
- ✓ El tratamiento que tuvo mejor resultado es el tratamiento T2; pero al no haber diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T2, que incluyen la incorporación de aceite esencial de ajo, por razones económicas se recomienda emplear el tratamiento T1.
- ✓ A pesar de la aceptabilidad sensorial y físico-química hasta el final del periodo experimental, los recuentos microbianos superaron los niveles considerados como suficientes para alterar la carne.
- ✓ Las muestras a medida que pasaban los días presentaron putrefacción alterando las características de la carne en diferentes grados y contiene un olor desagradable.
- ✓ Evaluar la calidad de la carne incluye la medida de variables diferentes, que guardan estrecha relación entre sí.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- ✓ Realizar trabajos de investigación que incluyan el empleo de aceite esencial de ajo comercial o analizar el aceite esencial de ajo en su composición química al detalle.
  
- ✓ Realizar trabajos de investigación que demanden de ambientes especiales para análisis microbiológicos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ✓ BUSTO, P, etal. 2008. Recopilación de Normas Microbiológicas de los Alimentos y Asimilados y Otros Parámetros Físico-Químicos de Interés Sanitario. Departamento de Sanidad. Gobierno Vasco. C/ M<sup>a</sup> Díaz de Haro, 60. 48010 BILBAO
- ✓ BURBA, J.L. Coordinador Proyecto Nacional Ajo/INTA
- ✓ CARRETERO, M. 2007. Importancia del ajo en el mantenimiento de la salud Disponible en: [http://canales.laverdad.es/cienciaysalud/5\\_3\\_1.html](http://canales.laverdad.es/cienciaysalud/5_3_1.html)  
Accesado: 01/06/08
- ✓ CASTRO, W; HEREDIA, J. 2005. Manual de prácticas de análisis de productos agroindustriales. Editorial INDUGRAPH. 2<sup>da</sup> edición. Chachapoyas – Perú.
- ✓ Facultad Ciencias Exactas, UNLP. 2008. Determinación de lípidos. Análisis de los alimentos.
- ✓ GARCÍA, H; PAZ, R; SALAS, J. 2007. Efecto de conservantes y temperatura de almacenamiento en el tiempo de vida útil para carne fresca de cuy (*Cavia tschudii* o *Cavia cobayo*) envasada a vacío Arequipa – 2007. Departamento académico de ciencias e ingenierías biológicas y químicas en el programa profesional de ingeniería de industria alimentaria. Universidad católica de santa maría. Arequipa – Perú
- ✓ GONZALES, G. 2006. Compuestos volátiles de origen natural: nuevas alternativas para la conservación de productos vegetales frescos cortados. Laboratorio de vegetales frescos cortados CIAD. Hermosillo – México.  
Disponible en: <http://www.esalq.usp.br/departamentos/lpv/eventos/palestras/Ponencia%206%20de%20abril%202006.pdf>  
Accesado: 01/06/08

- ✓ GUERRERO, L. 1990. Elaboración y preservación de productos cárnicos. Editorial Trillas – México.
  
- ✓ GUERRERO, I y ARTEAGA, R. 1998. Tecnología de carnes: elaboración y preservación de productos cárnicos. Editorial trillas. México. Pág. 17 – 19
  
- ✓ ICMSF. 1994. Microorganismos indicadores. En: Microorganismos de los alimentos. Volumen 1. Técnicas de análisis microbiológico. Editorial Acribia S.A, Zaragoza - España.
  
- ✓ JARA, J. 2007. Efecto del pH Sobre la Conservación de Carne de Bovino de Corte Oscuro (DFD) Envasada al Vacío, Almacenada a 0°C. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería en Alimentos. Valdivia – Chile  
  
 Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/faj.37e/doc/faj.37e.pdf>  
 Accesado: 18/11/2009
  
- ✓ LAWRIE, R. 1974. Ciencia de la Carne. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España
  
- ✓ LÓPEZ, G. CARBALLO, BM. Madrid, A. 2001. Tecnología de la carne y productos cárnicos. AMV ediciones. Mundi – prensa. Madrid – España.
  
- ✓ MIRALLAS, M. 2007. ITG Ganadero. Influencia del bienestar animal en la calidad de la carne. Editorial Navarra agraria.
  
- ✓ ORDOÑEZ, J. 1992. Ampliación de la vida útil de la carne refrigerada mediante envasado a vacío y en atmósferas modificadas. En: Tecnología y calidad de los productos cárnicos. Ed. Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes del Gobierno de Navarra. P. 191-196. Navarra - España.

- ✓ OYAGÜE, J. 2007. Estabilidad del color. Departamento de higiene y tecnología de los alimentos. Universidad de León. León – España.  
Disponible en: [http://www.geocities.com/nacameh\\_carnes.index.html](http://www.geocities.com/nacameh_carnes.index.html)  
Accesado: 18/12/09
  
- ✓ PARRY, R. 1995. Envasado de los alimentos en atmósfera modificada. Editorial A Madrid Vicente. p. 331. Madrid - España.
  
- ✓ PRICE y JAMES. 2001. Ciencia de la carne y de los productos cárnicos 2ª edición Editorial ACRIBIA-Zaragoza, España
  
- ✓ RICO, E y RIVAS, C. 2003. Manual sobre el manejo de cuyes. Proyecto Mejocuy  
Disponible en: <http://www.guineapigmanagement/Bolivia/mark/mrol/081303>  
Accesado: 09/06/08
  
- ✓ SOLIS, J. 2005. Manual de prácticas, tecnología de la carne. Huancayo. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional del Centro del Perú
  
- ✓ UAM. 2000. Compuestos azufrados  
Disponible en: [http://209.85.215.104/search?q=cache:xfi774qyVfAJ:www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/ssantoyo/funcionales/compuestosazufrados.pdf+alicina&hl=es&ct=clnk&cd=4&gl=pe](http://209.85.215.104/search?q=cache:xfi774qyVfAJ:www.uam.es/personal_pdi/ciencias/ssantoyo/funcionales/compuestosazufrados.pdf+alicina&hl=es&ct=clnk&cd=4&gl=pe)  
Accesado: 01/06/08
  
- ✓ UREÑA, M; ARRIGO, M. 1999. Evaluación Sensorial de los Alimentos. Editorial Agraria. Lima - Perú. Págs. 56-57.
  
- ✓ VALCÁRCEL, M; VÁSQUEZ, T. 2008. Potencialidades de Antioxidantes naturales. Departamento de Botánica y de Química Analítica de la Universidad de Córdoba. España



- ✓ WILSON, A. 1990. Inspección de Prácticas de la carne. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España
- ✓ MOSTACERO, J; MEJÍA, F; GAMARRA, O. 2002. Taxonomía de las Fanerógamas Útiles del Perú. Editorial normas legales SAC. Trujillo – Perú. Vol. I. Pág. 28.
- ✓ MOSTACERO, J; MEJÍA, F; GAMARRA, O. 2002. Taxonomía de las Fanerógamas Útiles del Perú. Editorial normas legales SAC. Trujillo – Perú. Vol. II. Pág. 905.
- ✓ NOSKOW, G. 1999. Microbiología de las Carnes Conservadas por el Frío. Editorial Acribia SA. Zaragoza – España.
- ✓ AHMED, E; CARLSTRON, C. 2003. Microbiología de los alimentos. Manual de laboratorio. Editorial Acribia SA. Zaragoza – España.
- ✓ CALDERON, V; PASCUAL, A. 1999. Microbiología Alimentaria, Metodología Analítica para Alimentos y Bebidas. segunda edición. Editorial días santos. Madrid- España.

# **ANEXOS**

## ANEXO A

### DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS DE LAS MUESTRAS DE CARNE DE CUY TRATADAS Y SIN TRATAR CON ACEITE ESENCIAL DE AJOS (*Allium sativum*).

#### 1. Medición de pH.

##### a. Materiales

- 0,5 L de agua destilada
- 01 Licuadora
- 01 Potenciómetro
- 01 filtro
- 04 vaso de precipitación

##### b. Método

1. Se calibró el potenciómetro y pesaron 10 gramos de muestra.
2. Se agregaron 100 mL de agua destilada en una licuadora y se procedió a moler la muestra.
3. Se filtro la mezcla de la carne, con el fin de eliminar los tejidos conectivos.
4. Se realizó la lectura del pH y se enjuagó el electrodo con agua destilada.
5. Se realizaron dos lecturas de pH más por cada muestra.

#### 2. Medición de la acidez titulable

##### a. Materiales

- Muestras de carne de cada tratamiento.
- Coladores de 0,05 mm

- Matraces de 250 mL
- Pipetas de 10 mL
- Matraces Erlenmeyer de 150 mL
- Bureta.
- Soporte universal.
- Pinzas para buretas.
- Agua destilada.

**b. Equipos**

- Licuadora

**c. Método**

El método que se empleo para todos los tratamientos es el mismo y es el que recomienda Guerrero, I y Arteaga, R. (1998). Este método se describe a continuación:

1. Se pesó 10 gramos de carne de cuy y colocó en el vaso de la licuadora.
2. Se añadió 200 mL de agua destilada al vaso de la licuadora, con lo cual se molió la carne.
3. Se filtró lo licuado con la ayuda de un colador, depositando lo filtrado en un matraz de 250 mL y aforándolo con agua destilada.
4. Se tomó 25 mL de esa solución y colocó en un matraz de 150 mL, donde se le agrego 75 mL de agua destilada.
5. Se tituló con NaOH a 0,1N; usando fenolftaleína como indicador. Esta determinación se hizo por triplicado.
6. Se calculo el porcentaje de ácido láctico, mediante la fórmula siguiente:

$$\% \text{ácido láctico} = \frac{V_{(NaOH)} * N_{(NaOH)} * Meq_{(ácido láctico)}}{W_{muestra}} * 100$$

Donde:  $V_{(NaOH)}$  = Volumen de NaOH gastado (mL)

$N_{(NaOH)}$  = Normalidad del NaOH, que es de 0,1N

$Meq_{(ácido láctico)}$  = peso mili equivalente del ácido láctico, de 0,09g/mL

$W_{muestra}$  = Peso de la muestra

### 3. Determinación del contenido de humedad

#### a. Materiales

- 01 balanza de humedad.
- 01 bisturí.
- Agua destilada.
- Espátulas.

#### b. Método

1. Se limpió el recipiente contenedor de la balanza de humedad.
2. Se cortó un retazo de la muestra original de la carne.
3. Se taró la balanza de humedad, para que no existiese influencia de factores ajenos a la evaluación.
4. Se colocó la muestra en el recipiente contenedor y se tomaron los datos de peso.
5. Se calibró la temperatura de secado a 120°C y se procedió a analizar la humedad de la muestra.
6. Cuando el analizador de humedad se detuvo se tomó la lectura de la humedad que tenía el producto.

#### **4. Determinación del contenido de proteína**

##### **a. Materiales**

- Tubos de digestión.
- Colector de humos.
- Digestor de proteínas.
- Equipo de destilación Kjendhal.
- Bureta de titulación.
- Matraz Erlenmeyer.
- Agua destilada.
- Pipetas.
- Probetas.
- Morteros.
- Balanza digital.
- Papel filtro.

##### **b. Reactivos**

- Hidróxido de sodio (NaOH al 40%)
- Ácido bórico al 4%
- Ácido clorhídrico (HCl a 0.25N)
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado
- Catalizador: selenio(Se), sulfato de cobre(CuSO<sub>4</sub>) y sulfato potásico(K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

##### **c. Método**

Se realizó según lo que exige la NTP N° 201.058.2006 (CARNE Y PRODUCTOS CARNICOS: Definiciones, Clasificación y Requisitos de las Carcasas y Carne de

Cuy); es decir la determinación del contenido de proteínas se hizo siguiendo el método de Kjendhal, para lo cual se procedió de la manera siguiente:

1. Con la ayuda de un mortero se molió aproximadamente 2 gramos de muestra por tratamiento.
2. Se tomó el peso exacto de las muestras y se envolvieron en papel filtro (exento de nitrógeno), para introducir las en un tubo de digestión cada muestra.
3. Se añadió 5 gramos de catalizador y 15mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a los tubos de digestión y agito suavemente con la mano.
4. Se colocaron los tubos en la gradilla y colocaron frente al bloque digestor, donde se acopló el colector de humos.
5. Se abrió el grifo de vacío, para maximizar el flujo de aire.
6. Se colocaron los tubos, con toda gradilla, en el bloque calentador (previamente precalentado a 420°C) y pusieron las tapas laterales de las gradillas con el objetivo de homogenizar la temperatura en los tubos y evitar enfriamientos por acción de corrientes de aire.
7. Se deja digerir durante 3 a 5 minutos con el vacío máximo. Después se ajustan el vacío de tal manera que los gases estén estacionarios.
8. Una vez terminada la digestión, se dejaron enfriar los tubos fuera del digestor y después de aproximadamente 15 minutos, se añadieron 75 mL de agua destilada y se agitó con la mano.
9. Se dejó enfriar y llevó a destilación; para lo cual se conectó el tubo al destilador y añadió 80 mL de NaOH al 40%.
10. Se puso en marcha la destilación, recogiendo el líquido destilado en un Erlenmeyer que contenía 25 mL de ácido bórico.
11. Cuando el destilado alcanzó 150 mL se detuvo la destilación, para proceder a titular con HCl a 0,25N hasta que cambie de color a rojo grosella.

12. Se anotó el volumen gastado y procedió a calcular el porcentaje de nitrógeno encontrado en la muestra, mediante la fórmula siguiente:

$$\%Nitrogeno = \frac{Volumen_{gastado} * factor}{W_{muestra}} * 0.35$$

Donde:

$W_{muestra}$  : peso de la muestra

$Factor$  : 6.25

## 5. Determinación del contenido de grasas

### a. Materiales

- Balanza digital.
- Baguetas.
- Papel filtro.
- Pisceta.
- Cocina eléctrica.
- Capsula de porcelana.
- Pinza metálica
- Espátula
- Trozos de vidrio

### b. Equipos

- Campana de desecación.
- Equipo soxhlet completo, con matraz de 250 ml y refrigerante de reflujo.
- Estufa.



**c. Reactivos**

- Éter de petróleo.

**d. Método**

Se realizó bajo el procedimiento recomendado por la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP, específicamente del área de Análisis de los Alimentos.

1. Las muestras fueron sometidas a una estufa con temperatura de 90°C, con la finalidad de realizar un pre - secado que permita realizar la extracción de grasas de la muestra de manera eficiente.
2. Se desecaron los balones a emplearse en la estufa a 100°C.
3. Se pesó 10 g de muestra de carne homogeneizada, previamente desecada, en un cartucho de papel filtro.
4. Se colocó la muestra envuelta con el papel filtro y amarrada con hilo pabilo, en la pieza media del dispositivo de extracción de Soxhlet.
5. Se taró el balón del aparato y conecto al equipo.
6. Por la parte superior del tubo extractor se agregó el solvente (éter de petróleo) hasta que descargue el sifón, agregando además alrededor de la mitad del contenido del tubo extractor.
7. Se calentó para que se produzcan al menos 7 ciclos de llenado y sifonado del tubo extractor (durante 2 horas aproximadamente).
8. Al finalizar la extracción el matraz se coloca durante una hora en una estufa a  $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , con lo que se eliminan del producto los últimos restos de disolvente.
9. El matraz se pesó tras enfriarse en un desecador.
10. Se calculó el porcentaje de grasa que contenían las muestras, mediante la fórmula siguiente:

$$\%GRASA_{CRUDA} = \frac{W_2 - W_1}{W} * 100$$

Donde:

$W_1$  = Masa en gramos, del matraz redondo de fondo plano (con trozos de vidrio)

$W_2$  = Masa en gramos, del matraz con grasa tras el secado.

$W$  = Peso de la muestra en gramos.

## 6. Determinación de cenizas

### a. Materiales

- Muestras de cada tratamiento de carne de cuy.
- Balanza digital portátil
- Crisoles de porcelana de fondo plano.
- Pinza para sacar crisoles.
- Campana de desecación.

### b. Equipos

- Mufla eléctrica de hasta 1500°C.
- Estufa de secado.

### c. Método

Se realizó bajo el método recomendando por Castro, W y Heredia, J. (2006); para lo cual se siguió el procedimiento siguiente:

1. Se lavaron los crisoles y secaron en la estufa.

2. Cuando los crisoles se enfriaron dentro de la misma estufa, se procedió a pesar cada crisol, lo que corresponde al peso  $W_1$ .
3. Posteriormente se depositaron una pequeña cantidad de muestra en cada crisol, con lo cual se tomó el peso  $W_2$ .
4. Se procedió a colocar los crisoles con las muestras en la mufla eléctrica.
5. Se conectó la mufla eléctrica y calibra para que la temperatura de carbonización sea de  $700^{\circ}\text{C}$ .
6. Cuando las muestras se hayan carbonizado en su totalidad, con la ayuda de una pinza se sacan los crisoles e introducen en una campana de desecación, donde se dejan enfriar para tomar el peso  $W_3$ .
7. Con los pesos tomados, se aplicó la formula siguiente:

$$\%Cenizas = \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1} \times 100$$

Donde:

$W_1$  : peso del crisol vacío

$W_2$  : peso de crisol + muestra

$W_3$  : peso de muestra secada

**DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS MUESTRAS DE  
CARNE DE CUY TRATADAS Y SIN TRATAR CON ACEITE ESENCIAL DE  
AJOS (*Allium sativum*) .**

**1. Análisis microbiológicos**

**a. Recuento de aerobios totales**

**i. Preparación de las muestras**

**Materiales**

- Bisturís.
- Matraz de 150mL.

**Método**

Las muestras que se analizaron microbiológicamente fueron preparadas como lo recomienda Noskowa, en el libro “microbiología de las carnes conservadas por el frio”, bajo el procedimiento siguiente:

1. Con la ayuda de un bisturí se desprendió de distintas regiones de la superficie de la carne, una delgada muestra (5 a 10 muestras de 1 a 2cm<sup>2</sup>).
2. Se depositaron las muestras en un matraz de volumen conocido.
3. Se añadieron 10 mL de agua destilada por cada cm<sup>2</sup> de muestra.
4. Se agitó vigorosamente el matraz con la finalidad de que los gérmenes pasen al líquido de dilución.
5. A partir de esa dilución se hicieron los análisis correspondientes.

## **ii. Siembra se las diluciones**

### **Materiales**

- Papeles de reciclaje.
- Placas.
- Cocina eléctrica.
- Micropipetas de 0,1mL y 1mL.
- Tubos de ensayo de 10 x 150mm.
- Espátula.
- Plumón marcador.
- Agua destilada.
- Medio de cultivo: Agar Cuenta Gérmenes (PCA)

### **Equipos**

- Estufa
- Autoclave

### **Método**

1. Previamente se preparó el Agar Cuenta Gérmenes y se distribuyó en las placas a utilizar debidamente esterilizadas.
2. Una vez que el agar contenido en las placas se secó, las placas se voltearon para que no haya acumulación de agua en la superficie del agar, que era nuestro medio cultivo.
3. A partir de la dilución madre que era 10-1, se prepararon las diluciones 10-2 y 10-3, para cada tratamiento.

4. Se realizaron siembras en superficie y siembras en profundidad, de cada dilución por duplicado.
5. Cuando la dilución fue absorbida por el agar, se procedió a empaquetar las placas volteándolas.
6. Una vez listas las placas se incubaron a 37°C por 48 horas.

### **iii. Lectura de placas**

#### **Materiales**

- Lápiz.
- Cuadernillo de apuntes.
- Plumón marcador.

#### **Equipos**

- Contador de colonias.

#### **Método**

1. Transcurrido el tiempo de incubación, para realizar la lectura se empleó un contador de colonias, que permitió contabilizar las colonias de bacterias formadas en ese periodo de tiempo.
2. Con las cifras aproximadas de los gérmenes desarrollados en cada placa de cada una de las diluciones, se procedió a calcular el número de bacterias que probablemente se encuentren en la muestra de carne. La fórmula que se empleo es la siguiente:

$$\text{Re cuenta (ufc / g)} = \frac{\bar{X}_1}{f * V_1} + \frac{\bar{X}_2}{f * V_2} + \frac{\bar{X}_3}{f * V_3}$$

Donde:

$\bar{X}$  : Media del número de colonias de placas diluidas.

F : factor de dilución

V : volumen de inoculado

## ANEXO B

### ANALISIS DE DATOS

✚ Para el pH

**Cuadro N° 09: Variación del pH en las muestras de carne de cuy al detalle**

TRATAMIENTO	DIA										YL
	0		7		14		21		29		
GRUPO TESTIGO	6.4	19.260	6.13	18.500	5.73	16.900	5.6	16.500	5.55	16.420	87.580
	6.32		6.2		5.6		5.5		5.47		
	6.54		6.17		5.57		5.4		5.4		
T1	6.4	19.260	6.31	18.860	5.9	17.800	5.85	17.350	5.64	16.880	90.150
	6.32		6.33		6		5.77		5.63		
	6.54		6.22		5.9		5.73		5.61		
T2	6.4	19.260	6.17	18.750	5.97	17.930	5.88	17.530	5.7	17.030	90.500
	6.32		6.18		6.15		5.86		5.68		
	6.54		6.4		5.81		5.79		5.65		
T3	6.4	19.260	6.3	18.660	5.9	17.590	5.78	17.200	5.62	16.730	89.440
	6.32		6.24		5.8		5.75		5.39		
	6.54		6.12		5.89		5.67		5.72		
YL	77.040		74.770		70.220		68.580		67.060		Y...

Y... 37.670

**Fuente:** Elaboración propia

**Cálculos para el cuadro ANVA del Ph**

✓ *De las Sumas de Cuadrados*

- **Suma de cuadrados del total de mediciones del pH**

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - \frac{Y^2}{abn}$$

$$SS_T = (6.4^2 + 6.32^2 + 6.54^2 + 6.4^2 + \dots + 5.72^2) - \frac{357.670^2}{60}$$

$$SS_T = 6.79542$$

- **Suma de cuadrados por tratamientos**

$$SS_{TRATAMIENTOS} = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a Y_L^2 - \frac{Y^2}{abn}$$



$$SS_{TRATAMIENTOS} = \frac{1}{15} * (87.58^2 + 90.15^2 + 90.50^2 + 89.44^2) - \frac{357.670^2}{60}$$

$$SS_{TRATAMIENTOS} = 0.33902$$

- **Suma de cuadrados por días de conservación**

$$SS_{DÍAS} = \frac{1}{an} \sum_{j=1}^b Y_L^2 - \frac{Y^2}{abn}$$

$$SS_{DIAS} = \frac{1}{12} * (77.04^2 + 74.77^2 + 70.22^2 + 68.58^2 + 67.06^2) - \frac{357.670^2}{60}$$

$$SS_{DIAS} = 5.93809$$

- **Suma de cuadrados por la interacción entre tratamientos y días de conservación**

$$SS_{INTERACCIÓN} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b Y_{ij}^2 - \frac{Y^2}{abn} - SS_{TRATAMIENTO} - SS_{DÍAS}$$

$$SS_{INTERAC} = \frac{1}{3} * (19.260^2 + 18.5^2 + 16.9^2 + \dots + 16.730^2) - \frac{357.670^2}{60} - 0.33902 - 5.93809$$

$$SS_{INTERAC809} = 0.16544$$

- **Suma de cuadrados del error**

$$SS_E = SS_T - SS_{TRATAMIENTOS} - SS_{DIAS} - SS_{INTERACCIÓN}$$

$$SS_E = 6.79542 - 0.33902 - 5.93809 - 0.16544$$

$$SS_E = 0.35$$

**Cuadro N° 10: Suma de cuadrados para ANVA con respecto al pH**

SST	6.79542
SSTratamientos	0.33902
SSDÍAS	5.93809
SSInteracción	0.16544
SSE	0.35

Fuente: Elaboración propia

✓ *De los Cuadrados medios*

Se empleó para todos los casos, la fórmula siguiente:

$$\text{CUADRADO}_{\text{MEDIO}} = \frac{SS}{\text{Grado}_{\text{Libertad}}}$$

**Donde:**

SS, representa la suma de cuadrados de cualquiera de las fuentes de variación.

Grado<sub>libertad</sub>, representa los grados de libertad de cualquiera de las fuentes de variación.

**Considerando**, que la SS y el Grado<sub>libertad</sub> correspondan a la misma fuente de variación.

✓ *De los Fo*

$$F_o = \frac{CM}{CME}$$

**Donde:**

CM, representa el cuadrado medio de cualquiera de las fuentes de variación.

CME, representa el cuadrado medio del error.

**Considerando**, que los F de la tabla tendrán los valores de:

$F_{0.05,(a-1),ab(n-1)}$  : para los tratamientos

$F_{0.05,(b-1),ab(n-1)}$  : para los días de análisis

$F_{0.05,(a-1)(b-1),ab(n-1)}$  : para el efecto de la interacción entre tratamientos y días de conservación

**Cuadro N° 11.- Análisis de Varianza del pH de las muestras de carne de cuy**

CUADRO ANVA						
FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	Fo	Ftabla	Significancia
A	0,33902	3	0,11301	12,8101	2,84	**
B	5,93809	4	1,48452	168,2815	2,61	**
A x B	0,16544	12	0,01379	1,5628	2	0
ERROR	0,35287	40	0,00882			
TOTAL	6,79542	59				

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ De las pruebas de comparación múltiple
- Para establecer la diferencia crítica de Dunnet y la diferencia crítica de Tuckey

$$DIF_{CRÍTICA} = d_{0.05}(a-1, \text{Libertad}_{error}) \sqrt{\frac{2MSE}{n}}$$

$$DIF_{CRÍTICA} = q_{0.05}(a, \text{Libertad}_{error}) \sqrt{\frac{MSE}{n}}$$

**Donde:**

a, Representa el número de tratamientos.

MSE, Representa el cuadrado medio del error.

$d_{0.05}$ , Representa el valor de la tabla de Dunnet al 95% de confianza.

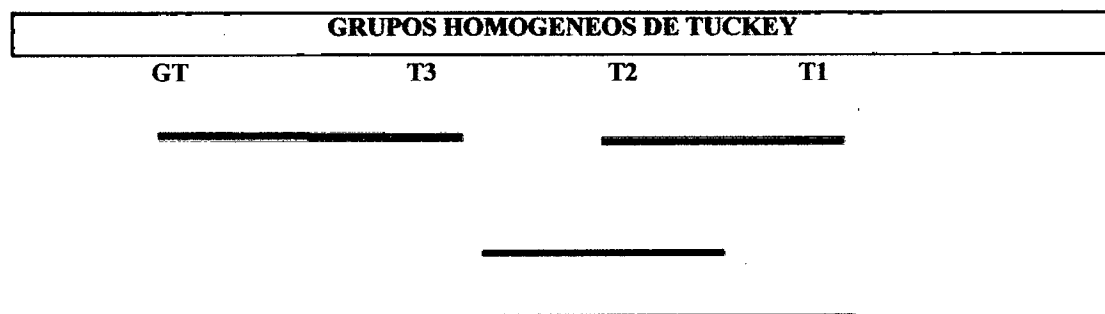
$q_{0.05}$ , Representa el valor de la tabla de Tuckey al 95% de confianza.

n, Representa el numero de observaciones realizadas.

**Cuadro N° 12.- Pruebas de comparación múltiple al 95% para el pH**

PRUEBA DE DUNNET AL 95% DE CONFIANZA				
COMPARACIONES	DIFERENCIA	DIFERENCIA CRÍTICA	RELACIÓN	SIGNIFICANCIA
T1 - GT	0,168	0,1449	>	*
T2 - GT	0,196	0,1449	>	*
T3 - GT	0,124	0,1449	<	°

PRUEBA DE TUCKEY AL 95% DE CONFIANZA				
COMPARACIONES	DIFERENCIA	DIFERENCIA CRÍTICA	RELACIÓN	SIGNIFICANCIA
GT - T1	-0,168	0,1592	>	*
GT - T2	-0,196	0,1592	>	*
GT - T3	-0,124	0,1592	<	°
T1 - T2	-0,028	0,1592	<	°
T1 - T3	0,043	0,1592	<	°
T2-T3	0,072	0,1592	<	°



⚡ Para la acidez titulable

**Cuadro N° 13: Relación de los volúmenes gastados y la acidez titulable (%) de las muestras de carne de cuy en promedio**

DIA	GRUPO TESTIGO		T1		T2		T3	
	V (ml)	ACIDEZ	V (ml)	ACIDEZ	V (ml)	ACIDEZ	V (ml)	ACIDEZ
0	10.3	0.926	9.3	0.836	8.9	0.801	9.0	0.806
7	10.5	0.945	9.5	0.855	9.3	0.840	9.4	0.846
14	10.8	0.975	10.1	0.908	10.3	0.925	10.2	0.919
21	11.0	0.990	10.3	0.930	10.5	0.945	10.5	0.945
29	11.2	1.008	10.6	0.955	10.6	0.950	10.8	0.975

**Fuente:** Desarrollo de la investigación

Donde, la fórmula para calcular el porcentaje de acidez es:

$$\% \text{ácido lácico} = \frac{V_{(NaOH)} * N_{(NaOH)} * Meq_{(ác,lácico)}}{W_{muestra}} * 100$$

Considerando que:

Meq (ácido lácico) = 0.09g/mL

N (NaOH) = 0.1N

**Cuadro N° 14: Acidez titulable en las muestras de carne de cuy al detalle**

TRATAMIENTO	DIA										YL
	0		7		14		21		29		
GT	0.882	2.781	0.918	2.835	0.945	2.916	0.981	2.970	1.017	3.024	14.526
	0.945		0.945		0.981		0.990		0.999		
	0.954		0.972		0.990		0.999		1.008		
T1	0.819	2.511	0.828	2.565	0.882	2.727	0.909	2.781	0.972	2.862	13.446
	0.855		0.855		0.918		0.927		0.936		
	0.837		0.882		0.927		0.945		0.954		
T2	0.828	2.403	0.810	2.520	0.927	2.772	0.945	2.835	0.950	2.849	13.379
	0.783		0.720		0.891		0.918		0.945		
	0.792		0.990		0.954		0.972		0.954		
T3	0.810	2.430	0.837	2.538	0.918	2.754	0.945	2.835	0.990	2.916	13.473
	0.810		0.837		0.936		0.936		0.972		
	0.810		0.864		0.900		0.954		0.954		
YL	10.125		10.458		11.169		11.421		11.651		Y...

Y...	54.824
------	--------

Fuente: Elaboración propia

**Cálculos para el cuadro ANVA de la acidez**

✓ *De las Sumas de Cuadrados*

- **Suma de cuadrados del total de mediciones de acidez**

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{\dots}^2}{abn}$$

$$SS_T = (0.828^2 + 0.783^2 + 0.792^2 + 0.819^2 + \dots + 0.954^2) - \frac{54.824^2}{60}$$

$$SS_T = 0.26687$$

- **Suma de cuadrados por tratamientos**

$$SS_{TRATAMIENTOS} = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a Y_L^2 - \frac{Y_{\dots}^2}{abn}$$

$$SS_{TRATAMIENTOS} = \frac{1}{15} * (13.379^2 + 13.446^2 + 14.526^2 + 13.473^2) - \frac{54.824^2}{60}$$

$$SS_{TRATAMIENTOS} = 0.06010$$

- **Suma de cuadrados por días de análisis**

$$SS_{DÍAS} = \frac{1}{an} \sum_{j=1}^b Y_L^2 - \frac{Y_{\dots}^2}{abn}$$

$$SS_{DÍAS} = \frac{1}{12} * (10.125^2 + 10.458^2 + 11.169^2 + 11.421^2 + 11.651^2) - \frac{54.824^2}{60}$$

$$SS_{DÍAS} = 0.14018$$

- **Suma de cuadrados de las variaciones por interacción entre tratamientos y días de análisis**

$$SS_{INTERACCIÓN} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b Y_{ij}^2 - \frac{Y_{\dots}^2}{abn} - SS_{TRATAMIENTO} - SS_{DÍAS}$$

$$SS_{INTERAC} = \frac{1}{3} * (2.403^2 + 2.511^2 + 2.781^2 + \dots + 2.916^2) - \frac{54.824^2}{60} - 0.06010 - 0.14018$$

$$SS_{INTERAC} = 0.0116883$$

- Suma de cuadrados por error

$$SS_E = SS_T - SS_{TRATAMIENTOS} - SS_{DIAS} - SS_{INTERACCIÓN}$$

$$SS_E = 0.26687 - 0.06010 - 0.14018 - 0.0116883$$

$$SS_E = 0.05$$

**Cuadro N° 15: Suma de cuadrados para ANVA con respecto al porcentaje de acidez**

SST	0.26687
SSTratamientos	0.06010
SSDÍAS	0.14018
SSInteracción	0.0116883
SSE	0.05

Fuente: Elaboración propia

- ✓ *De los Cuadrados medios*

Se empleó para todos los casos, la fórmula siguiente:

$$CUADRADO_{MEDIO} = \frac{SS}{Grado_{Libertad}}$$

**Donde:**

SS, representa la suma de cuadrados de cualquiera de las fuentes de variación.

Grado<sub>libertad</sub>, representa los grados de libertad de cualquiera de las fuentes de variación.

**Considerando**, que la SS y el Grado<sub>libertad</sub> correspondan a la misma fuente de variación.

- ✓ *De los Fo*

$$F_o = \frac{CM}{CME}$$

**Donde:**

CM, representa el cuadrado medio de cualquiera de las fuentes de variación.

CME, representa el cuadrado medio del error.

**Considerando**, que los F de la tabla tendrán los valores de:

$F_{0.05,(a-1),ab(n-1)}$  : para los tratamientos

$F_{0.05,(b-1),ab(n-1)}$  : para los días de análisis

$F_{0.05,(a-1)(b-1),ab(n-1)}$  : para el efecto de la interacción entre tratamientos y días de conservación

**Cuadro N° 16.- Análisis de Varianza para el porcentaje de acidez titulable**

CUADRO ANVA						
FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	Fo	Ftabla	Significancia
A	0,06010	3	0,02003	14,5958	2,84	**
B	0,14018	4	0,03504	25,5309	2,61	**
A x B	0,01169	12	0,00097	0,7096	2	0
ERROR	0,05490	40	0,00137			
<b>TOTAL</b>	<b>0,26687</b>	<b>59</b>				

Fuente: Elaboración Propia

✓ De las pruebas de comparación múltiple

• Para establecer la diferencia crítica de Dunnet y la diferencia crítica de Tuckey

$$DIF_{CRÍTICA} = d_{0.05}(a-1, \text{Libertad}_{error}) \sqrt{\frac{2MSE}{n}}$$

$$DIF_{CRÍTICA} = q_{0.05}(a, \text{Libertad}_{error}) \sqrt{\frac{MSE}{n}}$$

**Donde:**

a, Representa el número de tratamientos.

MSE, Representa el cuadrado medio del error.



$d_{0.05}$  Representa el valor de la tabla de Dunnet al 95% de confianza.

$q_{0.05}$ , Representa el valor de la tabla de Tuckey al 95% de confianza.

n. Representa el numero de observaciones realizadas

**Cuadro N° 17.- Pruebas de comparación múltiple al 95% para el porcentaje de acidez**

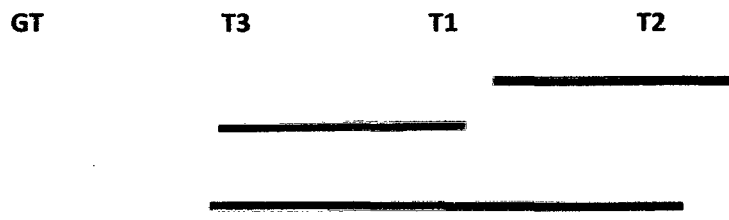
**PRUEBA DE DUNNET AL 95% DE CONFIANZA**

COMPARACIONES	DIFERENCIA	DIFERENCIA CRÍTICA	RELACIÓN	SIGNIFICANCIA
T1 - GT	-0.072	0.0571	>	*
T2 - GT	-0.077	0.0571	>	*
T3 - GT	-0.071	0.0571	>	*

**PRUEBA DE TUCKEY AL 95% DE CONFIANZA**

COMPARACIONES	DIFERENCIA	DIFERENCIA CRÍTICA	RELACIÓN	SIGNIFICANCIA
GT - T1	0.072	0.0627	>	*
GT - T2	0.077	0.0627	>	*
GT - T3	0.071	0.0627	>	*
T1 - T2	0.005	0.0627	<	°
T1 - T3	-0.001	0.0627	<	°
T2-T3	-0.006	0.0627	<	°

**GRUPOS HOMOGENEOS DE TUCKEY**



✦ Para los pesos

**Cuadro N° 18: Variación del peso en las muestras de carne de cuy al detalle**

TRATAMIENTO	DIA								YL
	7		14		21		29		
GRUPO TESTIGO	0.67	2.010	0.05	0.152	1.01	3.032	0.58	1.748	6.942
	0.67		0.05		1.01		0.57		
	0.67		0.06		1.01		0.59		
T1	0.04	0.110	0.14	0.421	0.05	0.138	0.14	0.432	1.101
	0.035		0.14		0.05		0.14		
	0.035		0.14		0.05		0.14		
T2	0.06	0.175	0.09	0.260	0.18	0.507	0.17	0.502	1.443
	0.065		0.09		0.17		0.16		
	0.05		0.09		0.16		0.18		
T3	0.07	0.211	1.81	5.422	0.19	0.588	0.18	0.543	6.764
	0.07		1.81		0.20		0.19		
	0.07		1.81		0.19		0.17		
YL	2.506		6.254		4.265		3.225		Y...

Y... 16.250

Fuente: Elaboración Propia

**Cálculos para el cuadro ANVA de los pesos de las muestras**

✓ *De las Sumas de Cuadrados*

- **Suma de cuadrados del total de mediciones del % de humedad**

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abn}$$

$$SS_T = (0.67^2 + 0.05^2 + 1.01^2 + 0.58^2 + \dots + 0.17^2) - \frac{16.213^2}{48}$$

$$SS_T = 10.29716$$

- **Suma de cuadrados por tratamientos**

$$SS_{TRATAMIENTOS} = \frac{1}{bn} \sum_{l=1}^a Y_L^2 - \frac{Y_{...}^2}{abn}$$

$$SS_{TRATAMIENTOS} = \frac{1}{12} * (6.943^2 + 1.074^2 + 1.470^2 + 6.725^2) - \frac{16.213^2}{48}$$

$$SS_{TRATAMIENTOS} = 2.60193$$

- **Suma de cuadrados por días de conservación**

$$SS_{DIAS} = \frac{1}{an} \sum_{j=1}^b Y_L^2 - \frac{Y^2}{abn}$$

$$SS_{DIAS} = \frac{1}{12} * (2.490^2 + 6.250^2 + 4.283^2 + 3.190^2) - \frac{16.213^2}{48}$$

$$SS_{DIAS} = 0.66411$$

- **Suma de cuadrados por la interacción entre tratamientos y días de conservación**

$$SS_{INTERACCIÓN} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b Y_{ij}^2 - \frac{Y^2}{abn} - SS_{TRATAMIENTO} - SS_{DIAS}$$

$$SS_{INTERAC} = \frac{1}{3} * (2.010^2 + 0.09^2 + 0.18^2 + \dots + 0.511^2) - \frac{16.123^2}{48} - 2.58622 - 0.67230$$

$$SS_{INTERAC} = 7.03022$$

- **Suma de cuadrados del error**

$$SS_E = SS_T - SS_{TRATAMIENTOS} - SS_{DIAS} - SS_{INTERACCIÓN}$$

$$SS_E = 10.31149 - 2.58622 - 0.67230 - 7.05297$$

$$SS_E = 0.00090$$

**Cuadro N° 19: Suma de cuadrados para ANVA con respecto a los pesos**

SST	10.29716
SSTratamientos	2.60193
SSDÍAS	0.66411
SSInteracción	7.0302158
SSE	0.00090

Fuente: Elaboración propia

- ✓ **De los Cuadrados medios**

Se empleó para todos los casos, la fórmula siguiente:

$$CUADRADO_{MEDIO} = \frac{SS}{Grado_{Libertad}}$$

**Donde:**

SS, representa la suma de cuadrados de cualquiera de las fuentes de variación.

Grado<sub>libertad</sub>, representa los grados de libertad de cualquiera de las fuentes de variación.

**Considerando**, que la SS y el Grado<sub>libertad</sub> correspondan a la misma fuente de variación.

✓ *De los Fo*

$$F_o = \frac{CM}{CME}$$

**Donde:**

CM, representa el cuadrado medio de cualquiera de las fuentes de variación.

CME, representa el cuadrado medio del error.

**Considerando**, que los F de la tabla tendrán los valores de:

$F_{0.05,(a-1),ab(n-1)}$  : para los tratamientos

$F_{0.05,(b-1),ab(n-1)}$  : para los días de análisis

$F_{0.05,(a-1)(b-1),ab(n-1)}$  : para el efecto de la interacción entre tratamientos y días de conservación

**Cuadro N° 20.- Análisis de Varianza de la variación de pesos de las muestras**

CUADRO ANVA						
FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	Fo	Ftabla	Significancia
A	2,601932668	3	0,86731	30760,9507	2,904	**
B	0,664110501	3	0,22137	7851,3448	2,904	**
A x B	7,030215802	9	0,78114	27704,5501	2,192	**
ERROR	0,000902246	32	0,00003			
TOTAL	10,29716122	47				

**Fuente:** Elaboración Propia

✓ De las pruebas de comparación múltiple

- Para establecer la diferencia crítica de Dunnet y la diferencia crítica de Tuckey

$$DIF_{CRÍTICA} = d_{0.05}(a-1, \text{Libertad}_{error}) \sqrt{\frac{2MSE}{n}}$$

$$DIF_{CRÍTICA} = q_{0.05}(a, \text{Libertad}_{error}) \sqrt{\frac{MSE}{n}}$$

Donde:

a, Representa el número de tratamientos.

MSE, Representa el cuadrado medio del error.

$d_{0.05}$ , Representa el valor de la tabla de Dunnet al 95% de confianza.

$q_{0.05}$ , Representa el valor de la tabla de Tuckey al 95% de confianza.

n, Representa el numero de observaciones realizadas.

**Cuadro N° 21.- Pruebas de comparaciones múltiples para la variación de pesos**

PRUEBA DE DUNNET AL 95% DE CONFIANZA				
COMPARACIONES	DIFERENCIA	DIFERENCIA CRÍTICA	RELACIÓN	SIGNIFICANCIA
T1 - GT	-0,489	0,0095	>	*
T2 - GT	-0,456	0,0095	>	*
T3 - GT	-0,018	0,0095	>	*

PRUEBA DE TUCKEY AL 95% DE CONFIANZA				
COMPARACIONES	DIFERENCIA	DIFERENCIA CRÍTICA	RELACIÓN	SIGNIFICANCIA
GT - T1	0,489	0,0105	>	**
GT - T2	0,456	0,0105	>	**
GT - T3	0,018	0,0105	>	*
T1 - T2	-0,033	0,0105	>	*
T1 - T3	-0,471	0,0105	>	**
T2-T3	-0,438	0,0105	>	**

**GRUPOS HOMOGENEOS DE TUCKEY**

T3                      GT                      T1                      T2

Fuente: Elaboración Propia

✚ Para el porcentaje de humedad

**Cuadro N° 22: Variación de la humedad a través del tiempo al detalle**

TRATAMIENTO	DIA						YL
	0		21		29		
GRUPO TESTIGO	77.65	232.580	75.65	228.060	75.43	226.450	<b>687.090</b>
	77.43		76.31		75.40		
	77.50		76.10		75.62		
T1	77.63	232.580	75.82	227.210	75.62	226.240	<b>686.030</b>
	77.42		75.72		75.12		
	77.53		75.67		75.50		
T2	77.46	232.580	70.82	212.660	70.00	209.620	<b>654.860</b>
	77.54		70.72		70.12		
	77.58		71.12		69.50		
T3	77.46	232.590	75.46	225.110	75.00	225.000	<b>682.700</b>
	77.58		75.10		75.10		
	77.55		74.55		74.90		
<b>YL</b>	930.330		893.040		887.310		<b>Y...</b>

Y... **2710.680**

Fuente: Elaboración propia

Calculos para el cuadro ANVA del % de humedad

✓ De las Sumas de Cuadrados

- Suma de cuadrados del total de mediciones del % de humedad

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - \frac{Y^2}{abn}$$

$$SS_T = (77.65^2 + 77.43^2 + 77.5^2 + 77.63^2 + \dots + 74.9^2) - \frac{2710.680^2}{36}$$

$$SS_T = 210.2734$$

- **Suma de cuadrados por tratamientos**

$$SS_{TRATAMIENTOS} = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a Y_L^2 - \frac{Y^2}{abn}$$

$$SS_{TRATAMIENTO} = \frac{1}{9} * (687.09^2 + 686.03^2 + 654.86^2 + 682.70^2) - \frac{2710.680^2}{36}$$

$$SS_{TRATAMIENTO} = 78.247$$

- **Suma de cuadrados por días de conservación**

$$SS_{DIAS} = \frac{1}{an} \sum_{j=1}^b Y_L^2 - \frac{Y^2}{abn}$$

$$SS_{DIAS} = \frac{1}{12} * (930.33^2 + 893.04^2 + 887.310^2) - \frac{2710.68^2}{36}$$

$$SS_{DIAS} = 90.94715$$

- **Suma de cuadrados por la interacción entre tratamientos y días de conservación**

$$SS_{INTERACCIÓN} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b Y_{ij}^2 - \frac{Y^2}{abn} - SS_{TRATAMIENTO} - SS_{DIAS}$$

$$SS_{INTERACCIÓN} = \frac{1}{3} * (232.58^2 + 232.58^2 + 232.58^2 + \dots + 225^2) - \frac{2710.68^2}{36} - 78.247 - 90.94715$$

$$SS_{INTERACCIÓN} = 39.86985$$

- **Suma de cuadrados del error**

$$SS_E = SS_T - SS_{TRATAMIENTOS} - SS_{DIAS} - SS_{INTERACCIÓN}$$

$$SS_E = 210.2734 - 78.247 - 90.94715 - 39.86985$$

$$SS_E = 1.21$$

**Cuadro N° 23: Suma de cuadrados para ANVA con respecto al porcentaje de humedad**

SST	6.79542
SSTratamientos	0.33902
SSDÍAS	5.93809
SSInteracción	0.16544
SSE	0.35

**Fuente:** Elaboración propia

✓ *De los Cuadrados medios*

Se empleó para todos los casos, la fórmula siguiente:

$$CUADRADO_{MEDIO} = \frac{SS}{Grado_{Libertad}}$$

**Donde:**

SS, representa la suma de cuadrados de cualquiera de las fuentes de variación.

Grado<sub>libertad</sub>, representa los grados de libertad de cualquiera de las fuentes de variación.

**Considerando**, que la SS y el Grado<sub>libertad</sub> correspondan a la misma fuente de variación.

✓ *De los Fo*

$$F_o = \frac{CM}{CME}$$

**Donde:**

CM, representa el cuadrado medio de cualquiera de las fuentes de variación.

CME, representa el cuadrado medio del error.

**Considerando**, que los F de la tabla tendrán los valores de:

$F_{0.05,(a-1),ab(n-1)}$  : para los tratamientos



$F_{0.05,(b-1),ab(n-1)}$  : para los días de análisis  
 $F_{0.05,(a-1)(b-1),ab(n-1)}$  : para el efecto de la interacción entre tratamientos y días de conservación

**Cuadro N° 24.- Cuadro ANVA del porcentaje de humedad de las muestras**

CUADRO ANVA						
FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	Fo	Ftabla	Significancia
A	78,2470	3	26,08233	517,5922	3,01	**
B	90,9471	2	45,47357	902,4027	3,4	**
A x B	39,8699	6	6,64498	131,8665	2,51	**
ERROR	1,2094	24	0,05039			
<b>TOTAL</b>	<b>210,2734</b>	<b>35</b>				

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ De las pruebas de comparación múltiple
- Para establecer la diferencia crítica de Dunnet y la diferencia crítica de Tuckey

$$DIF_{CRÍTICA} = d_{0.05}(a-1, \text{Libertad}_{error}) \sqrt{\frac{2MSE}{n}}$$

$$DIF_{CRÍTICA} = q_{0.05}(a, \text{Libertad}_{error}) \sqrt{\frac{MSE}{n}}$$



**Donde:**

a, Representa el número de tratamientos.

MSE, Representa el cuadrado medio del error.

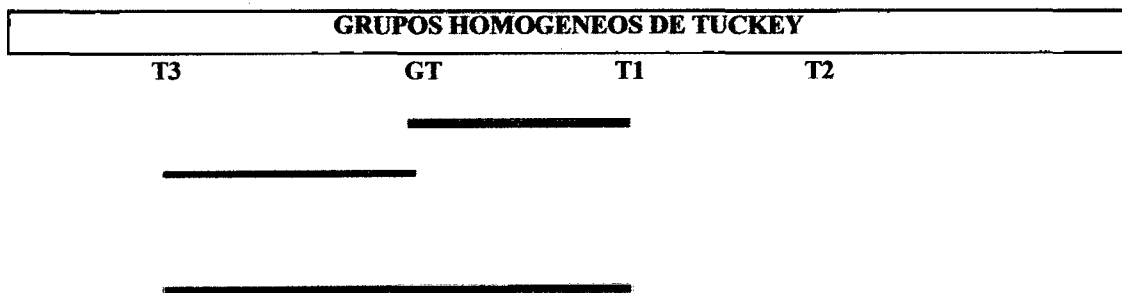
$d_{0.05}$ , Representa el valor de la tabla de Dunnet al 95% de confianza.

$q_{0.05}$ , Representa el valor de la tabla de Tuckey al 95% de confianza.

n, Representa el numero de observaciones realizadas.

**Cuadro N° 25.- Pruebas de comparaciones múltiples para la humedad**

<b>PRUEBA DE DUNNET AL 95% DE CONFIANZA</b>				
<b>COMPARACIONES</b>	<b>DIFERENCIA</b>	<b>DIFERENCIA CRÍTICA</b>	<b>RELACIÓN</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
T1 - GT	-0,117	0,5109	<	°
T2 - GT	-3,580	0,5109	>	**
T3 - GT	-0,487	0,5109	<	°
<b>PRUEBA DE TUCKEY AL 95% DE CONFIANZA</b>				
<b>COMPARACIONES</b>	<b>DIFERENCIA</b>	<b>DIFERENCIA CRÍTICA</b>	<b>RELACIÓN</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
GT - T1	0,117	0,5613	<	°
GT - T2	3,580	0,5613	>	*
GT - T3	0,487	0,5613	<	°
T1 - T2	3,463	0,5613	>	*
T1 - T3	0,370	0,5613	<	°
T2-T3	-3,093	0,5613	>	*



**Fuente:** Elaboración Propia

4 Para el recuento microbiano

**Cuadro N° 26: Variación del Recuento Microbiano en las muestras de Carne de cuy al detalle**

TRATAMIENTO	DÍA										YL
	0		7		14		21		29		
GRUPO TESTIGO	4.1615	12.470	6.1615	18.701	8.6160	25.874	9.3926	28.087	9.4906	28.336	113.468
	4.1550		6.2864		8.8390		9.3339		9.3849		
	4.1530		6.2530		8.4193		9.3609		9.4600		
T1	4.1615	12.470	5.1441	15.857	6.1941	18.890	7.4656	23.071	8.2956	24.766	95.052
	4.1550		5.5439		6.4791		7.9108		8.1082		
	4.1530		5.1687		6.2169		7.6942		8.3618		
T2	4.1615	12.470	5.2856	15.729	6.2858	18.684	7.6258	22.934	7.8269	24.039	93.854
	4.1550		5.1820		6.1828		7.8268		8.0181		
	4.1530		5.2615		6.2150		7.4810		8.1935		
T3	4.1615	12.470	5.0207	15.870	6.2001	18.903	7.7972	23.197	8.2970	24.903	95.343
	4.1550		5.2701		6.3000		7.7011		8.4890		
	4.1530		5.5793		6.4030		7.6989		8.1171		
<b>YL</b>	<b>49.878</b>		<b>66.157</b>		<b>82.351</b>		<b>97.289</b>		<b>102.043</b>		<b>Y...</b>

Y... 397.717

Fuente: Elaboración propia

Cálculos para el cuadro ANVA de los pesos de las muestras

✓ De las Sumas de Cuadrados

- Suma de cuadrados del total de mediciones del recuento microbiano

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abn}$$

$$SS_T = (4.1615^2 + 4.155^2 + 4.153^2 + 4.1615^2 + \dots + 8.1171^2) - \frac{397.717^2}{60}$$

$$SS_T = 182.64858$$

- Suma de cuadrados por tratamientos

$$SS_{TRATAMIENTOS} = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a Y_{i.}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abn}$$

$$SS_{TRATAMIENTOS} = \frac{1}{15} * (113.468^2 + 95.052^2 + 93.854^2 + 95.343^2) - \frac{397.717^2}{60}$$

$$SS_{TRATAMIENTOS} = 17.60067$$

- **Suma de cuadrados por días de conservación**

$$SS_{DÍAS} = \frac{1}{an} \sum_{j=1}^b Y_L^2 - \frac{Y_{...}^2}{abn}$$

$$SS_{DÍAS} = \frac{1}{12} * (49.878^2 + 66.157^2 + 82.351^2 + 97.289^2 + 102.43^2) - \frac{397.717^2}{60}$$

$$SS_{DÍAS} = 157.35323$$

- **Suma de cuadrados por la interacción entre tratamientos y días de conservación**

$$SS_{INTERACCIÓN} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b Y_{ij}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abn} - SS_{TRATAMIENTO} - SS_{DÍAS}$$

$$SS_{INTERACCIÓN} = \frac{1}{3} * (12.470^2 + 12.470^2 + 12.470^2 + \dots + 24.903^2) - \frac{397.717^2}{60} - 17.60067 - 157.35323$$

$$SS_{INTERACCIÓN} = 6.9152888$$

- **Suma de cuadrados del error**

$$SS_E = SS_T - SS_{TRATAMIENTOS} - SS_{DÍAS} - SS_{INTERACCIÓN}$$

$$SS_E = 182.64858 - 17.60067 - 157.35323 - 6.9142888$$

$$SS_E = 0.78$$

**Cuadro N° 27: Suma de cuadrados para ANVA con respecto al Recuento Microbiano**

SST	10.29716
SSTratamientos	2.60193
SSDÍAS	0.66411
SSInteracción	7.0302158
SSE	0.00090

Fuente: Elaboración propia

✓ *De los Cuadrados medios*

Se empleó para todos los casos, la fórmula siguiente:

$$\text{CUADRADO}_{\text{MEDIO}} = \frac{SS}{\text{Grado}_{\text{Libertad}}}$$

**Donde:**

SS, representa la suma de cuadrados de cualquiera de las fuentes de variación.

Grado<sub>libertad</sub>, representa los grados de libertad de cualquiera de las fuentes de variación.

**Considerando**, que la SS y el Grado<sub>libertad</sub> correspondan a la misma fuente de variación.

✓ *De los Fo*

$$F_o = \frac{CM}{CME}$$

**Donde:**

CM, representa el cuadrado medio de cualquiera de las fuentes de variación.

CME, representa el cuadrado medio del error.

**Considerando**, que los F de la tabla tendrán los valores de:

$F_{0.05,(a-1),ab(n-1)}$  : para los tratamientos

$F_{0.05,(b-1),ab(n-1)}$  : para los días de análisis

$F_{0.05,(a-1)(b-1),ab(n-1)}$  : para el efecto de la interacción entre tratamientos y días de conservación

**Cuadro N° 28: Análisis de Varianza para el recuento microbiano en las muestras**

CUADRO ANVA						
FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	Fo	Ftabla	Significancia
A	17,60066874	3	5,86689	300,7157	2,84	**
B	157,3532321	4	39,33831	2016,3406	2,61	**
A x B	6,914288847	12	0,57619	29,5335	2	**
ERROR	0,780390132	40	0,01951			
<b>TOTAL</b>	<b>182,6485798</b>	<b>59</b>				

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ De las pruebas de comparación múltiple
- Para establecer la diferencia crítica de Dunnet y la diferencia crítica de Tuckey

$$DIF_{CRÍTICA} = d_{0.05}(a-1, \text{°Libertad}_{error}) \sqrt{\frac{2MSE}{n}}$$

$$DIF_{CRÍTICA} = q_{0.05}(a, \text{°Libertad}_{error}) \sqrt{\frac{MSE}{n}}$$

Donde:

a, Representa el número de tratamientos.

MSE. Representa el cuadrado medio del error.

d<sub>0.05</sub>, Representa el valor de la tabla de Dunnet al 95% de confianza.

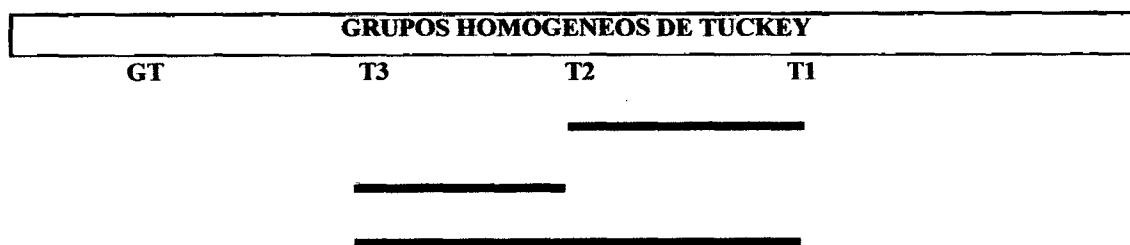
q<sub>0.05</sub>, Representa el valor de la tabla de Tuckey al 95% de confianza.

n, Representa el numero de observaciones realizadas.

**Cuadro N° 29.- Pruebas de comparación múltiple al 95% para el Recuento  
Microbiano**

<b>PRUEBA DE DUNNET AL 95% DE CONFIANZA</b>				
<b>COMPARACIONES</b>	<b>DIFERENCIA</b>	<b>DIFERENCIA CRÍTICA</b>	<b>RELACIÓN</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
T1 - GT	-1,228	0,2156	>	*
T2 - GT	-1,308	0,2156	>	*
T3 - GT	-1,208	0,2156	>	*

<b>PRUEBA DE TUCKEY AL 95% DE CONFIANZA</b>				
<b>COMPARACIONES</b>	<b>DIFERENCIA</b>	<b>DIFERENCIA CRÍTICA</b>	<b>RELACIÓN</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
GT - T1	1,228	0,2367	>	*
GT - T2	1,308	0,2367	>	*
GT - T3	1,208	0,2367	>	*
T1 - T2	0,080	0,2367	<	°
T1 - T3	-0,019	0,2367	<	°
T2-T3	-0,099	0,2367	<	°



**Fuente:** Elaboración propia

☞ **Del análisis sensorial**

**Cuadro N° 30: Valoraciones de los atributos sensoriales de la carne de cuy**

Muestra	Atributos evaluados	Puntaje dado por los jueces						Puntaje total	Promedio
		J1	J2	J3	J4	J5	J6		
M1	Color	9,0	7,0	7,5	8,0	7,8	7,6	23,5	7,8
	Olor	9,0	9,0	9,0	9,2	8,3	9,5	27,0	9,0
	Apariencia general	8,3	8,0	9,0	8,5	8,5	8,2	25,3	8,4
M2	Color	1,5	1,0	2,3	2,0	1,5	1,3	4,8	1,6
	Olor	3,0	2,7	3,1	3,2	2,8	2,7	8,8	2,9
	Apariencia general	2,1	2,8	3,0	2,7	2,6	2,5	7,9	2,6
M3	Color	3,0	3,2	6,0	4,0	4,3	4,0	12,2	4,1
	Olor	4,0	4,4	3,9	4,3	4,2	4,0	12,4	4,1
	Apariencia general	6,0	5,7	6,1	6,0	6,1	5,6	17,8	5,9
M4	Color	9,0	8,3	8,2	8,5	8,7	8,3	25,5	8,5
	Olor	4,5	5,0	4,8	5,0	4,7	4,7	14,3	4,8
	Apariencia general	7,8	8,3	8,0	8,2	7,8	8,0	24,1	8,0
M5	Color	0,0	1,0	0,3	1,0	0,3	0,5	1,8	0,6
	Olor	0,0	0,5	0,0	0,2	0,3	0,1	0,5	0,2
	Apariencia general	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1

**Fuente:** Elaboración Propia



**Cuadro N° 31: Valoraciones respecto al color**

JUECES	TRATAMIENTOS					TOTAL
	M1	M2	M3	M4	M5	
1	9.0	1.5	3.0	9.0	0.0	22.5
2	7.0	1.0	3.2	8.3	1.0	20.5
3	7.5	2.3	6.0	8.2	0.3	24.3
4	8.0	2.0	4.0	8.5	1.0	23.5
5	7.8	1.5	4.3	8.7	0.3	22.6
6	7.6	1.3	4.0	8.3	0.5	21.7
<b>TOTAL</b>	<b>46.9</b>	<b>9.6</b>	<b>24.5</b>	<b>51.0</b>	<b>3.1</b>	<b>135.1</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>7.8</b>	<b>1.6</b>	<b>4.1</b>	<b>8.5</b>	<b>0.5</b>	

Fuente: Elaboración propia

**Cálculos para el cuadro ANVA del color de las muestras**

✓ *De las Sumas de Cuadrados*

- **Suma de cuadrados del total de valoraciones con respecto al color**

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ij}^2 - \frac{Y^2}{ab}$$

$$SS_T = (9^2 + 7^2 + 7.5^2 + 8^2 + \dots + 0.5^2) - \frac{135.1^2}{30}$$

$$SS_T = 319.050$$

- **Suma de cuadrados por tratamientos**

$$SS_{TRATAMIENTOS} = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^a Y_L^2 - \frac{Y^2}{ab}$$

$$SS_{TRATAMIENTOS} = \frac{1}{6} * (46.9^2 + 9.6^2 + 24.5^2 + 51^2 + 3.1^2) - \frac{135.1^2}{30}$$

$$SS_{TRATAMIENTOS} = 308.705$$

- **Suma de cuadrados por jueces**

$$SS_{jueces} = \frac{1}{a} \sum_{j=1}^b Y_L^2 - \frac{Y^2}{ab}$$

$$SS_{jueces} = \frac{1}{5} * (22.5^2 + 20.5^2 + 24.3^2 + 23.5^2 + 22.6^2 + 21.7^2) - \frac{135.1^2}{30}$$

$$SS_{jueces} = 1.778$$

- **Suma de cuadrados del error**

$$SS_E = SS_T - SS_{TRATAMIENTOS} - SS_{jueces}$$

$$SS_E = 319.05 - 308.705 - 1.778$$

$$SS_E = 8.567$$

**Cuadro N° 32: Suma de cuadrados para ANVA con respecto al color**

SST	319.050
SS <sub>Tratamientos</sub>	308.705
SS <sub>jueces</sub>	1.778
SSE	8.567

**Fuente:** Elaboración propia

- ✓ **De los Cuadrados medios**

Se empleó para todos los casos, la fórmula siguiente:

$$CUADRADO_{MEDIO} = \frac{SS}{Grado_{Libertad}}$$

**Donde:**

SS, representa la suma de cuadrados de cualquiera de las fuentes de variación.

Grado<sub>libertad</sub>, representa los grados de libertad de cualquiera de las fuentes de variación.

Considerando, que la SS y el Grado<sub>libertad</sub> correspondan a la misma fuente de variación.

✓ De los  $F_o$

$$F_o = \frac{CM}{CME}$$

Donde:

CM, representa el cuadrado medio de cualquiera de las fuentes de variación.

CME, representa el cuadrado medio del error.

Considerando, que los F de la tabla tendrán los valores de:

$F_{0.05,(a-1),ab(n-1)}$  : para los tratamientos

$F_{0.05,(b-1),ab(n-1)}$  : para los jueces

**Cuadro N° 33.- Análisis de Varianza del color de las muestras de carne de cuy**

CUADRO ANVA						
FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	Fo	Ftabla	Significancia
Tratamientos	152,7507	4	38,1877	37,0994	3.48	**
Error	10,2933	10	1,0293			
Total	163,0440	14				

Fuente: Elaboración Propia

✓ De las pruebas de comparación múltiple

- Para establecer la diferencia crítica de Tuckey

$$DIF_{CRÍTICA} = q_{0.05}(a, \text{Libertad}_{error}) \sqrt{\frac{MSE}{n}}$$

Donde:

a, Representa el número de tratamientos.

MSE, Representa el cuadrado medio del error.

$q_{0,05}$ , Representa el valor de la tabla de Tuckey al 95% de confianza.

n, Representa el numero de observaciones realizadas.

**Cuadro N° 34.- Prueba de comparaciones múltiples para el color de las muestras**

<b>PRUEBA DE TUCKEY AL 95% PARA EL COLOR</b>				
<b>COMPARACIONES</b>	<b>DIFERENCIA</b>	<b>DIFERENCIA CRITICA</b>	<b>RELACIÓN</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
M1-M2	6,2	2,724	>	**
M1-M3	3,8	2,724	>	*
M1-M4	-0,7	2,724	<	°
M1-M5	7,2	2,724	>	**
M2-M3	-2,5	2,724	<	°
M2-M4	-6,9	2,724	>	**
M2-M5	1,0	2,724	<	°
M3-M4	-4,4	2,724	>	*
M3-M5	3,5	2,724	>	*
M4-M5	7,9	2,724	>	**

<b>GRUPOS HOMOGENEOS DE TUCKEY</b>				
<b>M1</b>	<b>M4</b>	<b>M2</b>	<b>M5</b>	<b>M3</b>



Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 35: Valoraciones respecto al olor**

JUECES	TRATAMIENTOS					TOTAL
	M1	M2	M3	M4	M5	
1	9.00	3.00	4.00	4.50	0.00	20.5
2	9.00	2.70	4.40	5.00	0.50	21.6
3	9.00	3.10	3.90	4.80	0.00	20.8
4	9.20	3.20	4.30	5.00	0.20	21.9
5	8.30	2.80	4.20	4.70	0.30	20.3
6	9.50	2.70	4.00	4.70	0.10	21.0
<b>TOTAL</b>	54.0	17.5	24.8	28.7	1.1	126.1
<b>PROMEDIO</b>	9.0	2.9	4.1	4.8	0.2	

Fuente: Elaboración propia

**Cálculos para el cuadro ANVA del olor de las muestras**

✓ *De las Sumas de Cuadrados*

- **Suma de cuadrados del total de valoraciones con respecto al olor**

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ij}^2 - \frac{Y_{...}^2}{ab}$$

$$SS_T = (9^2 + 9^2 + 9^2 + 9.2^2 + \dots + 0.1^2) - \frac{126.1^2}{30}$$

$$SS_T = 248.570$$

- **Suma de cuadrados por tratamientos**

$$SS_{TRATAMIENTOS} = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^a Y_L^2 - \frac{Y_{...}^2}{ab}$$

$$SS_{TRATAMIENTOS} = \frac{1}{6} * (54^2 + 17.5^2 + 24.8^2 + 28.7^2 + 1.1^2) - \frac{126.1^2}{30}$$

$$SS_{TRATAMIENTOS} = 246.991$$

- **Suma de cuadrados por jueces**

$$SS_{\text{jueces}} = \frac{1}{a} \sum_{j=1}^b Y_L^2 - \frac{Y_{\dots}^2}{ab}$$

$$SS_{\text{jueces}} = \frac{1}{5} * (20.5^2 + 21.6^2 + 20.8^2 + 21.9^2 + 20.3^2 + 21.0^2) - \frac{126.1^2}{30}$$

$$SS_{\text{jueces}} = 0.390$$

- **Suma de cuadrados del error**

$$SS_E = SS_T - SS_{\text{TRATAMIENTOS}} - SS_{\text{jueces}}$$

$$SS_E = 248.570 - 246.991 - 0.390$$

$$SS_E = 1.189$$

**Cuadro N° 36: Suma de cuadrados para ANVA con respecto al olor**

SST	248.570
SS <sub>Tratamientos</sub>	246.991
SS <sub>jueces</sub>	0.390
SSE	1.189

**Fuente:** Elaboración propia

- ✓ **De los Cuadrados medios**

Se empleó para todos los casos, la fórmula siguiente:

$$CUADRADO_{\text{MEDIO}} = \frac{SS}{\text{Grado}_{\text{Libertad}}}$$

**Donde:**

SS, representa la suma de cuadrados de cualquiera de las fuentes de variación.

Grado<sub>libertad</sub>, representa los grados de libertad de cualquiera de las fuentes de variación.

Considerando, que la SS y el Grado<sub>libertad</sub> correspondan a la misma fuente de variación.

✓ De los  $F_o$

$$F_o = \frac{CM}{CME}$$

Donde:

CM, representa el cuadrado medio de cualquiera de las fuentes de variación.

CME, representa el cuadrado medio del error.

Considerando, que los F de la tabla tendrán los valores de:

$F_{0.05,(a-1),ab(n-1)}$  : para los tratamientos

$F_{0.05,(b-1),ab(n-1)}$  : para los jueces

Cuadro N° 37: Análisis de Varianza para el olor de las muestras de carne

CUADRO ANVA						
FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	$F_o$	$F_{tabla}$	Significancia
Tratamientos	123,7133	4	30,9283	527,1875	3.48	**
Error	0,5867	10	0,0587			
Total	124,3000	14				

Fuente: Elaboración propia

✓ De las pruebas de comparación múltiple

• Para establecer la diferencia crítica de Tuckey

$$DIF_{CRÍTICA} = q_{0.05}(a, \text{Libertad}_{error}) \sqrt{\frac{MSE}{n}}$$

**Donde:**

a, Representa el número de tratamientos.

MSE, Representa el cuadrado medio del error.

$q_{0,05}$ , Representa el valor de la tabla de Tuckey al 95% de confianza.

n, Representa el numero de observaciones realizadas.

**Cuadro N° 38: Prueba de comparaciones múltiples para el olor de las muestras**

PRUEBAS DE TUCKEY AL 95% DEL OLOR				
COMPARACIONES	DIFERENCIA	DIFERENCIA CRITICA	RELACIÓN	SIGNIFICANCIA
M1-M2	6,1	0,650	>	**
M1-M3	4,9	0,650	>	**
M1-M4	4,2	0,650	>	**
M1-M5	8,8	0,650	>	**
M2-M3	-1,2	0,650	>	**
M2-M4	-1,8	0,650	>	**
M2-M5	2,8	0,650	>	**
M3-M4	-0,6	0,650	<	°
M3-M5	4,0	0,650	>	*
M4-M5	4,6	0,650	>	**

**Fuente:** Elaboración Propia



**Cuadro N° 39: Valoraciones respecto a la apariencia general**

JUECES	TRATAMIENTOS					TOTAL
	M1	M2	M3	M4	M5	
1	8.30	2.10	6.00	7.80	0.00	24.2
2	8.00	2.80	5.70	8.30	0.00	24.8
3	9.00	3.00	6.10	8.00	0.00	26.1
4	8.50	2.70	6.00	8.20	0.10	25.5
5	8.50	2.60	6.10	7.80	0.20	25.2
6	8.20	2.50	5.60	8.00	0.00	24.3
<b>TOTAL</b>	50.5	15.7	35.5	48.1	0.3	150.1
<b>PROMEDIO</b>	8.4	2.6	5.9	8.0	0.1	

Fuente: Elaboración propia

**Cálculos para el cuadro ANVA de la apariencia general de las muestras**

✓ *De las Sumas de Cuadrados*

- **Suma de cuadrados del total de valoraciones con respecto al color**

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ij}^2 - \frac{Y_{...}^2}{ab}$$

$$SS_T = (8.3^2 + 8^2 + 9^2 + 8.5^2 + \dots + 0^2) - \frac{150.1^2}{30}$$

$$SS_T = 312.310$$

- **Suma de cuadrados por tratamientos**

$$SS_{TRATAMIENTOS} = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^a Y_L^2 - \frac{Y_{...}^2}{ab}$$

$$SS_{TRATAMIENTOS} = \frac{1}{6} * (50.5^2 + 15.7^2 + 35.5^2 + 48.1^2 + 0.3^2) - \frac{150.1^2}{30}$$

$$SS_{TRATAMIENTOS} = 310.781$$

- **Suma de cuadrados por jueces**

$$SS_{jueces} = \frac{1}{a} \sum_{j=1}^b Y_L^2 - \frac{Y^2}{ab}$$

$$SS_{jueces} = \frac{1}{5} * (24.2^2 + 24.8^2 + 26.1^2 + 25.5^2 + 25.2^2 + 24.3^2) - \frac{150.1^2}{30}$$

$$SS_{jueces} = 0.534$$

- **Suma de cuadrados del error**

$$SS_E = SS_T - SS_{TRATAMIENTOS} - SS_{jueces}$$

$$SS_E = 312.310 - 310.781 - 0.534$$

$$SS_E = 0.995$$

**Cuadro N° 40: Suma de cuadrados para ANVA con respecto al olor**

SST	312.310
SS <sub>Tratamientos</sub>	310.781
SS <sub>jueces</sub>	0.534
SSE	0.995

**Fuente:** Elaboración propia

- ✓ **De los Cuadrados medios**

Se empleó para todos los casos, la fórmula siguiente:

$$CUADRADO_{MEDIO} = \frac{SS}{Grado_{Libertad}}$$

**Donde:**

SS, representa la suma de cuadrados de cualquiera de las fuentes de variación.

Grado<sub>libertad</sub>, representa los grados de libertad de cualquiera de las fuentes de variación.

Considerando, que la SS y el Grado<sub>libertad</sub> correspondan a la misma fuente de variación.

✓ De los  $F_o$

$$F_o = \frac{CM}{CME}$$

Donde:

CM, representa el cuadrado medio de cualquiera de las fuentes de variación.

CME, representa el cuadrado medio del error.

Considerando, que los F de la tabla tendrán los valores de:

$F_{0.05,(a-1),ab(n-1)}$  : para los tratamientos

$F_{0.05,(b-1),ab(n-1)}$  : para los jueces

**Cuadro N° 41.- Análisis de Varianza de la apariencia general de las muestras**

CUADRO ANVA						
FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	$F_o$	$F_{tabla}$	Significancia
Tratamientos	157,3827	4	39,3457	331,5646	3.48	**
Error	1,1867	10	0,1187			
Total	158,5693	14				

Fuente: Elaboración Propia

✓ De las pruebas de comparación múltiple

• Para establecer la diferencia crítica de Tuckey

$$DIF_{CRÍTICA} = q_{0.05}(a, \text{Libertad}_{error}) \sqrt{\frac{MSE}{n}}$$

**Donde:**

a, Representa el número de tratamientos.

MSE, Representa el cuadrado medio del error.

$q_{0,05}$ , Representa el valor de la tabla de Tuckey al 95% de confianza.

n, Representa el numero de observaciones realizadas.

**Cuadro N° 42: Pruebas de comparaciones múltiples para la apariencia general**

PRUEBAS DE TUCKEY AL 95% DE LA APARIENCIA GENERAL				
COMPARACIONES	DIFERENCIA	DIFERENCIA CRITICA	RELACIÓN	SIGNIFICANCIA
M1-M2	5,8	0,925	>	**
M1-M3	2,5	0,925	>	**
M1-M4	0,4	0,925	<	o
M1-M5	8,4	0,925	>	**
M2-M3	-3,3	0,925	>	**
M2-M4	-5,4	0,925	>	**
M2-M5	2,6	0,925	>	**
M3-M4	-2,1	0,925	>	*
M3-M5	5,9	0,925	>	*
M4-M5	8,0	0,925	>	**

**Fuente:** Elaboración propia

**ANEXO C: FIGURAS REFERENTES AL DESARROLLO  
DE LA INVESTIGACIÓN**

**CUYES DE TIPO A1**

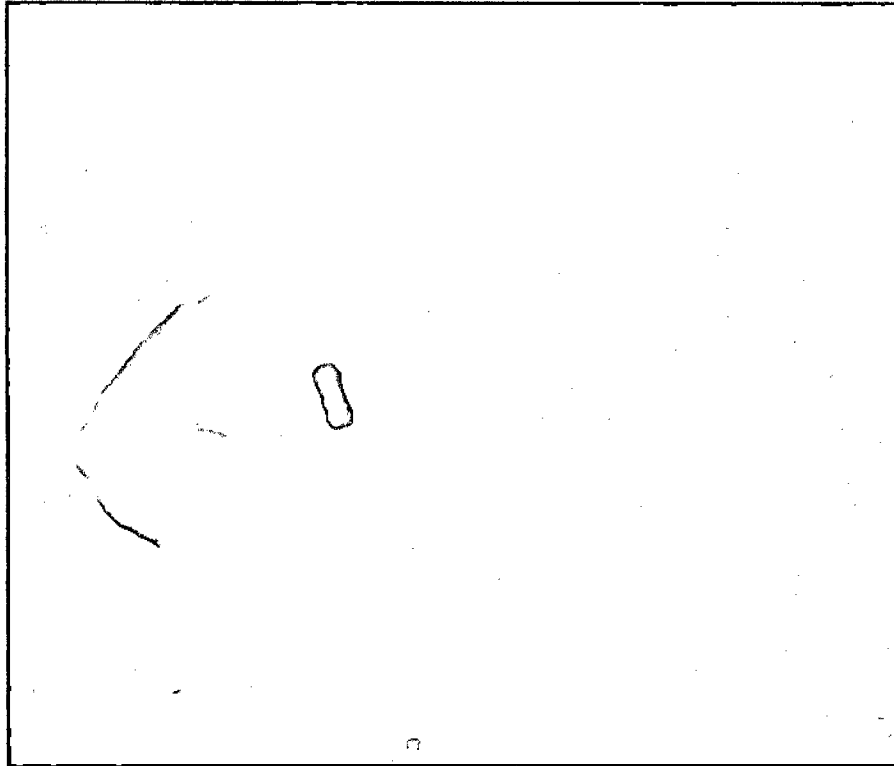
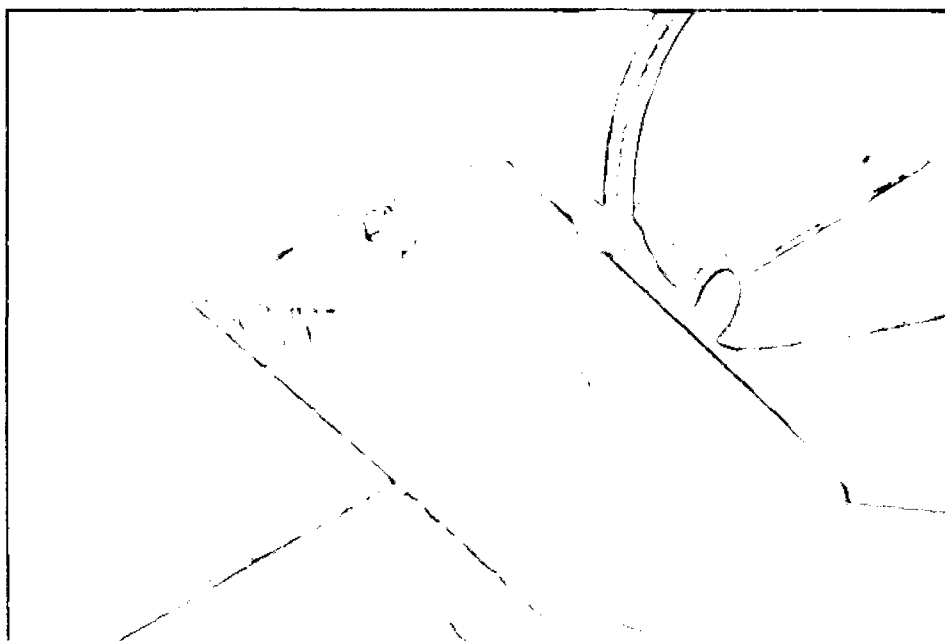


Figura N°09: El cuy (*Cavia porcellus*) Tipo A1.

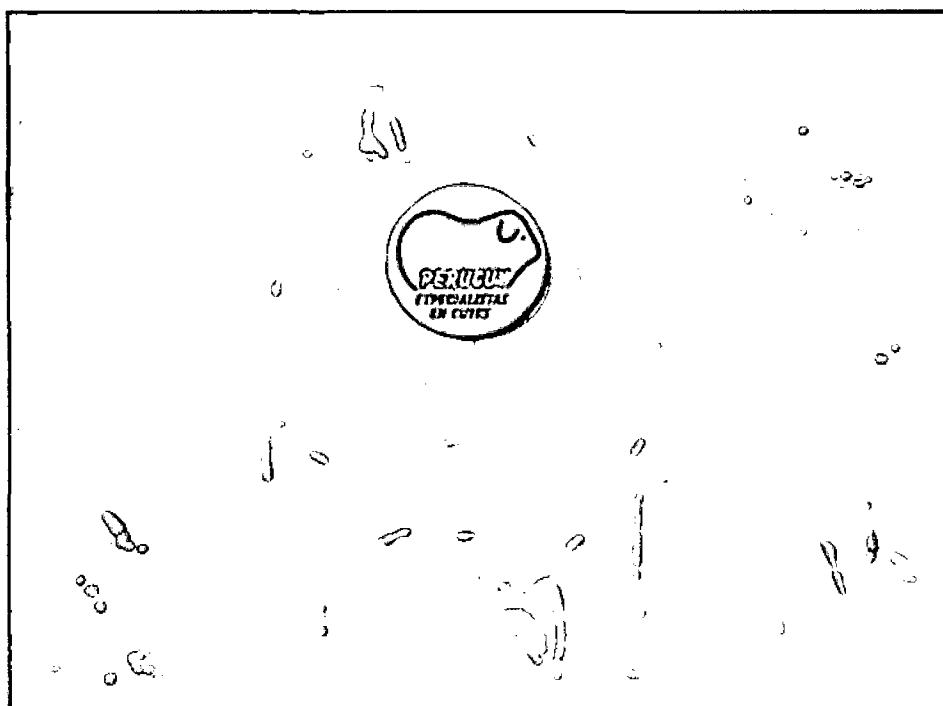
**Características:**

- ✓ Cuyes mejorados, de conformación física semejante a un paralelepípedo.
- ✓ Gran desarrollo muscular.
- ✓ Buena conversión alimenticia y
- ✓ Temperamento tranquilo.
- ✓ Es de pelo corto, lacio y pegado a lo largo del cuerpo.
- ✓ Considerado el mejor productor de carne.

**PRESENTACIONES EN QUE SE COMERCIALIZAN  
LOS CUYES BENEFICIADOS**



**Figura N° 10: Cuyes pelados enteros empaquetado simple**



**Figura N°11: Cuyes en otras presentaciones (sin apéndices, vísceras ni cabeza)**



**Figura N°12:** Paquetes de 04 brazos y 04 piernas (salen juntos): Paquetes de 02 medias carcasas

# DIAGRAMA DEL BENEFICIO DE CUYES

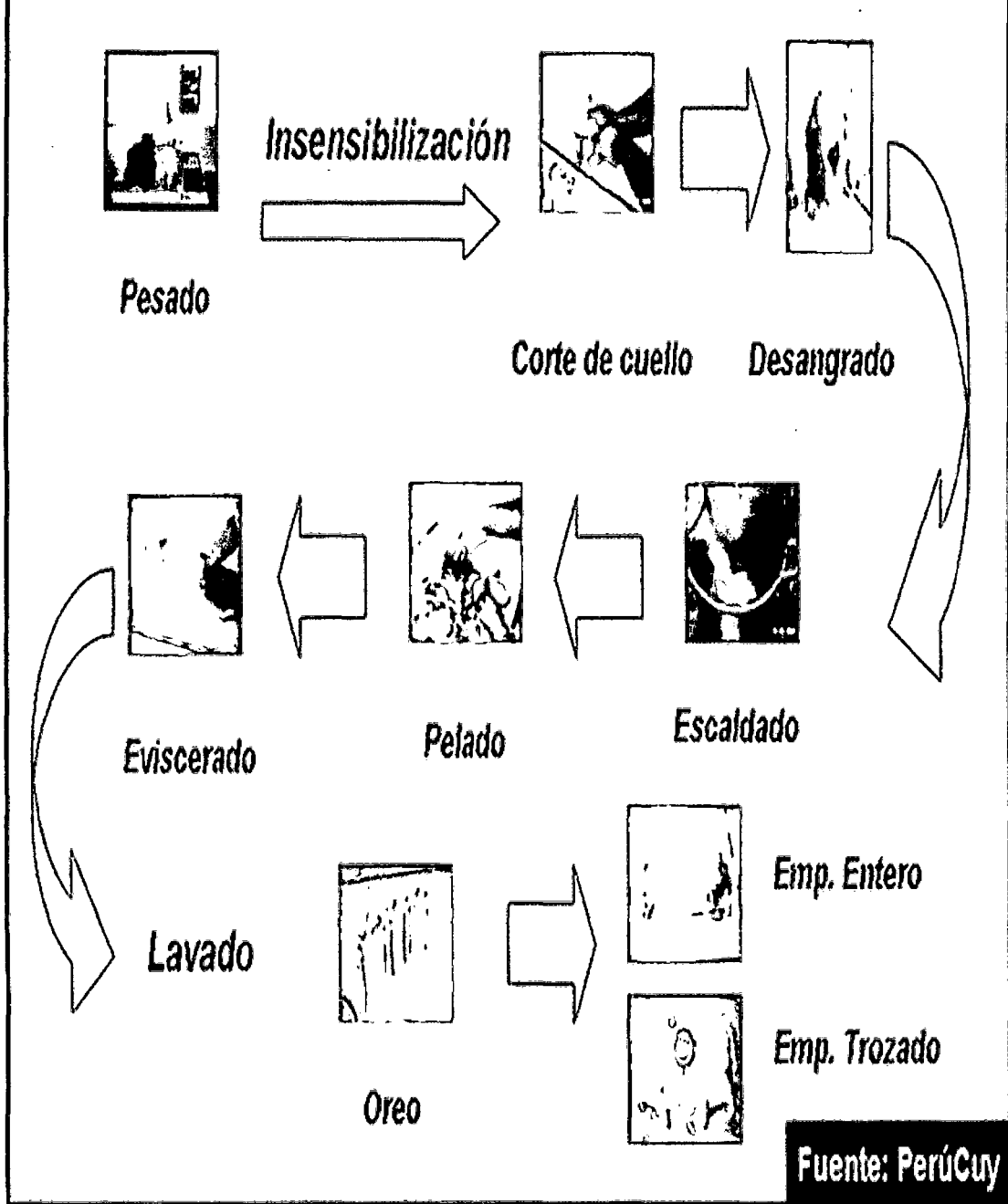


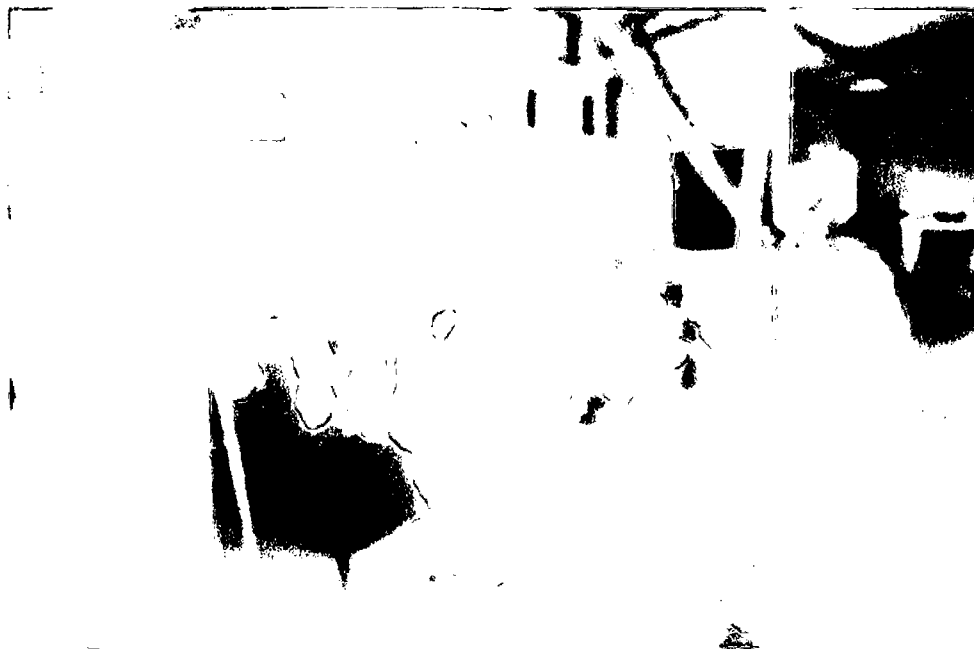
Figura N° 13: Esquema general del beneficio de cuyes (PerúCuy)



## PRINCIPALES ETAPAS DEL BENEFICIO DE LOS CUYES



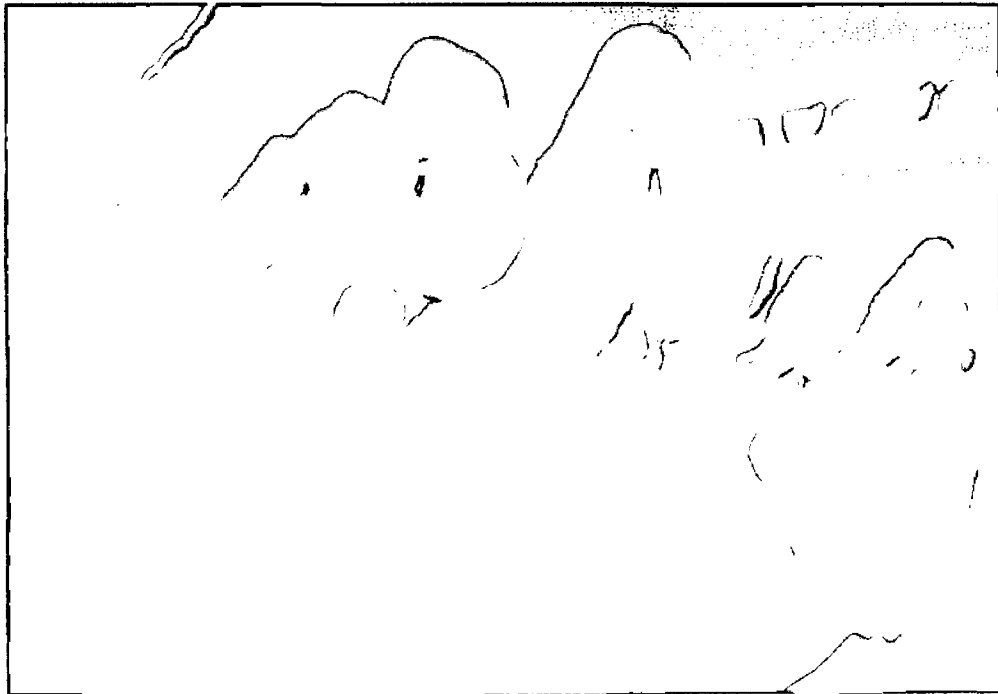
**Figura N° 14:** Selección de los animales que deben ser beneficiados (Criaderos artesanales)



**Figura N° 15:** Desangrado de cuyes (Argote, F. 2007)



**Figura N° 16:** Pelado manual de cuyes(Argote, F. 2007)



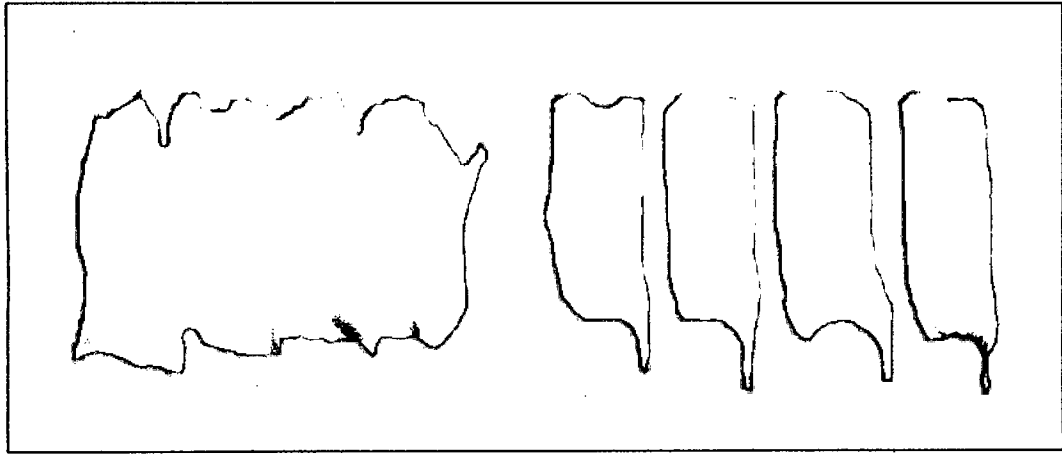
**Figura N° 17:** Oreo de Canales despues del eviscerado y lavado (Desarrollo de la investigación)



**Figura N° 18:** Obtención de canales (Argote, F. 2007)



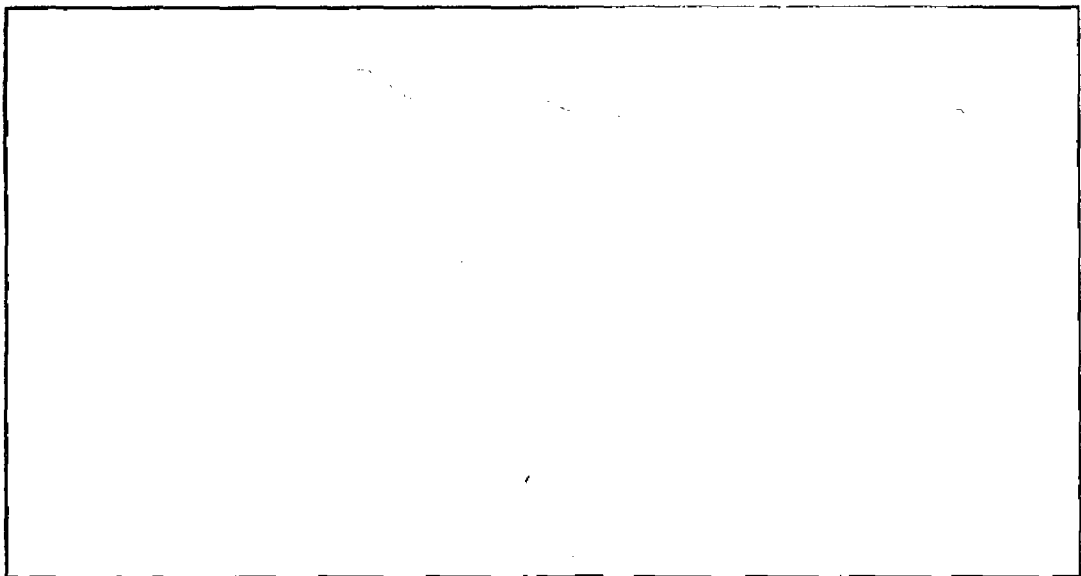
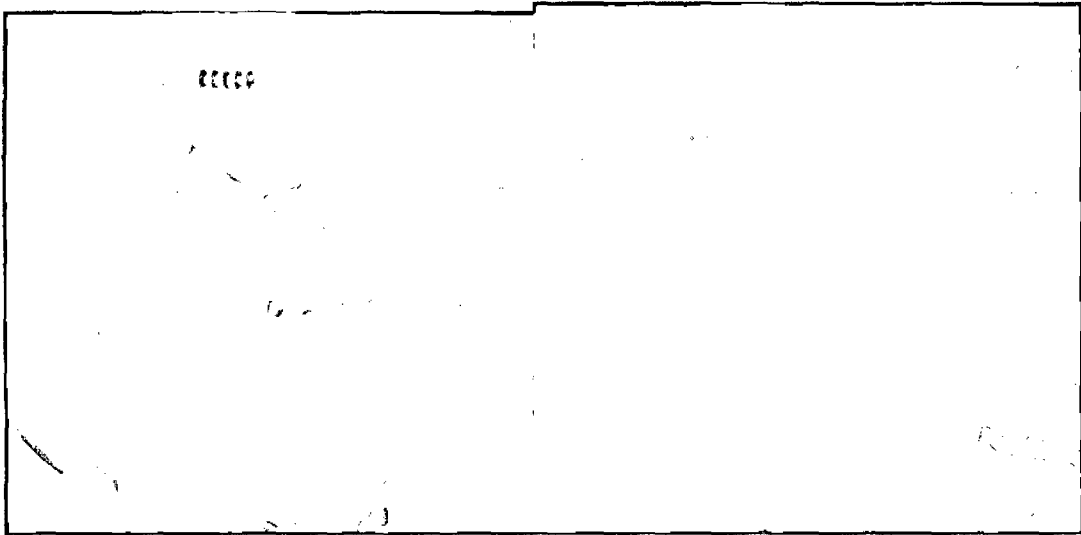
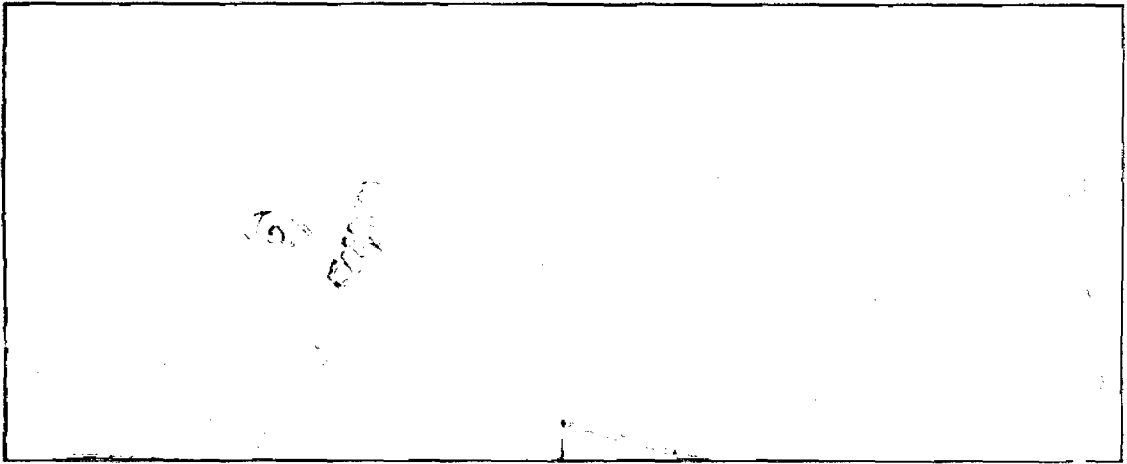
**Figura N°19:** Canales resultantes (Desarrollo de la investigación)



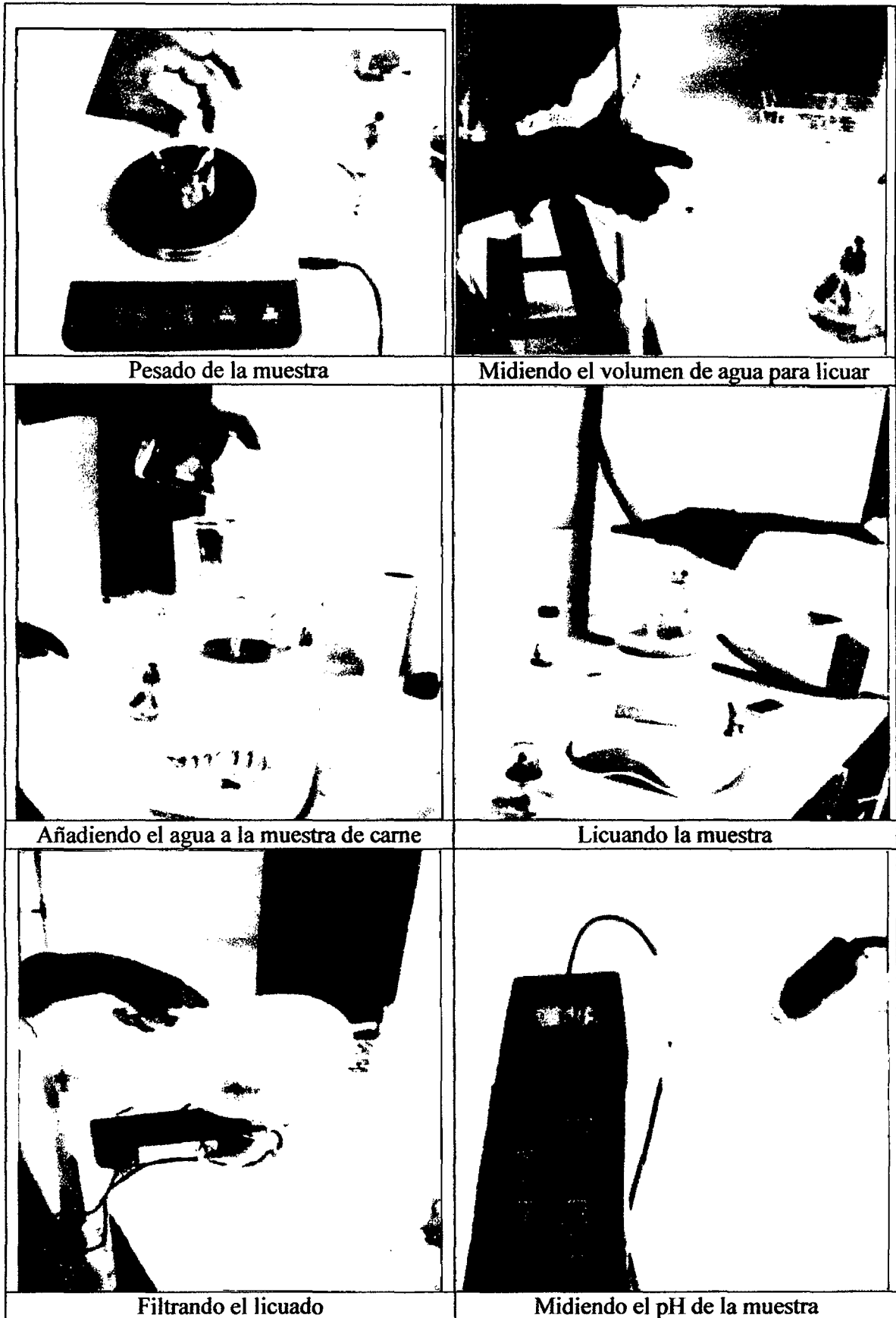
**Figura N° 20:** Separación de las canales en cuartos (INIA – Perú)



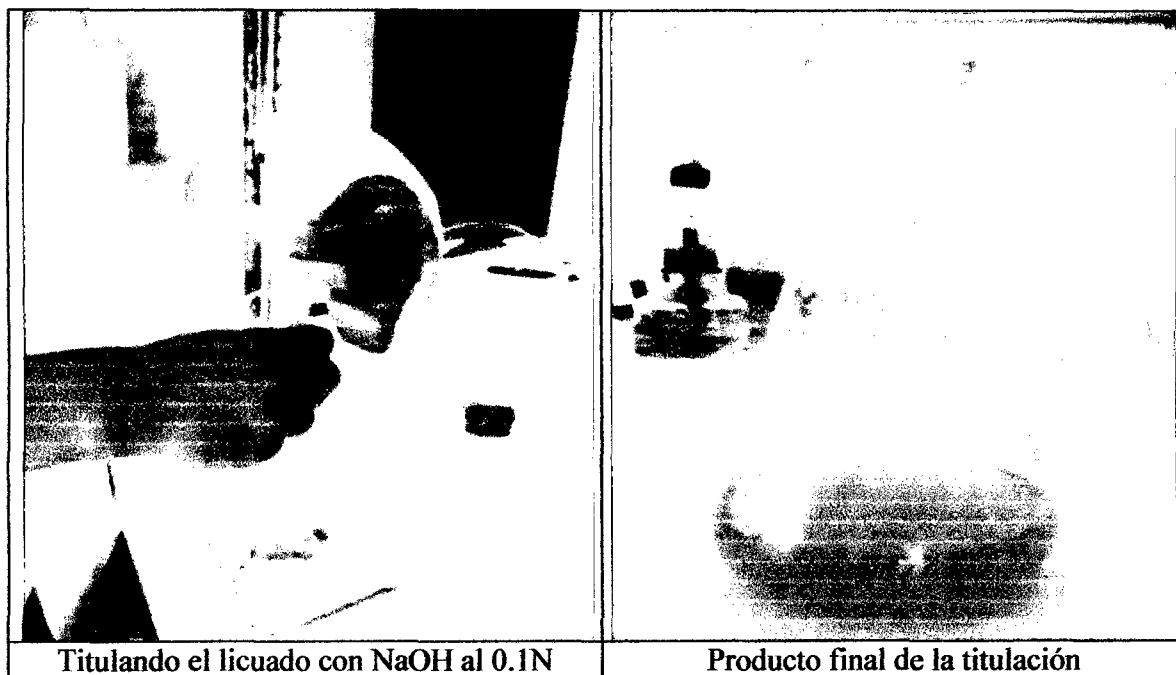
**Figura N° 21:** Maduración de la carne de cuy en refrigeración (Argote, F. 2007)



**Figura N° 22:** Muestras de Carne de cuy envasadas y en refrigeración (Desarrollo de la investigación)



**Figura N° 23:** Algunos procedimientos para la medición del pH



**Figura N° 24:** Algunos procedimientos para la medición de la acidez titulable



**Preparando las tubos de las diluciones**

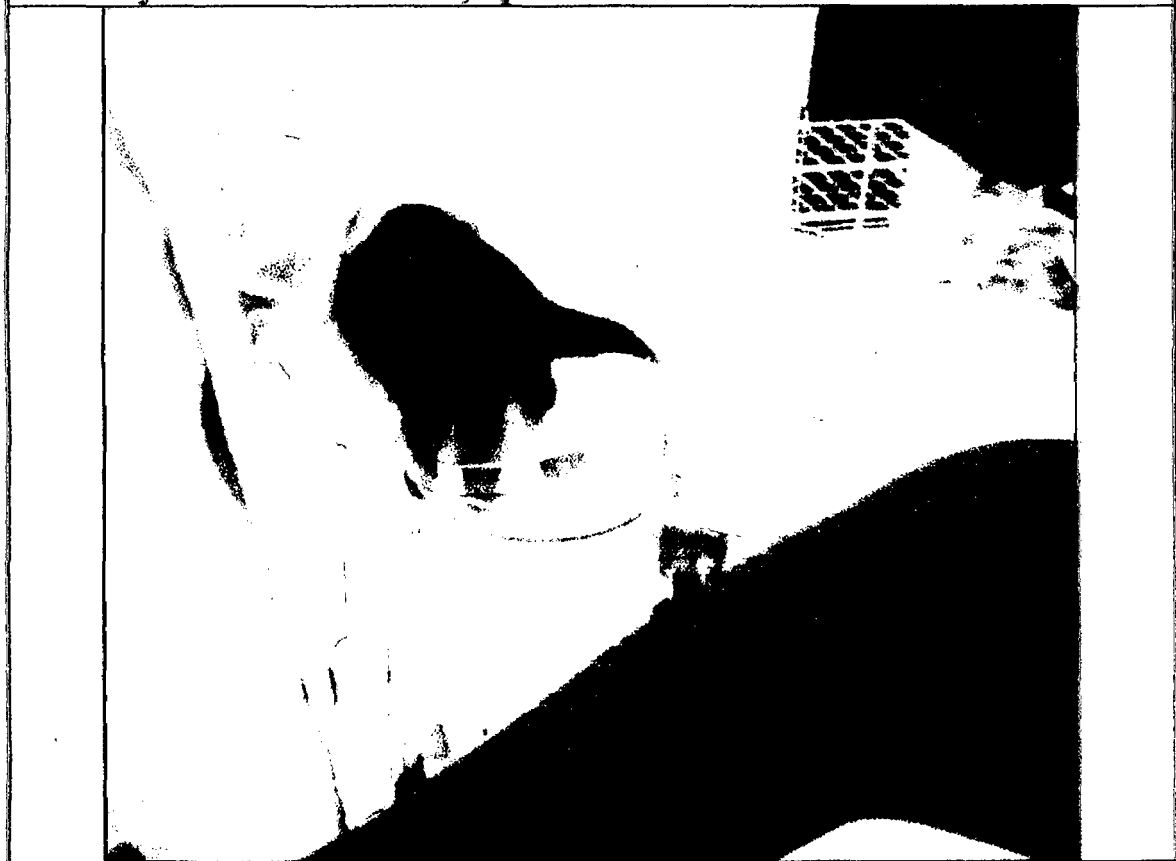


**Preparando la dilución madre con las muestras de carne de cuy**

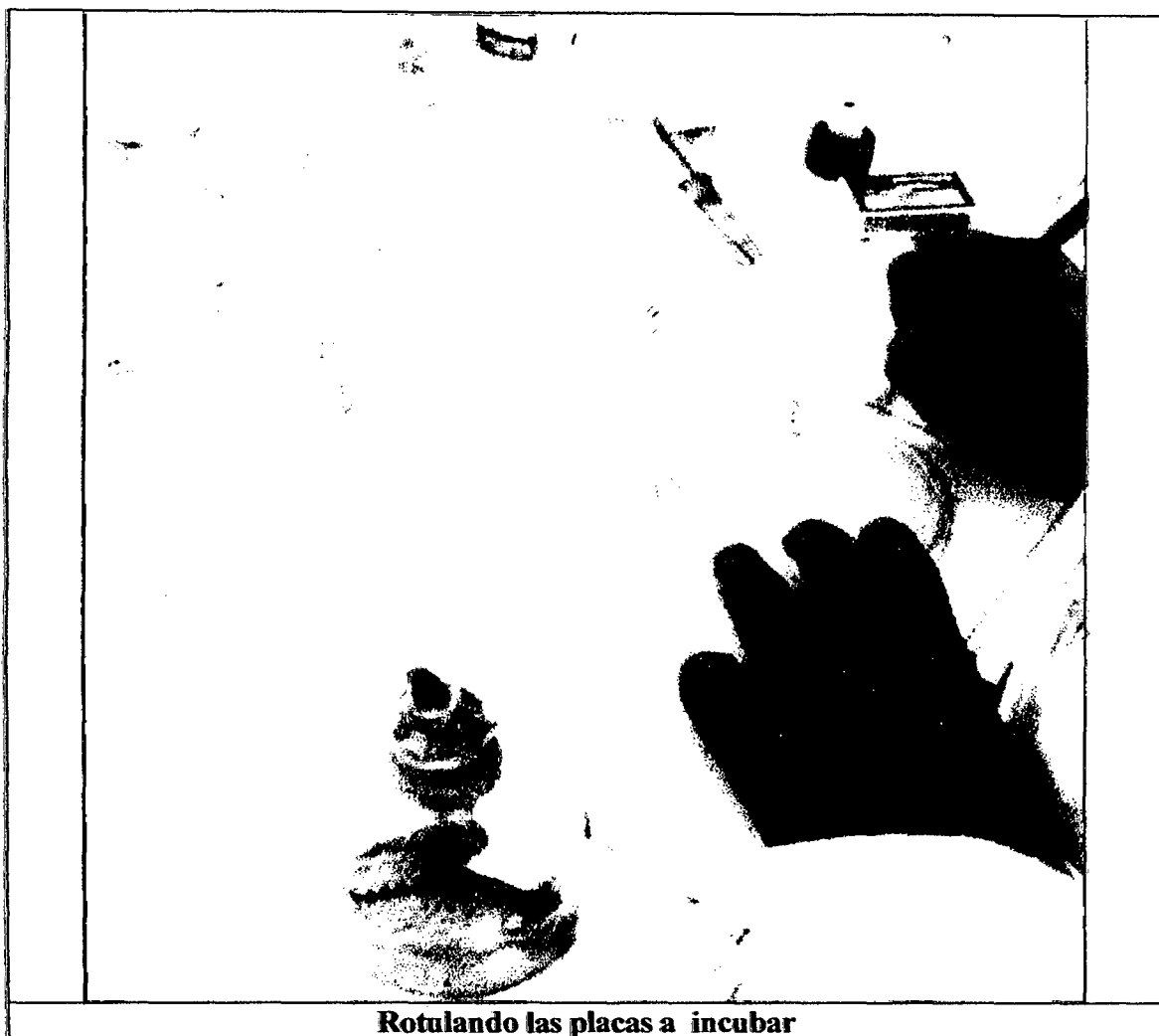




**Extrayendo la dilución madre, a partir de la cual se harán las demás diluciones**



**Realizando la siembra en las placas con agar**



**Rotulando las placas a incubar**

**Figura N° 25: Algunos Procedimientos para Recuento Microbiano**

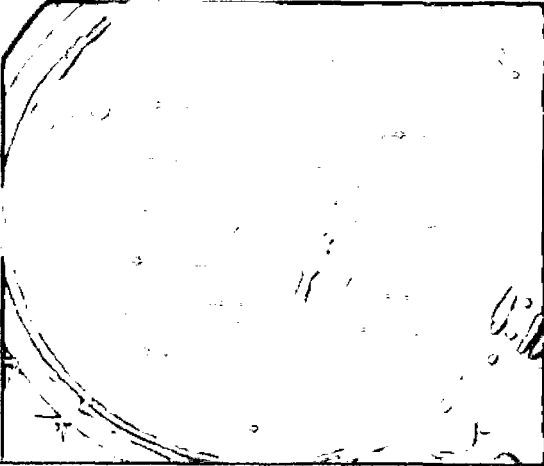
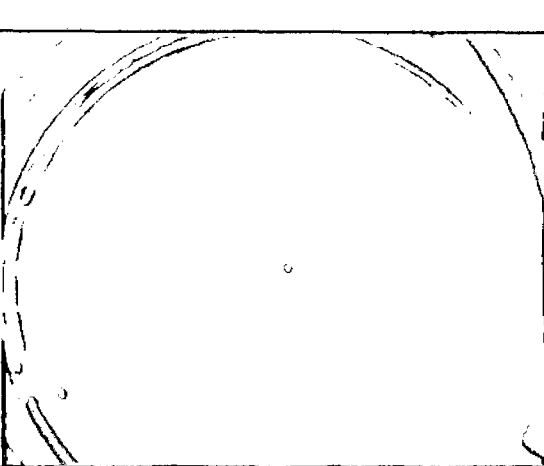
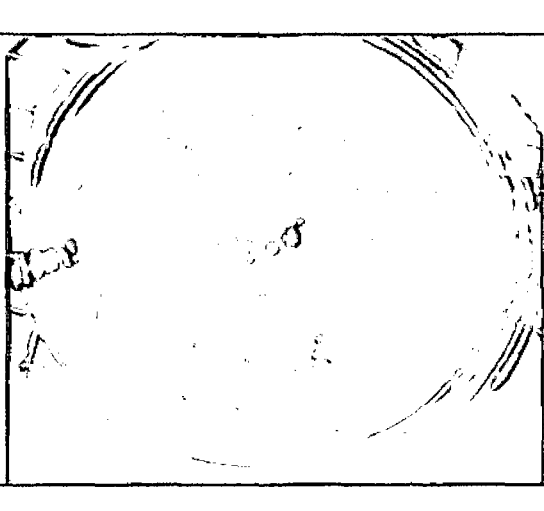


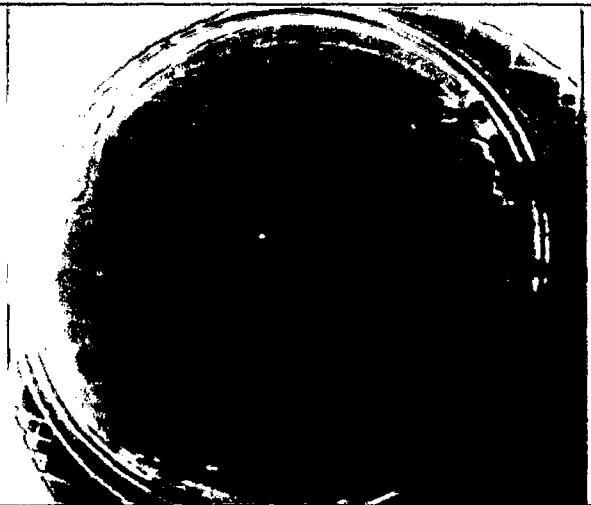
Dilución	Placa de recuento
10 <sup>-2</sup>	
10 <sup>-3</sup>	
10 <sup>-4</sup>	

Figura N° 26: Placas del recuento microbiano para el día 0 de las muestras de carne de cuy

Dilución	Placas de recuento	
$10^{-2}$		
$10^{-3}$		
$10^{-4}$		

**Figura N° 27:** Placas del recuento microbiano para el día 7 del Grupo Testigo

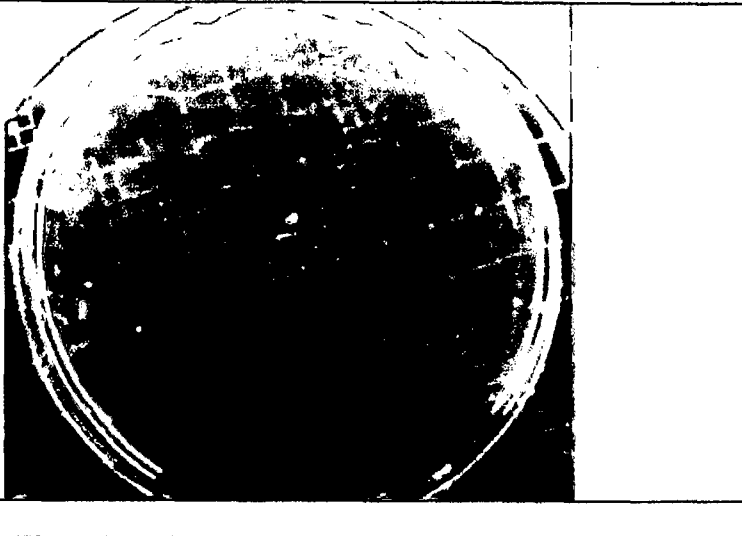
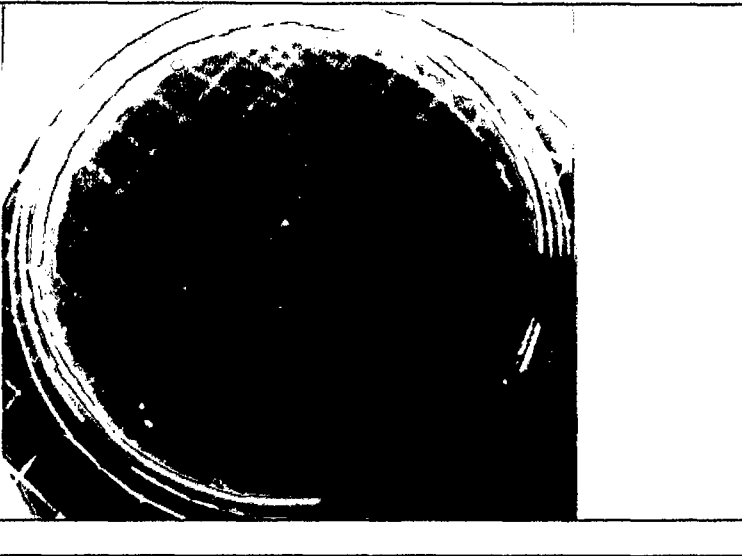
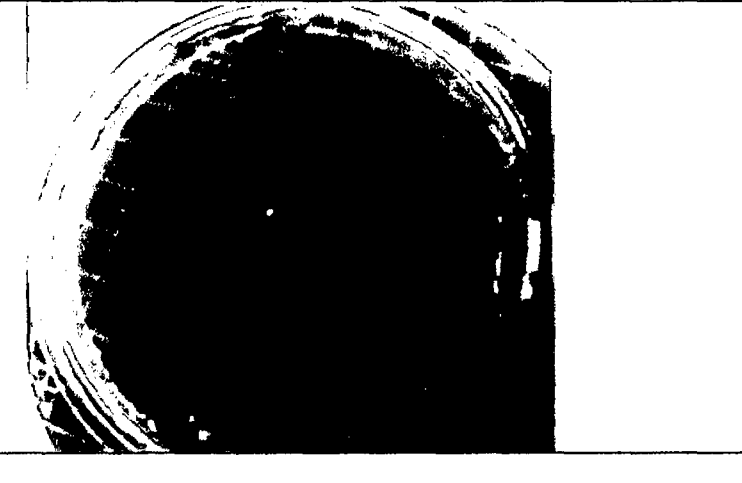
Dilución	Placas de recuento	
$10^{-2}$		
$10^{-3}$		
$10^{-4}$		

Figura N° 28: Placas del recuento microbiano para el día 7 del tratamiento T1

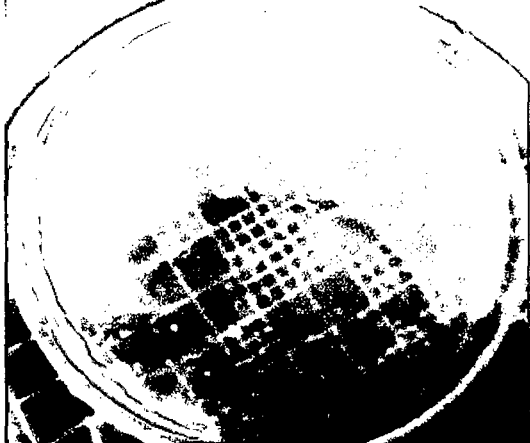
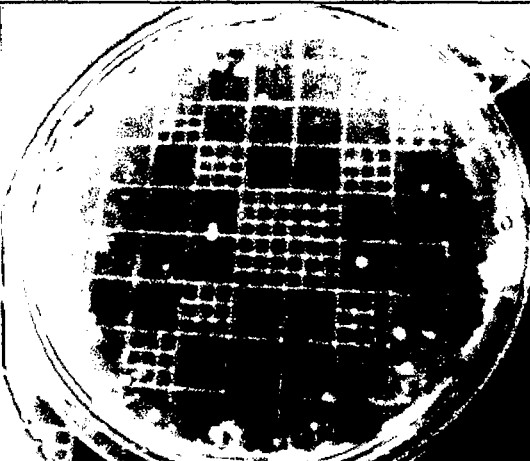
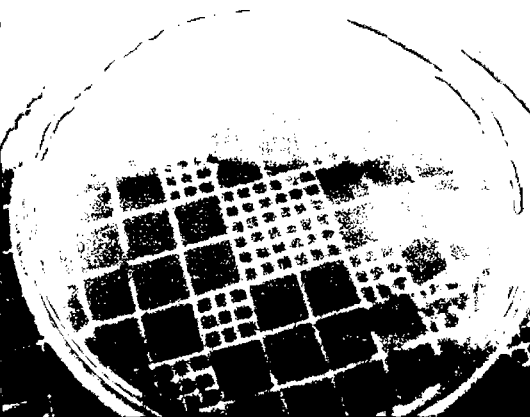
Dilución	Placas de recuento
$10^{-2}$	
$10^{-3}$	
$10^{-4}$	

Figura N° 29: Placas del Recuento Microbiano para el día 7 del tratamiento T2

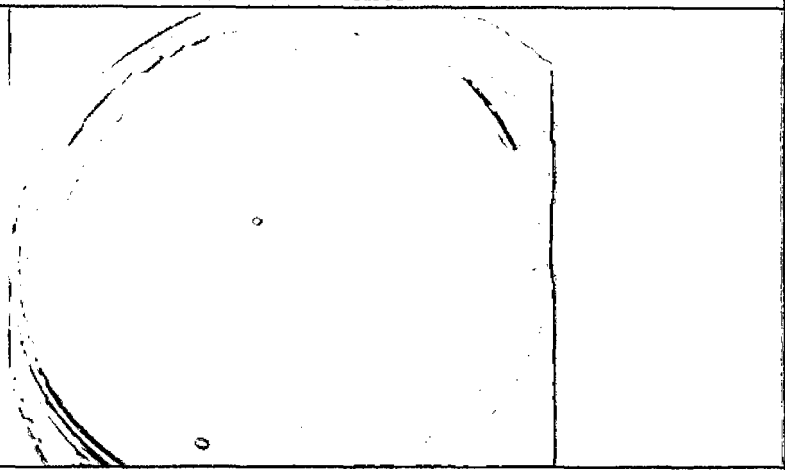
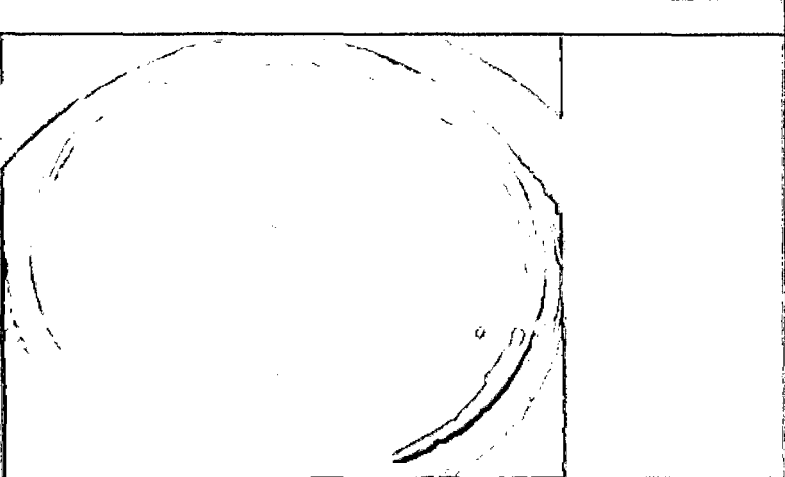
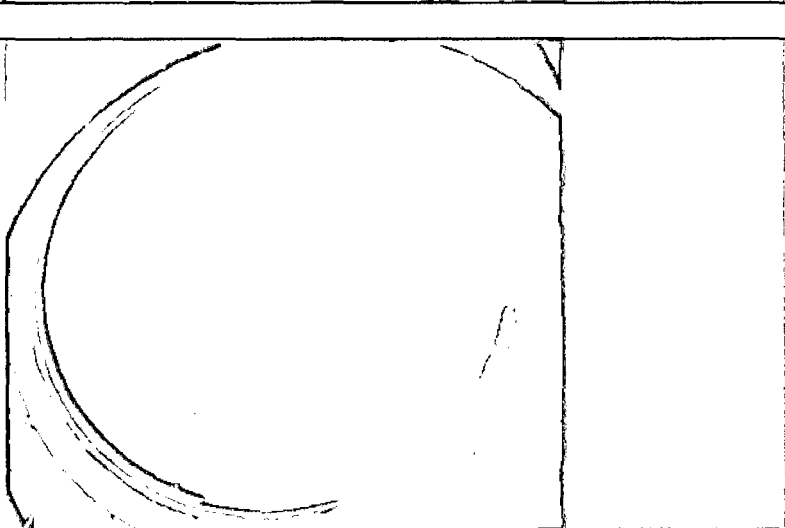
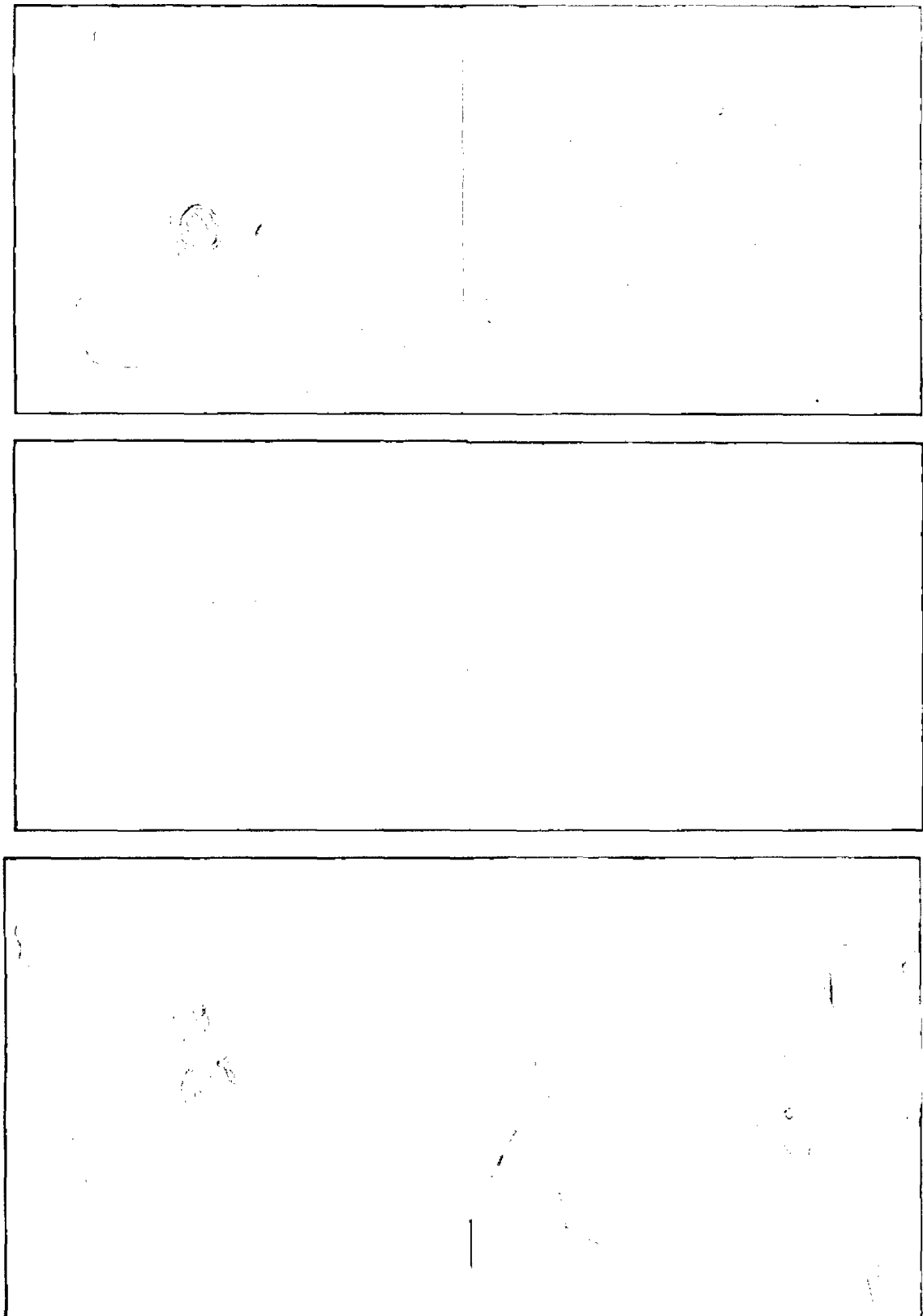
Dilución	Placas de recuento	
$10^{-2}$		
$10^{-3}$		
$10^{-4}$		

Figura N° 30: Placas del Recuento Microbiano para el día 7 del tratamiento T3



**Figura N° 31:** Muestras del Grupo Testigo a los 29 días (Desarrollo de la investigación)

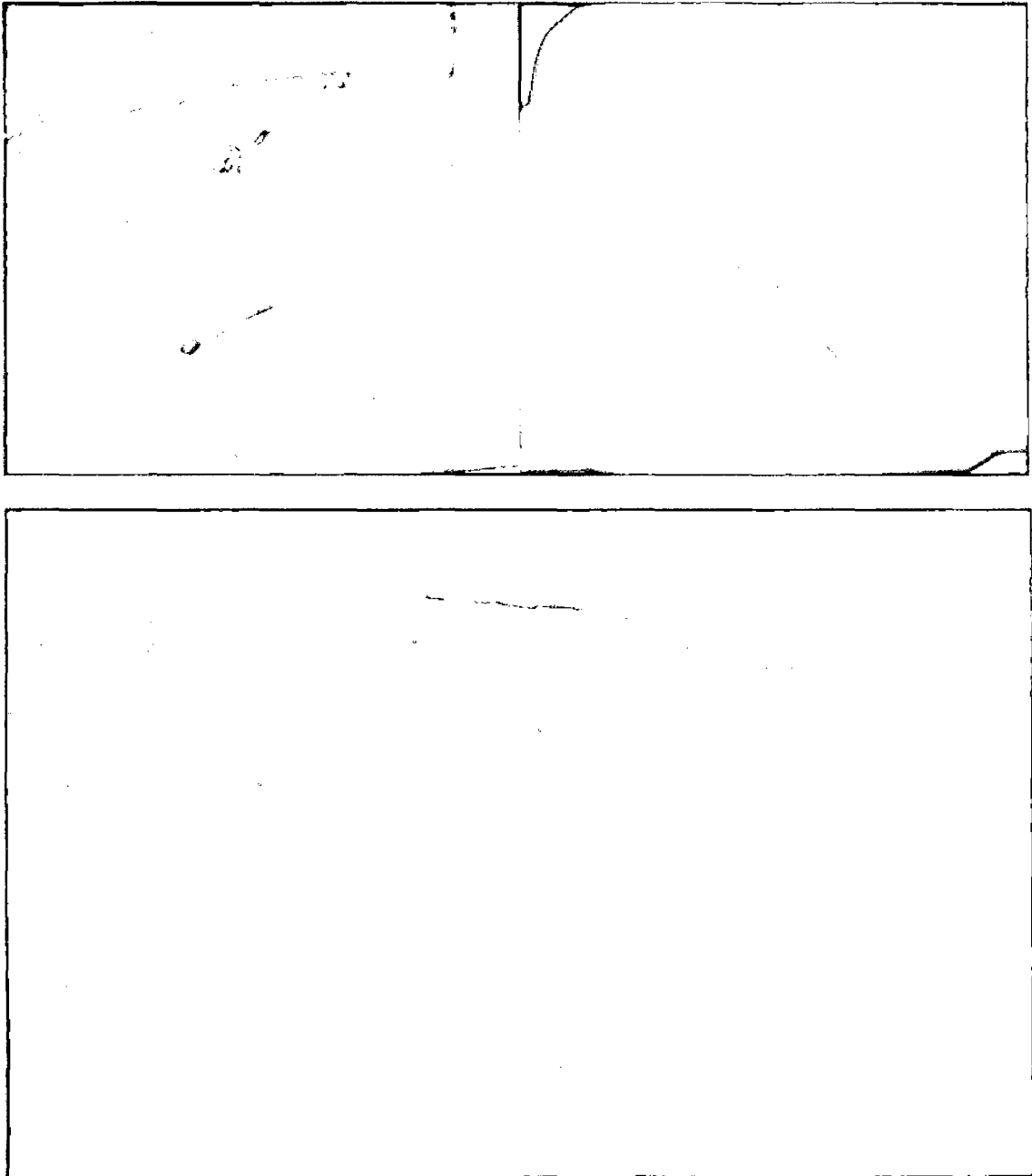




**Figura N° 32:** Muestras del T1 a los 29 días (Desarrollo de la investigación)



**Figura N° 33:** Muestras del t2 a los 29 días (Desarrollo de la investigación)



**Figura N° 34: Muestras del T3 a los 29 días (Desarrollo de la investigación)**

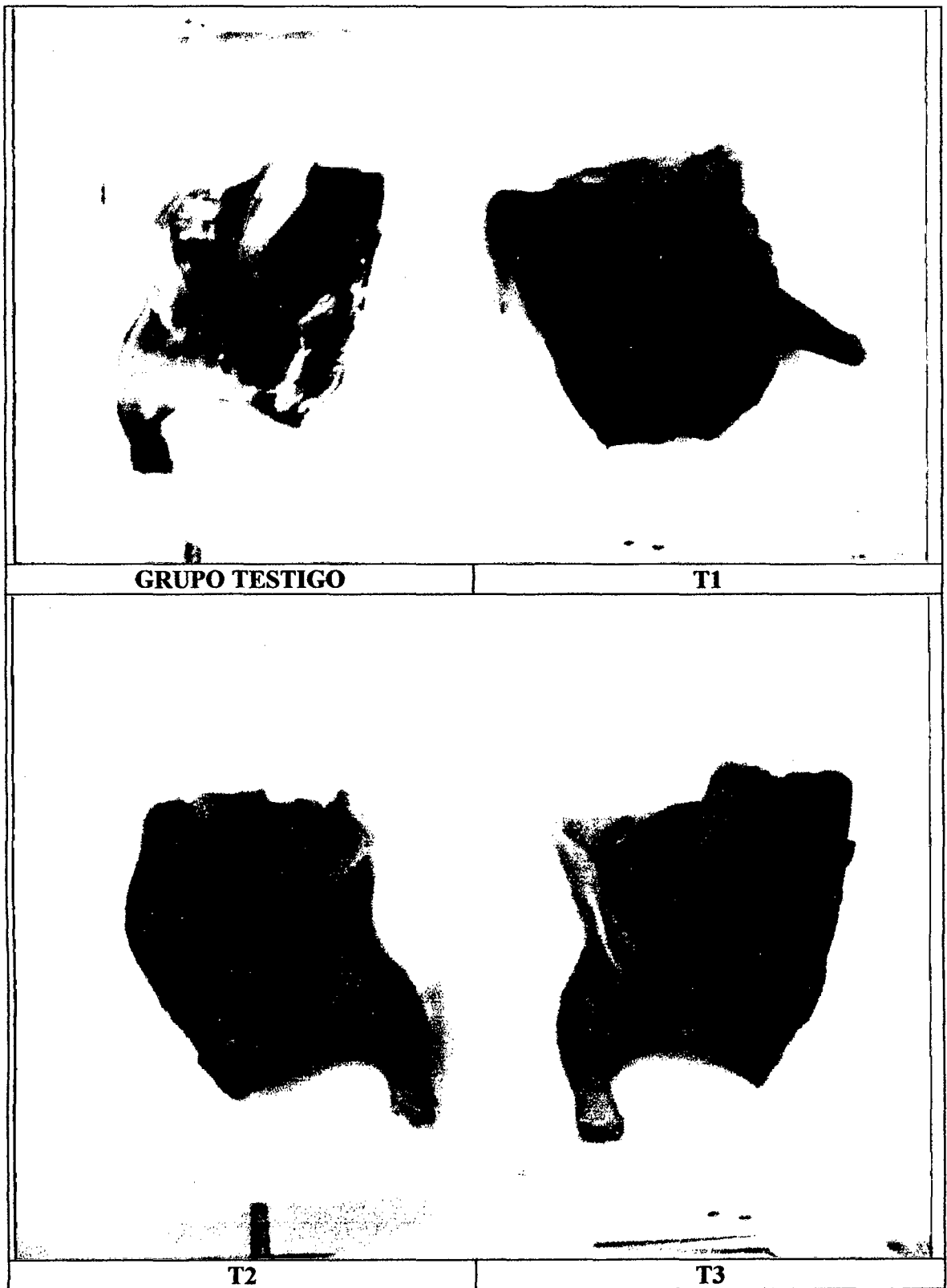
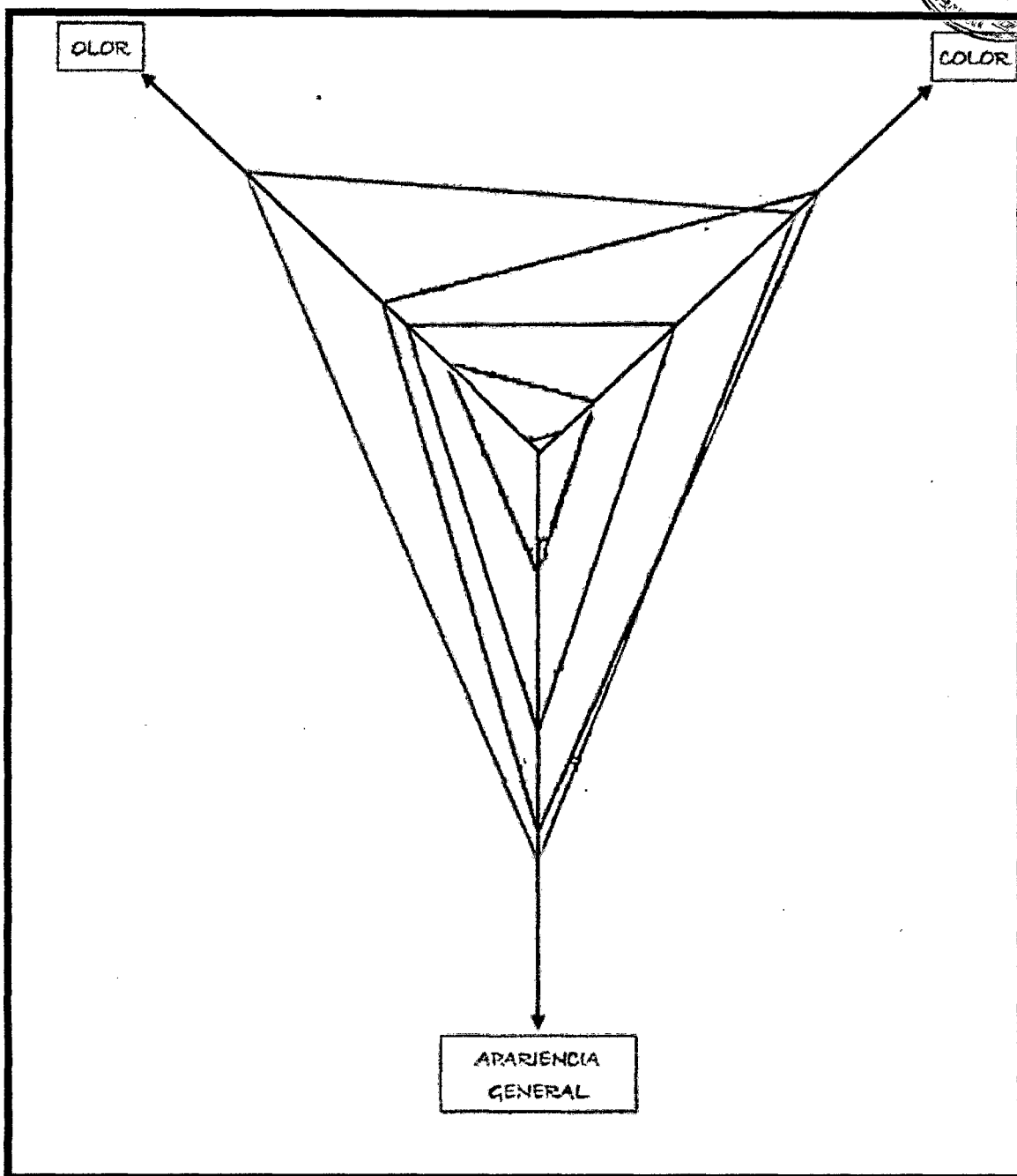


Figura N° 35: Comparaciones entre muestras a los 29 días (Desarrollo de la investigación)



Naranja: M1

Azul: M3

Rosado: M4

Verde Caña: M2

Figura N° 36: Análisis Sensorial consolidado



**Figura N° 37: Empacadora a vacío VAC 550 (Oster)**