



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
“MANUEL FÉLIX LÓPEZ”**

**CARRERA PECUARIA**

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO  
VETERINARIO**

**TEMA:**

**AGUA DE COCO COMO DILUYENTE DE SEMEN PORCINO A  
DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE LA RESPUESTA  
REPRODUCTIVA CON INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN CERDAS.**

**AUTORES:**

**LUCÍA ELOÍSA FARIÁS RODRÍGUEZ  
SANTIAGO NARCISO INTRIAGO MERA**

**TUTOR:**

**ING. CARLOS LARREA IZURIETA Mg. Sc.**

**CALCETA, NOVIEMBRE 2017**

## DERECHOS DE AUTORÍA

Lucia Eloísa Farías Rodríguez y Santiago Narciso Intriago Mera, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

.....  
LUCIA E. FARÍAS RODRÍGUEZ  
1313564047

.....  
SANTIAGO N. INTRIAGO MERA  
1312899105

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Carlos Larrea Izurieta certifica haber tutelado la tesis, AGUA DE COCO COMO DILUYENTE DE SEMEN PORCINO A DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE LA RESPUESTA REPRODUCTIVA CON INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN CERDAS, que ha sido desarrollada por Lucía Eloísa Farías Rodríguez y Santiago Narciso Intriago Mera, previa la obtención del título de Médico Veterinario, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....  
ING. CARLOS LARREA IZURIETA, Mg Sc.

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** la tesis AGUA DE COCO COMO DILUYENTE DE SEMEN PORCINO A DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE LA RESPUESTA REPRODUCTIVA CON INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN CERDAS, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Lucía Eloísa Farías Rodríguez y Santiago Narciso Intriago Mera, previa la obtención del título de Médico Veterinario, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....  
Dra. MARIA P. ZAMBRANO Mg. Sc.  
**MIEMBRO**

.....  
Dr. ALEX J. ROCA CEDEÑO Mg. Sc  
**MIEMBRO**

.....  
Dr. DERLYS H. MENDIETA CHICA  
**PRESIDENTE**

## AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me da la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual estoy forjando mis conocimientos profesionales día a día.

A DIOS que nos ha dado la fortaleza de luchar por ese ideal, por darnos salud, responsabilidad y sobretodo sabiduría para alcanzar nuestra meta trazada.

A nuestros padres Edición Farías, Lilia Rodríguez y Roque Intriago, María Mera por ser los pilares fundamentales en nuestra vida, quienes nos han formado con valores, quienes han sido el principal soporte para el crecimiento de nuestra vida profesional.

A Ida Navarrete por habernos ayudado en todo momento cuando necesitábamos, por sus buenos consejos, apoyo y deseos de vernos profesionales.

Al Ingeniero Patricio Paredez Orosco por brindarnos su apoyo incondicional durante este tiempo.

Al Ingeniero Carlos Larrea por colaborarnos con sus enseñanzas en la culminación de este trabajo.

A nuestro amigo y compañero Iduarte Loor por habernos ayudado en el desarrollo de este trabajo.

.....  
LUCIA. E. FARIÁS RODRÍGUEZ

.....  
SANTIAGO N. INTRIAGO MERA

## DEDICATORIA

Este logro se lo dedicamos al DIOS creador, por guiarnos en cada uno de nuestros pasos, por darnos fuerzas para seguir adelante y no desmayar en el camino y enfrentar las dificultades que se nos han presentado.

A nuestros padres que han sido nuestra fuente de inspiración, nuestro más grande ejemplo de vida, son ellos los merecedores de nuestro respeto y admiración, a ellos que nos brindan sus fuerzas, apoyo, consejos y sobre todo la ayuda en los momentos más difíciles, por estar en las buenas y en las malas; por ayudarnos con los recursos necesarios para estudiar y conseguir nuestras metas.

A usted amor por ser un apoyo y compañía en este caminar por estar hay en todo momento y cuando más lo necesitaba por ser un amigo incondicional en todo momento gracias por todo.

.....  
LUCIA. E. FARIAS RODRIGUEZ

.....  
SANTIAGO N. INTRIAGO MERA

## CONTENIDO GENERAL

	Pág.
CARATULA	
DERECHOS DE AUTORÍA .....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
CONTENIDO GENERAL.....	vii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	x
RESUMEN .....	xi
PALABRAS CLAVE.....	xi
ABSTRAC .....	xii
KEY WORDS .....	xii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3. OBJETIVOS .....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.4. HIPÓTESIS .....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. COCO .....	5
2.2. AGUA DE COCO .....	5

2.2.	TIPOS DE DILUYENTES .....	7
2.3.	FUNCIONES DEL DILUYENTE.....	8
2.4.	DILUYENTE BELTSVILLE THAWING SOLUCIÓN (BTS) .....	8
2.4.1	.FUNCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL DILUYENTE BTS.....	8
2.5.	TEMPERATURA.....	9
2.6.	EVALUACIÓN DEL SEMEN .....	9
2.6.1.	CONTROL MACROSCÓPICO.....	9
2.7.	CATEGORÍA DE PARTOS.....	11
2.8.	INSEMINACIÓN ARTIFICIAL.....	11
2.8.1.	VENTAJAS DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL.....	13
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....		14
3.1.	UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	14
3.2.	CONDICIONES CLIMÁTICAS .....	14
3.3.	DURACIÓN DEL TRABAJO.....	14
3.4.	FACTOR EN ESTUDIO .....	14
3.5.	TRATAMIENTOS .....	14
3.6.	DISEÑO EXPERIMENTAL .....	15
3.7.	ESQUEMA ADEVA .....	15
3.8.	UNIDAD EXPERIMENTAL .....	15
3.9.	VARIABLES EN ESTUDIO.....	16
3.9.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	16
3.10.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	16
3.11.	PROCEDIMIENTO.....	16
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		21
4.1.	EVALUACIÓN MICROSCÓPICA .....	21



4.2.	FERTILIDAD.....	22
4.3.	LECHONES NACIDOS TOTALES Y NACIDOS VIVOS .....	23
4.4.	COSTO BENEFICIO .....	25
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		27
5.1.	CONCLUSIONES.....	27
5.2.	RECOMENDACIONES .....	28
BIBLIOGRAFÍA .....		29
ANEXOS .....		32

## CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

### Cuadros

2.1. Contenido nutricional del agua de coco.....	6
2.2. Principales componentes del diluyente BTS.....	8
3.1. Condiciones Climáticas.....	14
3.2. Códigos de tratamientos.....	15
3.3. Esquema del ADEVA.....	15
3.4. Plan de vacunación de las cerdas.....	17
4.1. Evaluación Microscópica.....	22
4.2. Lechones nacidos totales y nacidos vivos.....	24
4.3. Evaluación de la temperatura.....	25
4.4. Evaluación de los diluyentes.....	25
Cuadro de costo beneficio de los dos diluyentes.....	26

### Gráficos

4.2. Fertilidad.....	23
4.3. Porcentaje según el sexo de lechones.....	26

## RESUMEN

La investigación se realizó en la unidad de docencia e investigación Hato porcino y en el laboratorio de Biotecnología de la reproducción, donde se realizó la comparación de dos diluyentes uno comercial BTS (Beltsville Thawing Solution) y otro natural de agua de coco (*Cocus nucifera*) ambos diluyentes con dos temperaturas diferentes de inseminación a 37°C y 17°C, se utilizaron 16 cerdas multíparas escogidas al azar para los respectivos tratamientos 4 cerdas para cada tratamiento, se utilizó DCA (diseño completamente al azar) con arreglo bifactorial con cuatro repeticiones, además se realizó una prueba Chi-cuadrado para variables no paramétricas, las variables a analizar fueron motilidad, aglutinación, mortalidad espermática, fertilidad, número de lechones nacidos totales y nacidos vivos. En la evaluación microscópica no existió diferencia significativa ( $p>0.05$ ) entre cada uno de los tratamientos con BTS a 37 y 17°C y agua de coco a 37 y 17°C, además, los resultados obtenidos en fertilidad no se encontró diferencia significativa ( $p>0.05$ ) BTS y agua de coco 37°C 100% y a 17°C un 75%. En lechones nacidos totales existe diferencia significativa entre las temperaturas 37°C y 17°C el cual a 37°C ( $p>0.05$ ) con una media de 11,50 y 17°C con 7,67. En nacidos vivos no se observó diferencia significativa a 37°C BTS reportó 8,25 ( $\pm 2,06$ ), y agua de coco un promedio de 10,5. Con diluyente agua de coco a 17°C una media de 6,67, con BTS a 17°C un promedio de 8,67. Los resultados permiten sugerir que se puede utilizar el agua de coco como diluyente.

## PALABRAS CLAVE

Biotecnología de la reproducción, temperatura, evaluación microscópica, fertilidad.

## ABSTRAC

The research was studied in the herd porcine teaching and research unit and in the reproduction biotechnology laboratory, where a comparison of two commercial diluents BTS (Beltsville Thawing Solution) and another natural like coconut water (*Cocus nucifera*) both diluents with two different insemination temperatures at 37 ° C and 17 ° C, 16 multiparous sows were selected at random for the respective treatments 4 sows for each treatment, DCA was used (completely randomized design) with bifactorial arrangement with four replicates, them was applied a Chi-square test for non-parametric variables, the variables to be analyzed were motility, agglutination, sperm mortality, fertility, total number of piglets born and live births. In the microscopic evaluation there was no significant difference ( $p > 0.05$ ) between each of the treatments with BTS at 37 and 17°C and coconut water at 37 and 17°C, in addition, the results obtained in fertility did not find significant difference ( $p > 0.05$ ) ) BTS and coconut water 37 ° C 100% and at 17 ° C 75%. In total born piglets there is a significant difference between 37 ° C and 17 ° C, which at 37 ° C ( $p > 0.05$ ) with a mean of 11.50 and 17 ° C with 7.67. In live births, no significant difference was observed at 37 ° C. BTS reported 8.25 ( $\pm 2.06$ ), and coconut water averaged 10.5. With diluent coconut water at 17 ° C an average of 6.67, with BTS at 17 ° C an average of 8.67. The results suggest that coconut water can be used as a diluent.

## KEY WORDS

Reproduction biotechnology, temperature, microscopic evaluation, fertility.

# **CAPÍTULO I. ANTECEDENTES**

## **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El éxito de las granjas porcinas depende del manejo productivo y reproductivo principalmente de lo cual depende su eficacia, en donde la inseminación artificial (IA) cumple un rol importante al momento de aplicarla. El progreso de esta técnica en la práctica está influenciado por los resultados obtenidos a través de los costos de producción. (Fuentes, 2000 citado por Aleman, 2005)

Almond y Poolperm (2002), citados por Salazar (2014) señalan que los primeros diluyentes rusos estaban basados en soluciones de glucosa con tartrato de sodio o potasio o sulfato sódico y peptonas, manteniendo en cualquier caso bajos niveles de electrolitos. Consecutivamente en la década de los 50, el desarrollo de los diluyentes se produjo para el bovino, basados en yema de huevo con fosfato o citrato y leche, y se hicieron algunas conciliaciones para conservar semen porcino.

Según Aguilar (2015) existen varios diluyentes comerciales, la mayoría de muy buena calidad y particularidad en su composición lo que hace fácil usarlo pero uno de los principales inconvenientes es su costo, por esa razón se hace factible buscar otras alternativas como diluyentes naturales tal es el caso del agua de coco por su costo, disponibilidad y su relación con el medio ambiente.

De acuerdo a lo antes expuesto se plantea la siguiente interrogante, ¿El agua de coco como diluyente natural del semen a dos diferentes temperaturas beneficiará la repuesta reproductiva de las cerdas?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

La inseminación artificial es parte sustancial en los procesos de crianza porcina debido a sus múltiples beneficios tanto sanitarios, como los costos de producción y mantenimiento de los verracos, además disminuye el riesgo de enfermedades de transmisión sexual y mejora la genética. (Asturias, A. 2008).

Hernández (2012), citado por Salazar (2014) indica que los diluyentes de corta duración se utilizan principalmente en donde la distribución de las dosis seminales es corta distancia, este tipo de diluyente dura de 1-3 días. Una de las principales ventajas es bajo costo en su preparación y se obtienen resultados reproductivos similares, se utiliza una concentración espermática baja con relación a la monta natural, que permite con esto realizar más inseminaciones con una sola recolección, su desventaja es corta duración de la viabilidad espermática.

El 99% de inseminaciones artificiales en la especie porcina que se realizan en el mundo utilizan método de preservación en el cual el semen puede mantenerse de uno a cinco días en temperaturas de 15 a 20°C, donde se conserva correctamente. Cuando se conserva a menos de 14°C, los espermatozoides sufren alteraciones en la membrana el cual lo hace inutilizable, así mismo cuando la temperatura de conservación esta mayor a 20°C, esto afecta la vida útil del semen. (Decuadro, 2001 citado por Alemán *et al.*, 2006)

A través de investigaciones se menciona que con el uso de inseminación artificial, se pueden obtener grandes provechos, accediendo a esta práctica y destreza en el manejo de esta técnica que cada día gana más espacio en el mundo. Es por ello que el presente trabajo es estudiar la respuesta reproductiva en las cerdas con, dos temperaturas diferentes de semen a inseminar y dos diferentes diluyentes el comercial y otro natural, debido al bajo costo y accesibilidad del diluyente natural es una gran alternativa para su uso en la IA.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto del agua de coco como diluyente natural de semen porcino a diferentes temperaturas sobre la respuesta reproductiva de cerdas.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Comparar el efecto del uso del agua de coco como diluyente natural de semen porcino a dos temperaturas diferentes sobre la motilidad, aglutinamiento y mortalidad de los espermatozoides.

Valorar el efecto de la temperatura del semen con el uso agua de coco como diluyente natural sobre la respuesta reproductiva en cerdas.

Estimar el costo beneficio de la utilización del diluyente natural agua de coco (*Cocus nucifera*) frente al diluyente comercial BTS (Beltsville Thawing Solution).

#### **1.4. HIPÓTESIS**

El uso del agua de coco como diluyente natural de semen porcino a diferentes temperaturas no afecta la motilidad, aglutinamiento de los espermatozoides y no influye en el porcentaje de fertilidad y el número de lechones nacidos totales.



## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. COCO

A menudo se hace relato a la palma de coco (*Cocos nucifera* L.) como el “árbol de la vida”, ya que tiene un gran valor como planta de varios usos encontrándose en el lugar número 12 de la lista de especies de plantas alimenticias más importantes para el hombre; además de ser una de las más bellas. El palmera es considerada la joya de los trópicos y es sin duda el cultivo fértil más importante del mundo, con alrededor de 3,000 millones de hectáreas cultivadas, que involucra a más de 13 millones de personas relacionadas directa o indirectamente con los productos de esta planta (Borgtoff y Balslev, 1993 citado por Granados *et al.*,2002)

### 2.2. AGUA DE COCO

El coco *Cocusnucifera.*, pertenece a la sub-familia *Cocosideae*, tribu *Cocoseaede* la familia *Palmae*, especie *nucifera*. El agua de coco es el líquido del endoesperma que se encuentra dentro de la cavidad del coco. La cantidad de agua que contiene la fruta depende del tamaño, maduración y variedad, es una solución ácida y estéril la cual contiene proteínas, azúcares, alcoholes de azucares, factores de crecimientos, vitaminas, sales y grasas neutras. (Engler *et al.*, citados por Ferreira y Flores 1993).

El agua de coco es relativamente alta en potasio y tiene bajo contenido de sodio. Los principales elementos son los azúcares con concentración de entre 1.4 a 5% dependiendo de la variedad del coco y el estado de madurez de la nuez, también contiene pequeñas cantidades de proteínas 0.7% y grasas 0.2% así como vitaminas aminoácidos y minerales.(FAO, 2007).

Parrotta (1993) citado por Aguilar (2015) manifiesta que la fruta es de forma ovoide, tres lados no bien determinados, cáscara fibrosa de color pardo claro, de 20 a 30 cm de largo.

El coco (*Cocusnucifera*) madura a los seis meses de edad en el cual ya tiene en su contenido agua, en la fase de maduración inicial el agua de coco tiene una

osmolaridad entorno de 500 miliosmoles y pH de 4.5. (Palacios, 2005 citado por Aguilar, 2015).

Según Palacios (2005) citado por Aguilar (2015) para que el agua de coco funcione debe estar en su edad óptima es decir de 6 a 7 meses, el bajo contenido de fosfolipasa "A" que tiene el agua de coco, es una ideal opción para congelamiento de semen.

El mismo autor señala que en una investigación realizada se dio a conocer que el alto contenido de fosfolipasa "A" son perjudiciales para los espermatozoides, la actuación del agua de coco en la vida de los espermatozoides se le atribuye también a la inhibición reversible del ácido láctico del esperma, el cual se manifiesta por la disminución en el metabolismo celular, en respiración, glucolisis anaerobia y motilidad conjunto, en el agua de coco se encontraron sustancias termolábiles, auxinas y niveles elevados de citosinas.

**Cuadro 2.1.** Contenido nutricional del agua de coco para 100 ml

<b>Componente</b>	<b>Contenido</b>
Energía(Kcal)	200
Proteínas (g)	0,10
Carbohidratos(g)	5,50
Lípidos(g)	0,05
Sodio(mg)	25,00
Potasio(mg)	160,00
Cloro(mg)	20,00
Calcio(g)	20,00
Fosforo(mg)	0,40
Magnesio(mg)	0,45

**Fuente:** InfoAgro 2015 citado por Murillo 2015

Nunes (1993) señala que el agua de coco como dilutor del semen caprino podría formarse en una iniciativa para el procesamiento del semen caprino en la inseminación artificial. El porcentaje de crías hembras nacidas de cabras inseminadas con semen diluido en agua de coco fue mayor al de las inseminadas con leche. La fertilidad de las cabras inseminadas con semen diluido en agua de

coco es superior a las inseminadas con semen diluido con leche, además se obtiene un mayor número de crías hembras.

En estudios anteriores en una investigación realizada por Perez *et al.*,(2010) se comprobó la esterilidad, isotonía y fuente de electrolitos del agua de coco.

## **2.2. TIPOS DE DILUYENTES**

El diluyente utilizado para las dosis seminales es una solución que permite aumentar el volumen del eyaculado del cerdo, aumentar las dosis y preservar las características de los espermatozoides el cual contiene nutrientes que permite que la vida del espermatozoide se alargue ya que es muy sensible al frío por lo que deben estar conservadas a 15-20°C, y la disminución de la temperatura hace que pierda viabilidad de las dosis seminales. (Gadea, 2003 citado por Alemán 2015).

Según Jonhson *et al.* (1982) citados por Hernández (2009) expresa que se han utilizados varios tipos de diluyentes para el mantenimiento del semen refrigerado, logrando los mejores efectos con los diluyentes Beltsville Thaw Solution (BTS).

Internacionalmente se han empleado varios tipos de diluyentes para la conservación del semen refrigerado, obteniéndose los mejores resultados con los diluyentes Kiev y Beltsville Thaw Solution (BTS).

El diluyente tiene variaciones en su presión osmótica y pH que en su mayoría son salinos, tales como (BTS), Illinois Variable Temperature (IVT), en diferentes proporciones básicas en sus componentes y químicamente semejantes. Otros poseen macromoléculas como seroalbumina bovina, alcohol polivinílico, diluyentes de larga acción se conserva de 6 a 7 días a 16°C con una dilución del semen 1:1 por 24 horas a 15°C es por ello la importancia de la refrigeración como proceso de conservación ya que por largo periodo compromete la fertilidad. (Fagundes ,2003 citado por Alemán, 2015).

Los diluyentes comerciales se han ido modificando con la intención de obtener semen de alta capacidad fecundante en procesos de IA. Tales características son

volumen total, concentración y motilidad son indicadores utilizados para valorar la calidad del semen y su respuesta con la manipulación, principalmente la mortalidad debido a la asociación con el número total de lechones nacidos. (Acosta *et al.*, 2008 y Gadea *et al.*, 2004. Citados por Rugeles 2013).

Según White (1993) y Buhr *et al.*, (2000) citados por Juárez (2009) y De la Peña (2011) menciona que la incorporación de yema de huevo durante el proceso de enfriamiento protege del daño por choque térmico a los espermatozoides debido a los fosfolípidos de su composición.

### 2.3. FUNCIONES DEL DILUYENTE

Para el mantenimiento metabólico de la célula espermática el diluyente debe aportar los nutrientes (glucosa), la protección frente al shock térmico del frío, el control del pH del medio (bicarbonato), la inhibición del desarrollo microbiano (antibióticos), la presión osmótica (sales Na Cl, K, Cl) y lo más importante aumentar el volumen del semen (Gadea 2005 citado por Montenegro *et al.*, 2013)

### 2.4. DILUYENTE BELTSVILLE THAWING SOLUCIÓN (BTS)

Coz (2007), puntualiza que el BTS es un diluyente de corta duración de 1 a 3 días.

**Cuadro 2.2.** Principales componentes del diluyente BTS

Glucosa g/l	37
Citrato sodico g/l	6,0
EDTA (ácido etilendiaminotetraacetico) g/l	1,25
Bicarbonato sódico	1,25
Cloruro potásico	0,75
Ph	7,2
Penicilina sodica g/l	0,60
Estreptomocina sulfarada g/l	1,00

Fuente: Flowers (2004);Coz (2007) citado por Montenegro *et al.*; 2013

#### 2.4.1. FUNCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL DILUYENTE BTS

Glucosa: es el componente energético, ya que no tiene fuerza ionica para dañar la membrana celular.

Citrato de Sodio: Evita la gelificación del medio

Bicarbonato: Eleva el pH total ligeramente ácido, para permitir la disolución del CO<sub>2</sub> lo que favorece la disminución del metabolismo.

EDTA: Capta iones de Ca<sup>+</sup> del plasma para evitar los impactos eléctricos que este causa sobre la célula.

Antimicrobiano: Evita la proliferación de gérmenes, que pueden interferir en la conservación. (Coz, 2007 citado por Montenegro *et al.*, 2013)

## **2.5. TEMPERATURA**

El espermatozoide sale a una temperatura aproximada de 37 °C. De ahí hacia abajo se conserva bien; si bajamos hasta la congelación el soporte depende de la especie; en porcinos es de 12 a 15 ° C. Pero en temperatura de 42 °C hacia arriba destruye totalmente a los espermatozoides, pues sus estructuras proteicas se coagulan. (Pérez, 1991 citado por Huaman y Yaringaño 2013)

Roca *et al.* (2006) y Kumaresan *et al.* (2009) citados por Torres *et al.* (2014) menciona que la IA se efectúa con semen fresco diluido a 16 - 18 °C, el mismo día de la extracción, almacenado por uno a cinco días. Pero pasadas las 24 horas, se origina una merma en los parámetros de calidad seminal.

## **2.6. EVALUACIÓN DEL SEMEN**

La evaluación del semen es un aspecto muy importante y un punto crítico en la práctica de la inseminación artificial, debido a que los reproductores pueden tener una fertilidad reducida y presentar alteraciones detectables por medio de un examen de semen. Cabe señalar que es necesario obtener una buena calidad para alcanzar valores de fecundidad aceptables, porque no todos los eyaculados aptos mantienen niveles de fertilidad dentro de la normalidad. (Berger y Parker 1989 citados por Almaguer *et al.*, 2015).

### **2.6.1. CONTROL MACROSCÓPICO**

En cuanto a sus características físicas las muestras de semen se estudian por: volumen, color, olor, pH y viscosidad.

#### **2.6.1.1. VOLUMEN**

Meliaho (2010) citado por Salazar (2014) manifiesta que el volumen varía según la edad, tamaño testicular, raza y el estado fisiológico de cada verraco, su fracción espermática entre 50 a 150 ml, y un eyaculado acerca de 250 ml.

#### **2.6.1.2. COLOR**

Córdova y Muñoz (2010) citados por Salazar (2014) señalan que el color del semen puede variar de un blanco cremoso a un blanco lechoso, cuando hay una gran concentración espermática su apariencia suele ser opaca.

#### **2.6.1.3. OLOR**

Camacho y Morejón (2005) citados por Salazar (2014) consideran que el semen del verraco tiene un olor sui generis, esto se debe a las feromonas del aparato genital. El semen tiene un olor único, que al ser contaminado por secreciones prepuciales u orina obtiene un olor característico muy fuerte.

#### **2.6.1.4. PH**

Camacho y Morejón (2000) citados por Salazar (2014) han indicado que el pH del eyaculado de un verraco depende de la proporción que aporta las glándulas anexas. Su valor puede variar por manipulación, tiempo, contaminación bacteriológica, concentración, etc. Por esta razón debe medirse inmediatamente obtenido el semen. Se admiten valores de 6,4 a 7,4 para un eyaculado recién obtenido.

#### **2.6.1.5. VISCOSIDAD**

La viscosidad del esperma del verraco varía dependiendo de las glándulas genitales de donde procede la secreción y poseen contenido en espermatozoides. Dentro de la fracción no gelatinosa, la viscosidad es proporcional a la contaminación en espermatozoides (Córdova y Muñoz, 2019 citados por Salazar 2014).

## **2.7. CATEGORÍA DE PARTOS**

El principal factor que establece la producción anual de una explotación porcícola es el número total de lechones destetados por cerda y año, depende tanto del tamaño medio como del número total de crías destetadas. Este parámetro está claramente relacionado con el porcentaje de cerdas inseminadas por cada semana, lo cual establece los índices de concepción y parto de la explotación. (Dial *et al.*, 1996 citado por Hidalgo, 2014).

A partir del quinto o sexto parto la cerda múltipara tiende a experimentar un descendimiento en el tamaño de la camada. (Lucia *et al.*, 2000) en el cual se ve comprometida la explotación, con el número total de lechones destetados. Estas condiciones involucran la necesidad de reemplazo con cerdas nulíparas cíclicas de reposición, dicho objetivo es disminuir los días no productivos de la explotación y así garantizar el éxito en la reposición. (Nelson *et al.*, 1990, Holder *et al.*, 1995 citado por Hidalgo, 2014)

En las cerdas primíparas y múltiparas es muy importante manejar bien la fase de lactación, con una correcta alimentación y recuperación de la condición corporal antes de la cubrición o IA, respetar la distribución censal recomendada, ya que las cerdas con más de 6 partos comen más, dan menos leche y recuperan peor la condición corporal. Sánchez s.f.

## **2.8. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL**

En los sistemas de producción del área porcina en el mundo la técnica de inseminación artificial en cerdas es lo que se está innovando cada día. (Althouse *et al.*, citados por Rocha 2005). En 1780 Spallanzani, fisiólogo italiano dio un informe acerca de la IA cuando obtuvo con estos métodos camadas de perros. En el siglo XIX surgieron otros informes, pero los estudios amplios con animales de producción pecuaria en Rusia y poco después por Nishikawa en Japón en el año 1962(Hafez y Hafez, 2002 citados por Alemán 2005)

Según O'Hara *et al.*, (2010) menciona que la inseminación artificial con semen fresco ha concurrido con gran éxito en ovinos, porcinos y camellos (Morton *et al.*, 2011 citados por Trejo *et al.*, 2013).

Según Pic (2001) y Gadea (2003) señalan que en las explotaciones la inseminación artificial porcina es una de las prioridades en el trabajo de granjas la cual consiste en la transferencia de semen del macho hacia la hembra. Esta técnica permite que un cerdo pueda aumentar su capacidad reproductora que aplicada eficazmente forma un medio de gran importancia para el mejoramiento genético, lo que permite utilizar reproductores con alto valor genético lo cual proporciona el mejoramiento y la selección (Fuentes *et al.*, 2001., citados por Alemán 2005).

La preferencia efectiva en la IA porcina es reducir el número de espermatozoides por inseminación, aplicando nuevos métodos para la aplicación del semen cerca del lugar de la fecundación (Fuentes, 2000 citado por Roa *et al.*, 2005).

Con la IA, se acrecienta el nivel genético de los animales, una carne más magra y sana para el consumidor además de consumir menos alimento y salir más rápido al mercado. (Pérez, 2001 citado por Varela, 2014)

Watson (2000) citado por Gutiérrez *et al.* (2006) la conservación de semen consiente en utilizar recursos genéticos por mucho tiempo. En ovinos este método es delimitado por una disminución de la población de células móviles, pos descongelamiento.

La función de medios diluyoconservadores en el congelado del semen, permite extender la viabilidad de la célula espermática, beneficiar los eyaculados obtenidos y conservar las dosis por un ciclo amplio. Numerosas soluciones se han empleado como diluyentes para la congelación de semen de ovinos, los efectos de viabilidad han sido satisfactorios en la descongelación (Salamon y Maxwell 2000 citados por Díaz *et al.*, 2014)



### **2.8.1. VENTAJAS DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL**

En la inseminación artificial una de las ventajas más importantes es la disminución de inventario de verracos, ya que con esta técnica se puede cubrir hasta 150 cerdas. Además que se obtendría alimento especializado para un número de verracos bajos, porque se cumple con la demanda de la granja, cuando se habla de calidad del semen se trata de asegurar la calidad a través del microscopio, no teniendo sementales de alto valor genético con monta natural (Pérez, 2001 citado por Varela, 2014).

### **2.8.2. DESVENTAJAS DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL**

De acuerdo con Franco (2010) citado por UNA (2013) menciona las desventajas de la inseminación artificial son las siguientes:

Probabilidad de errores humanos.

El semen se expone a factores ambientales.

Control para establecer detección de celo y el momento adecuado para la monta.

En criaderos pequeños elevados costos para el montaje.

## CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación llevo a cabo en la Ciudad de Calceta, Sitio “El limón”, cantón Bolívar, en la Unidad de Docencia, Investigación y Vinculación con la comunidad y el Laboratorio de Biotecnología de la Reproducción de la Carrera de Medicina Veterinaria ubicado en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”

### 3.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Cuadro 3.1 Condiciones climáticas

Variables	Valor
Precipitación media anual: (mm)	775,6
Temperatura media anual: (°C)	27
Humedad relativa anual: (%)	85,0
Heliofanía anual: (horas/sol)	922,7
Evaporación anual: (mm)	1249,8

Fuente: Estación Meteorológica de la ESPAM MFL Junio 2016.

### 3.3. DURACIÓN DEL TRABAJO

El trabajo de campo y laboratorio tuvo una duración de 8 meses, inicio el 21 de septiembre del 2016 el 15 de mayo del 2017.

### 3.4. FACTOR EN ESTUDIO

Agua de coco (*Cocus nucifera*)

Temperatura de la dosis.

### 3.5. TRATAMIENTOS

Factor A: (Diluyentes)

A1 = Comercial (BTS)

A2 = Agua de coco (*Cocus Nucifera*)

Factor B Temperatura de inseminación

B1 =17°C

B2 =37°C

**CUADRO 3.2.** Códigos de tratamientos

Tratamiento		
T1	A1	B1
T2	A1	B2
T3	A2	B1
T4	A2	B2

### 3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la investigación se utilizó DCA (diseño completamente al azar) con arreglo bifactorial con cuatro repeticiones, además se realizó una prueba Chi-cuadrado para variables no paramétricas.

### 3.7. ESQUEMA ADEVA

A continuación se detalla el esquema para el análisis de varianza.

**Cuadro 3.3.** Esquema del ADEVA

COEFICIENTE DE VARIACIÓN	GRADO DE LIBERTAD DE ERROR
Total	15
A	1
B	1
A-B	1
E.E	12

### 3.8. UNIDAD EXPERIMENTAL

Las unidades experimentales que se utilizaron en la investigación fueron conformadas por 16 cerdas, cada cerda constituyó una unidad experimental, bajo un arreglo bifactorial: Factor A (diluyentes): Factor B (temperatura).

### **3.9. VARIABLES EN ESTUDIO**

#### **3.9.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Tipos de diluyente

Temperatura de la dosis seminal

#### **3.9.2. VARIABLES DEPENDIENTES**

Motilidad de los espermatozoides (%)

Aglutinación de los espermatozoides (%)

Mortalidad de los espermatozoides (%)

Fertilidad de las cerdas (%)

Lechones nacidos totales. (Número)

Lechones nacidos vivos (Número)

Costo-beneficio (\$)

### **3.10. ANALÍISIS ESTADÍSTICO**

El proceso estadístico de las variables numéricas se analizó en el programa InfoStat 2015, las variables numéricas con el test de Tukey a un nivel de significancia del 5%. Los resultados de presentaron en cuadros y gráficos.

### **3.11. PROCEDIMIENTO**

Se utilizó el procedimiento descrito por Flowers (2002) citado por Aguilar (2015).

Colección.

Dilución seminal.

Evaluación seminal.

Preparación de dosis.

Inseminación.

### 3.11.1. PROCEDENCIA DEL SEMEN.

Se utilizó eyaculado de verracos adultos de la raza Landrace, Yorshire y Pietrain.

**Cuadro 3.4.** Plan de vacunación de las cerdas

Gestación	60 días	aftosa	2 ml
	80 días	p. porcina	2 ml
Maternidad	5 días de lactancia	parvovirus	2 ml

### 3.11.2. COLECCIÓN DE SEMEN

El verraco fue trasladado de su corral individual al área de colección en donde se procedió limpiarse y secarse sus genitales. Una vez que se realizó la monta del maniquí y protrusión del pene, se inmovilizó el glande del prepucio con mano cubierta y presionó ligeramente, con lo que se logró estimular la eyaculación.

El método de colecta de semen se realizó con doble guante, esta técnica se caracteriza con el propósito de impedir enormemente algún tipo de contaminación por contacto directo del operario con la fracción seminal. (AAPP, 2010).

El semen se recibió en un termo que sirve para mantener la temperatura a 37°C, en el vaso colector se ubicó la bolsa de plástico estéril y un papel filtro para durante la recolección no exista una mezcla entre la parte espermática del eyaculado con la fracción tapioca actuando como filtro se trasladó al laboratorio a baño maría a 37°C.

### 3.11.3. DILUCIÓN DEL SEMEN

Se procedió a extraer una gota de semen con una micropipeta y se la ubicó en una microcubeta en donde el SpermaCue nos arrojaba la concentración espermática.

Se realizó la evaluación de semen inicial previo al proceso de dilución donde se determinó el volumen de eyaculado pesando la muestra obtenida y mediante el microscopio donde se cuantificó la motilidad, mortalidad y aglutinamiento.

Al preparar la dosis, se estableció cuál es la concentración a la que se decidió trabajar por dosis seminal. Existen muchos criterios respecto a la concentración ideal para trabajar, pero para fines prácticos, se trabaja entre  $2.5$  y  $5 \times 10^9$  espermatozoides por dosis seminal. Para la determinación del número de dosis se utilizó la siguiente fórmula (Veliz, 2003 citado por Aguilar, 2015):

$$N = \frac{(A)(VE)}{C} \quad \mathbf{[3.1]}$$

N= Número de dosis

A= Número total de espermatozoides (determinado en la prueba de concentración)

VE= Volumen del eyaculado (determinado en la evaluación del eyaculado)

C= Concentración que se desea en la dosis seminal (Ej.:  $3 \times 10^9$ )

Una vez determinado el número total de dosis, se pudo determinar el volumen total de eyaculado y extensor que debemos utilizar (Veliz 2003) citado por (Aguilar, 2015):

Fórmula para la determinación del volumen total:

$$VT = (N)(CB) \quad \mathbf{[3.2]}$$

VT= Volumen total

N=Número de dosis (determinado de la fórmula anterior)

CB= Capacidad de la botella de inseminación (Dependiendo del equipo que tengamos, en este caso 90 CC.)

Como último paso se obtuvo la cantidad de extensor a mezclar al eyaculado, partir de la fórmula anterior.

Fórmula para la determinación de la cantidad de extensor a utilizar (Veliz, 2003 citado por Aguilar, 2015):

$$E = VT - VE \quad [3.3]$$

E= Cantidad de extensor a utilizar

VT=Volumen total (determinado del resultado de la fórmula anterior)

VE - Volumen del eyaculado (determinado de la evaluación del eyaculado)

Con esta información se realizó la extensión del eyaculado, teniendo la opción de conservarlo o utilizarlo para inseminar hembras que lo necesiten (Kubus *et al*; 2003 citado por Aguilar 2015)

Una vez que se verificó el celo de la cerda se procedió a la extracción del agua de los cocos, la forma en que se realizó la extracción fue quitándole la mayor cantidad de cáscara o corteza a cada uno de los cocos y posterior a esto se introdujo una aguja completamente estéril y así se extrajo toda el agua de coco.

Se hicieron los cálculos correspondientes para cuantificar la cantidad de diluyente en este caso del agua de coco y el BTS.

#### **3.11.4. OBTENCIÓN DE LAS VARIABLES**

##### **3.11.4.1. MOTILIDAD TOTAL**

Los datos de porcentaje de motilidad espermática del T1, T2, T3, T4 fueron recolectados después de la dilución del semen con los diluyentes. Con una micropipeta se tomó una gota de la dosis seminal, la cual se la puso en un porta objetos y se ubicó el cubre objetos y posterior se observó en el microscopio los movimientos ondulatorios de los espermatozoides esto fue presentado mediante porcentaje, además de los movimientos rectilíneos, progresivos y rápido.

##### **3.11.4.2. AGLUTINACIÓN DE LOS ESPERMATOZOIDEOS**

Se tomó en cuenta la motilidad para sacar la aglutinación y mortalidad de los espermatozoides, la aglutinación son espermatozoides móviles pero adheridos entre sí. La más frecuente fue la unión de cabeza o cuello, cola-cabeza.

#### **3.11.4.3. MORTALIDAD DE LOS ESPERMATOZOIDES**

Luego de sacar el porcentaje de motilidad y aglutinación se determina mortalidad es decir espermatozoides inmóviles dentro de la muestra.

Luego de evaluar la calidad de semen, el siguiente paso en la IA fue la preparación de las dosis seminales. Se debe recordar que el número y la calidad de espermatozoides inseminados determinan el impacto del verraco sobre el tamaño de la camada. El cálculo de dosis seminales se realizó utilizando los datos de concentración espermática y del volumen del eyaculado (Flowers, 2002 citado por Aguilar, 2015).

Las dosis eran guardadas en una nevera regulada 17°C en donde se las ubicaba para que bajen su temperatura este proceso duraba entre una a dos horas, todas las dosis tenían el mismo procedimiento incluso las que eran inseminadas a 37°C. las dosis eran sacadas para evaluar la calidad del semen y se desechaba.

#### **3.11.4.4. PREÑEZ**

Se inseminaron las cerdas con la respectiva dosis ya sea con agua de coco o con BTS, se realizó dos inseminaciones. Se inseminaron un total de 16 cerdas las cuales se realizó por medio de celo natural.

Una vez que la cerda cumplía los 21 días se corroboraba si estaba preñada o no mediante retorno del celo, además se realizó ecografía a cada una de las cerdas para determinar la fertilidad.

Las variables número de lechones totales y lechones nacidos vivos se midieron al momento del parto de cada reproductora.



## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. EVALUACIÓN MICROSCÓPICA

En el cuadro 4.1, se observa que no existe diferencia significativa ( $p>0.05$ ) entre cada uno de los tratamientos, siendo los tratamientos de diluyente BTS a 37°C y agua de coco a 17°C, los que presentaron los valores promedio similares de motilidad más altos con 65% y un error estándar de  $\pm 1,44$  para cada tratamiento, coincidiendo con Montenegro y Chimarro (2013), mismos que encontraron valores con 64,11%. Los demás tratamientos usando agua de coco como diluyente a 37°C y BTS a 17°C presentaron valores medios de 63,75% ( $\pm 1,88$ ) y 60% ( $\pm 0,00$ ) de motilidad en su orden. (Anexo 12)

Al evaluar los resultados de aglutinación espermática sobre las muestras, no se encontró diferencia significativa ( $p>0.05$ ), se observó que el tratamiento con diluyente BTS a 37°C presentó una aglutinación promedio de 16,25% ( $\pm 1,20$ ) y el diluyente natural (agua de coco) a la misma temperatura fue de 20% ( $\pm 1,02$ ), mientras que a 17°C con agua de coco se reporta un aglutinamiento de 17,25% ( $\pm 0,72$ ) y con BTS fue de 20% ( $\pm 1,02$ ) (Cuadro 4.1)(Anexo 13)

**Cuadro 4.1** Evaluación Microscópica

Temperatura	Diluyente	Motilidad (%)	Aglutinamiento (%)	Mortalidad (%)
37	BTS	65,00 ( $\pm 1,44$ )	16,25 ( $\pm 1,20$ )	18,75 ( $\pm 0,63$ )
	Coco	63,75 ( $\pm 1,88$ )	20,00 ( $\pm 1,02$ )	16,25 ( $\pm 1,20$ )
17	BTS	60,00 ( $\pm 0,00$ )	20,00 ( $\pm 1,02$ )	20,00 ( $\pm 1,02$ )
	Coco	65,00 ( $\pm 1,44$ )	17,25 ( $\pm 0,72$ )	17,50 ( $\pm 0,72$ )
	EE	2,77	2,01	1,84
	p-valor	0,5116	0,7611	0,5098

EE= Error estándar; p-valor= Valor de probabilidad

La mortalidad espermática que se observa en el cuadro 4.1, no presentó diferencia significativa ( $p>0.05$ ), notándose que el tratamiento con diluyente BTS a 37°C, la mortalidad promedio fue de 18,75% ( $\pm 0,63$ ) y a 17°C fue de 20% ( $\pm 0,72$ ), en cuanto al diluyente natural a 37°C se observó una mortalidad media de 16,25% ( $\pm 1,20$ ) y a 17°C de conservación se encontró un promedio de 17,5% ( $\pm 1,02$ ) de mortalidad espermática. (Anexo 14)

De acuerdo a la investigación realizada por Gutiérrez *et al.*, (2006); citados por Trejo *et al.*, (2013). El uso de agua de coco como diluyente natural en la preservación o conservación de semen porcino tiene resultados muy favorables debido a los nutrientes que este tiene, en cuanto a los beneficios esta la movilidad y viabilidad de los espermatozoides en concordancia con otros diluyentes naturales.

#### 4.2. FERTILIDAD

En el gráfico 4.2. con respecto a este parámetro no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ), pues se observa que en el tratamiento con el diluyente comercial BTS a 37°C se obtuvo una fertilidad de 100% valor que resultó ser igual a la investigación realizada por Cassar (2005) que obtuvo el mismo porcentaje, a la vez Alfaro (1996) citado por Alemán (2005) reportó 86,00% de fertilidad, en el que se pudo determinar que una buena detección de celo depende para obtener una excelente tasa de fertilidad. (Anexo 15)

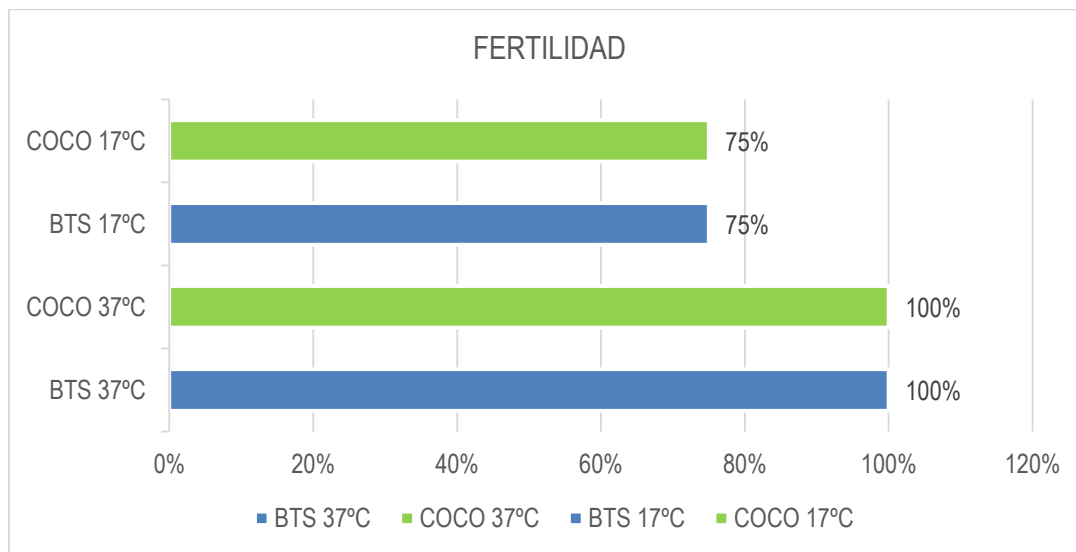


Gráfico 4.2. Porcentaje de Fertilidad de la cerda en cada uno de los tratamientos.

En lo que concierne al tratamiento en el que se utilizó el agua de coco a 37°C mantuvo igual comportamiento que el BTS a la misma temperatura obteniéndose

en el presente trabajo el 100% de fertilidad, valor que supera al reportado por Aguilar (2015) con 92%.

Ambos diluyentes a la temperatura de 17°C, mostraron una fertilidad de 75%, siendo superiores estos valores a los reportados por Alemán (2005) que obtuvo una tasa de 52,42% y son inferiores a los valores presentados por Leyun (2004) con 85,10% de fertilidad, en ambos casos en estas investigaciones se usaron diluyente BTS a 17°C. Tomando en cuenta un buen manejo en el momento de conservar las dosis seminales se logra tener mejores tasas de fertilidad, por lo que también se puede asumir que la temperatura influye sobre la tasa de fertilidad (Gráfico 4.2).

#### 4.3. LECHONES NACIDOS TOTALES Y NACIDOS VIVOS

Al observar el cuadro 4.2. se muestra que no hay diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos. Con el diluyente BTS a 37°C se obtuvo un promedio de 11,75 ( $\pm 2,06$ ) lechones nacidos totales en donde 2,25 fueron momificaciones y 2,5 muertos, Alemán (2005) en su investigación con BTS a 37°C demostró un promedio de 9,74 ( $\pm 0,50$ ) lechones nacidos totales, mientras que en nacidos vivos un promedio de 8,25 ( $\pm 2,06$ ), Austrias (2008) en su investigación manifiesta un promedio de 10.8 lechones nacidos vivos totales; Millan (1996) citado por Malave *et al* (2008) presenta valores superiores con un promedio de 9,50 lechones nacidos vivos. (Anexo 16,17)

**Cuadro 4.2.** Lechones nacidos totales y nacidos vivos

Temperatura	Diluyente	Nacidos Totales	Nacidos Vivos
37	BTS	11,75 ( $\pm 2,06$ )	8,25 ( $\pm 2,06$ )
	COCO	11,25 ( $\pm 3,59$ )	10,50 ( $\pm 3,11$ )
17	BTS	8,67 ( $\pm 3,21$ )	8,67 ( $\pm 3,21$ )
	COCO	6,67 ( $\pm 2,08$ )	6,00 ( $\pm 1,00$ )
	EE	1,64	1,47
	p-valor	0,1344	0,2080

EE = Error estándar

Con el diluyente natural a 37°C se obtuvo un promedio de 11,25 ( $\pm 3,59$ ) nacidos totales del cual se reportó una media de 0,5 momificaciones y 0,67 muertos.

Mientras que para Aguilar (2015), en su investigación declaró un promedio de 10.58 lechones nacidos totales de los cuales se encontró un valor medio de 0,07 para momificados y 0,15 para muertos, dando la ventaja al diluyente natural agua de coco, en cuanto a nacidos vivos hubo un promedio de 10,5 nacidos vivos en donde Aguilar (2015) en su investigación manifiesta un promedio de 10,33 lechones nacidos vivos. (Anexo 16, 17)

Al valorar los resultados descritos en el cuadro 4.2. con el diluyente BTS a 17°C hubo un promedio de 8,67 lechones nacidos totales; para Leyun (2004) en su investigación usando BTS a 17°C encontró valores de 11,5 lechones nacidos totales. Con diluyente natural agua de coco en 17°C un promedio de 6,67, nacidos totales dentro del cual el 0,6 fueron muertos no existiendo lechones momificados.(Anexo 16,17)

Con BTS a 17°C se observa un promedio de 8,67 nacidos vivos con el diluyente natural; Alemán (2005) demostró valores inferiores de 7,86 ( $\pm 0,82$ ) lechones nacidos vivos para el diluyente natural agua de coco a 17°C un promedio de 6 lechones nacidos vivos. (Anexo 17)

Al evaluar los resultados en el cuadro 4.3. si existe diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre las temperaturas con 37°C se reporta un promedio de 11,50 y con 17°C 7,67 por su parte Leyun (2004) encontró valores promedios de 11,6 y 11,5 respectivamente.(Anexo 16)

**Cuadro 4.3.** Evaluación de la temperatura

Temperatura	Medias	E.E.	
37	11,5	1,01	A
17	7,67	1,16	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
p-valor= 0,0316

En el cuadro 4.4. no existe diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre diluyentes.(Anexo 16)

**Cuadro 4.4.** Evaluación de los diluyentes

Diluyente	Medias	E.E.	
BTS	10,21	1,09	A
COCO	8,96	1,09	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 $p$ -valor= 0,4346

En el gráfico 4.3. Se muestra el porcentaje de hembras y machos, donde BTS a 37°C hubo un total de 39,47% hembras y un 60,53 machos; con el diluyente natural de coco se encontró un 39,53% hembras y 60,47% machos.

Con el diluyente BTS a 17°C hubo un 42,30% de hembras mientras que un 57,70% fueron machos; en el diluyente agua de coco a 17°C se obtuvo un total de 39,53% hembras y un 60,47% machos.

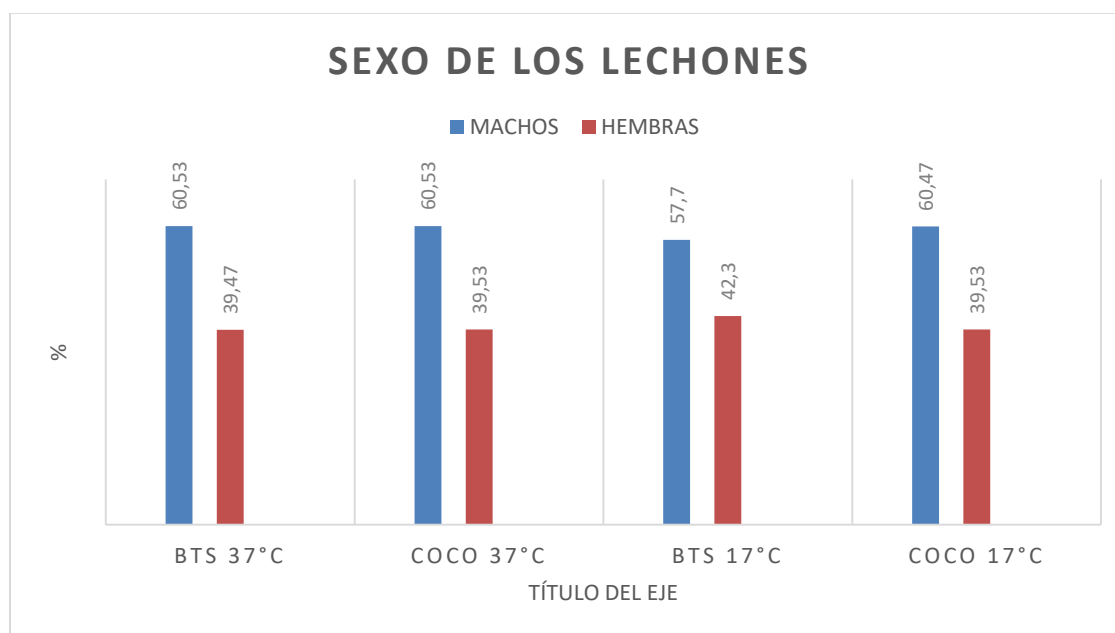


Gráfico 4.3. Porcentaje según el sexo de lechones

#### 4.4. COSTO BENEFICIO

De acuerdo al análisis económico en el cuadro 4.3 al preparar una dosis seminal se pudo constatar la diferencia de precio, con BTS \$ 2,10 y con agua de coco un costo de \$1,47 en el cual se ahorra 0,63 centavos por dosis.

Esta investigación concuerda con Gutiérrez *et al.*, (2006) que el uso de agua de coco tiene un efecto benéfico en la movilidad y viabilidad de los espermatozoides en comparación con otros diluyentes naturales tal es la leche descremada además Nunes, (1993). señala que este diluyente tiene un bajo costo y fácil preparación.

**Cuadro 4.3.** Cuadro costo beneficio entre los dos diluyentes

CANTIDAD	MATERIALES	BTS	AGUA DE COCO
1	Diluyente	5,75	1,00
10	Flexitubo	3,80	3,80
4	Guantes	1,00	1,00
2	Fundas	1,00	1,00
1	Microcubeta	1,75	1,75
10	Cateter	5,70	5,70
2	Papel filtro	0,50	0,50
1	Agua destilada	1,50	0,00
TOTAL		21,00	14,75
/			10
VALOR POR DOSIS		2,10	1,47

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

El uso de agua de coco como diluyente natural no influye negativamente sobre la motilidad, aglutinamiento, mortalidad de los espermatozoides, fertilidad, número de lechones nacidos totales y número de lechones nacidos vivos.

No hay diferencia significativa en cuanto al uso del diluyente BTS VS Agua de coco.

Con el uso de BTS y agua de coco a la temperatura de 37°C como diluyente de semen se logró un significativo número mayor de lechones totales en las cerdas que se inseminaron con estos tratamientos.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda el uso del agua de coco como diluyente natural de semen porcino a 37°C.

Realizar otras investigaciones en que se considere la evaluación microscópica de la dosis seminal con agua de coco para observar su tiempo de viabilidad.

Efectuar otros trabajos de experimentación relacionados con el uso del agua de coco aplicándolas en otras condiciones ambientales y en semen de otras especies animales de interés zootécnico.



## BIBLIOGRAFÍA

- AAPP. Asociación Argentina Productores de Porcinos (2010). Inseminación Artificial en Porcinos. Revista de Porcinos. ARG. Nº 8 p 15
- Aguilar, J. 2015 Evaluación del uso de agua de coco (*cocos nucifera l.*) como diluyente natural en inseminación artificial en cerdas. Tesis. Licenciado en Zootecnia. USAC. GT. P 15-25
- Alemán, D.2005. Efecto de la temperatura del semen sobre la respuesta reproductiva de cerdas. Tesis. Ing. Producción Animal. Universidad De Oriente. Cumana, VE. p 5-18.
- Alemán, D; Alfaro, M; Hurtado, E. (2006). Efecto de la temperatura del semen sobre la respuesta reproductiva de cerdas. Arica- CL. Revista Idesia (Arica).Vol. 24. 3. p 33-37.
- Almaguer, Y; Font, H; Rosell, R; Quirino, R; Montes, I. 2015. Evaluación de la calidad seminal en sementales porcinos en un Centro de Inseminación Artificial. CU. Revista electrónica de Veterinaria. Vol. 16 Nº5 p 2.
- Asturias, A. 2008. Comparación entre el uso de una dosis seminal en inseminación artificial de cerdas vrs. La utilización de 3 dosis seminales. Tesis. Médico Veterinario. GUAT. P 1-41
- Cassar, G; Kirkwood, R; Poljak, Z; Bennett, K; Friendship, R. 2005. Effect of single or double insemination on fertility of sows bred at an induced estrus and ovulation. Amsterdam-PB. Journal of swine health and production. Vol. 5. Nun. 13. p. 254–258.
- De la Peña, E. 2011. Caracterización de la congelabilidad y mejora de los diluyentes de crioconservación espermática en porcino ibérico. Tesis. Doctor de medicina y cirugía animal. MADRID. P 16.
- Díaz, J; Urriola, L; Zambrano, C; Peraza, J; Parraga, C. crioconservación de semen ovino con diluyentes convencional y agua de coco- leche descremada. Revista. Unell. Cienc. Tec. Nº 32 p 59-64.
- FAO 2007. Buenas prácticas para la producción en pequeña escala de agua de coco embotellada. (En Línea).IT. Consultado, 7 de junio. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-a1418s.pdf>
- Ferreira, J; Flores, M. 1993. El agua de coco (*Cocusnucifera L*)"IN NATURA" integral y adicionada con citoquininas, como dilutor de semen caprino. BRA. Revista Científica, FCV-LUZ Vol.3. p 273-278.

- Gadea, J. 2003. Los diluyentes de inseminación artificial porcina. Revisión. Departamento de fisiología. Murcia. Spanish Journal of Agricultural Research. Vol. 2 p 17-27.
- Granados, D, Lopez, G. 2002. Manejo de la palma de coco ( cocos nucifera L.) MX. Revista Chapingo. Series Ciencias Forestales y del Ambiente. Vol. 8. Nº 1. P 39-48
- Gutiérrez, A; Cosme, R; Jiménez, C; Ramírez, G. 2006. Agua de coco, suero fetal bovino, aloe vera y sus combinaciones para crío preservar semen ovino. SPA. Revista archivos de zootecnia. Vol. 55 Nº 209 p 101-104
- Hernández, J. 2009. Evaluación de un nuevo diluyente para semen porcino.CU. Revista electrónica de Veterinaria. Vol. 10 Nº 4 p 2.
- Hidalgo, D. 2014. Estrategias en el mejoramiento reproductivo de la cerda para la mejora de la fertilidad. Tesis. Universidad del león. Doctorado en sanidad animal y reproducción. USA. P 34.
- Huaman, B; Yaringaño, B; 2013. Efecto de dos dilutores sobre la criopreservación de semen de verraco. Tesis. Facultad de ciencias de ingeniería.PER.
- Juárez, J. 2009. Efecto de la velocidad de enfriamiento en la congelabilidad de los espermatozoides de porcinos. Tesis. Universidad Tecnica de Valencia. Master. MURCIA.
- Leyún, M. 2004. Comparación de la inseminación clásica frente a la inseminación postcervical aplicada con diferentes dosis. NAVARRA-ESPAÑA ITG. Ganadero. [Documento en LINEA CONSULTADO EL 24 DE SEPTIEMBRE 2017
- Montenegro, V; Chimarro, M. 2013. Evaluación del efecto de dos tipos de diluyentes comerciales en semen porcino para inseminación artificial en reproductoras de tercer y cuarto parto en el Cantón Ibarra. Tesis. Ingeniero agropecuario. UTN. EC. P 29.
- Murillo, L. 2015. Desarrollo de una Bebida Hidratante Elaborada a Base de Agua de Coco y Suero de Leche Siguiendo la Normativa Para Bebidas Isotónicas”. Tesis. ESPO.L. Ingeniero de alimentos.EC. p 14
- Nunes, J.1993. El agua de coco como dilutor del semen caprino. Revista Científica, FCV-LUZ. Vol. 3 Nº 3 p 269-270
- Perez, G; Benitez M; Mazorra, M; Silveira, P. 2010. Utilizacion del agua de cococ por via intravenosa como terapia alternativa en la deshidratación en terneros.Revista Electronica de Veterinaria. Vol. 11 N 03B. p 1.

- Roa, N; Tamasaukas, Rita; Silva, A; Sánchez, J.2005. Criopreservacion de semen suino en Venezuela. Una revisión.VE. Revista Científica de Veterinaria. Vol.6 N° 3 p 3.
- Rocha, G; Castañeda, J; Valencia, J. 2005. Factores que afectan la producción de dosis de semen en centros de inseminación artificial porcina. Revista Avances en Investigación Agropecuaria. Vol. 9. 3. P 33-43
- Rugeles, Clara; Linares, J; Caicedo, Ramiro; Vergara, Oscar; Suarez, Carlos. 2013. Viabilidad del semen porcino refrigerado con diluyente MRA. Maracaibo. VE. Revista Científica. Vol. 23, p 206-210.
- Salazar, L.2014. Evaluación del dipol como diluyente de recolección seminal y su efecto sobre la conservación y fertilidad de semen refrigerado de verraco.Tesis. Ingeniero Zootecnista. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Riobamba. Ec.P 17.
- Sánchez, M. La reproducción en el ganado porcino.- Producción de hembras reproductoras como unidad básica de producción.- Cubrición y manejo, gestación, parto y lactación. Producción Animal e Higiene Veterinaria. (En línea). Producción Animal e Higiene Veterinaria (Grupo A). Disponible en <http://www.uco.es/>
- Torres, P; Fischman, M; Acerbo, M; Garcia, C; Miguez, M; Dominguez, J. Cisale, H. 2014. Análisis de diluyentes comerciales de semen porcino refrigerado durante 4 días: resultados preliminares.ARG. Revista Científica archivos de zootecnias. Vol. 63 N° 243 p 547-548.
- Trejo, C; Meza, V; Antonio, E; Cotera, R; Cisneros, C. 2013. Agua de coco (*Cocusnucifera*) como diluyente para semen fresco de conejo en la inseminación artificial. Loma Bonita. Oaxaca. MX. Archivos de Zootecnia. Vol.62 p 238.
- UNA (Universidad Nacional Agraria). 2013. Manual de inseminación porcina. Managua-GUAT. p.30.
- Varela, L. 2014. Situación actual ventajas y desventajas en la inseminación artificial en cerdas en las áreas de explotación porcina. Tesis. Med. Veterinario Zootecnista. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Turreon-Coahuila, MX. P 16.

# **ANEXOS**

### Anexo 1. Evaluación Microscópica a los diferentes tratamientos

	Temperatura °C	Diluyente	Motilidad %	Aglutinamiento %	Mortalidad %
T1	37	BTS	70	15	15
	37	BTS	70	10	20
	37	BTS	60	20	20
	37	BTS	60	20	20
T2	17	BTS	60	20	20
	17	BTS	60	25	15
	17	BTS	60	20	20
	17	BTS	60	15	25
T3	37	Coco	70	15	15
	37	Coco	70	20	10
	37	Coco	60	20	20
	37	Coco	55	25	20
T4	17	Coco	70	15	15
	17	Coco	70	15	15
	17	Coco	60	20	20
	17	Coco	60	20	20

### Anexo 2. Proceso para sacar el agua de coco.



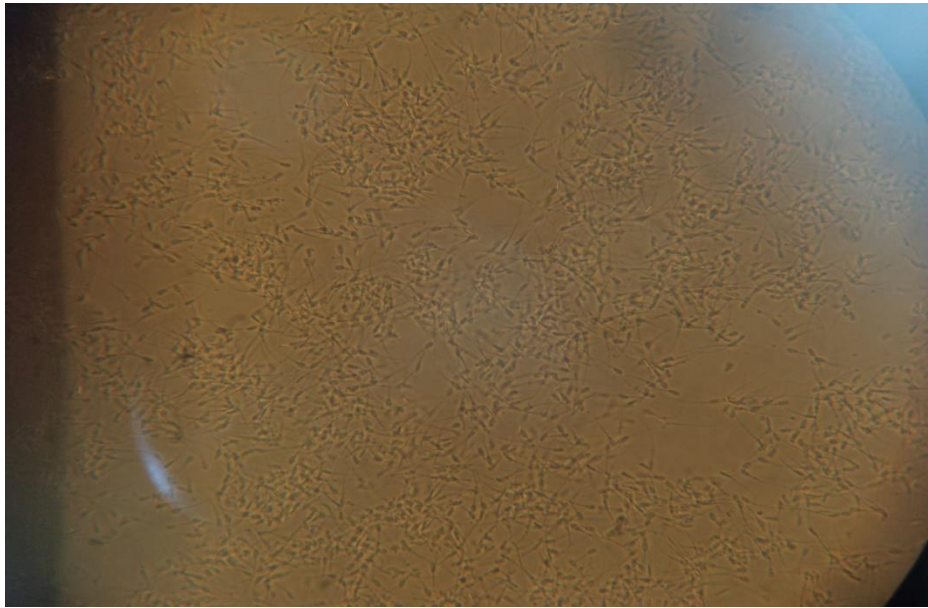
### Anexo 3. Peso de la muestra



### Anexo 4. Evaluación de la muestra



**Anexo 5. Muestra evaluada**



**Anexo 6. Dosis seminales**



### Anexo 7. Inseminación artificial



### Anexo 8. Parto de la cerda





**Anexo 9. Cerdo nacido muerto**



**Anexo 10. Cerdo momificado**



**Anexo 11. Ecografía****Anexo 12. Analisis de varianza motilidad**

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	67,19	3	22,40	0,73	0,5543
Factor A	14,06	1	14,06	0,46	0,5116
Factor B	14,06	1	14,06	0,46	0,5116
Factor A*Factor B	39,06	1	39,06	1,27	0,2816
Error	368,75	12	30,73		
Total	435,94	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,03900

Error: 30,7292 gl: 12

Factor A	Medias	n	E.E.
37,00	64,38	8	1,96 A
17,00	62,50	8	1,96 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,03900

Error: 30,7292 gl: 12

Factor B	Medias	n	E.E.
Coco	64,38	8	1,96 A
BTS	62,50	8	1,96 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,63740

Error: 30,7292 gl: 12

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
37,00	BTS	65,00	4	2,77 A
17,00	Coco	65,00	4	2,77 A
37,00	Coco	63,75	4	2,77 A
17,00	BTS	60,00	4	2,77 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Anexo 13. Analisis de varianza aglutinación

## Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% Aglutinamiento	16	0,18	0,00	21,79

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	42,19	3	14,06	0,87	0,4830
Factor A	1,56	1	1,56	0,10	0,7611
Factor B	1,56	1	1,56	0,10	0,7611
Factor A*Factor B	39,06	1	39,06	2,42	0,1458
Error	193,75	12	16,15		
Total	235,94	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,37744

Error: 16,1458 gl: 12

Factor A Medias n E.E.

17,00 18,75 8 1,42 A

37,00 18,13 8 1,42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,37744

Error: 16,1458 gl: 12

Factor B Medias n E.E.

Coco 18,75 8 1,42 A

BTS 18,13 8 1,42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,43550

Error: 16,1458 gl: 12

Factor A Factor B Medias n E.E.

17,00 BTS 20,00 4 2,01 A

37,00 Coco 20,00 4 2,01 A

17,00 Coco 17,50 4 2,01 A

37,00 BTS 16,25 4 2,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Anexo 14. Analisis de varianza mortalidad

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% Mortalidad	16	0,16	0,00	20,30

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	31,25	3	10,42	0,77	0,5330
Factor A	6,25	1	6,25	0,46	0,5098
Factor B	25,00	1	25,00	1,85	0,1992
Factor A*Factor B	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Error	162,50	12	13,54		
Total	193,75	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,00891

Error: 13,5417 gl: 12

Factor A Medias n E.E.

17,00 18,75 8 1,30 A

37,00 17,50 8 1,30 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,00891

Error: 13,5417 gl: 12

Factor B Medias n E.E.

BTS 19,38 8 1,30 A

Coco 16,88 8 1,30 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,72533

Error: 13,5417 gl: 12

Factor A Factor B Medias n E.E.

17,00 BTS 20,00 4 1,84 A

37,00 BTS 18,75 4 1,84 A

17,00 Coco 17,50 4 1,84 A

37,00 Coco 16,25 4 1,84 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

### Anexo 15. Chi cuadrado fertilidad

#### Tablas de contingencia

Frecuencias: Observación

Frecuencias absolutas

En columnas:Fertilidad

Tratamiento	NO	SI	Total
17 BTS	1	3	4
17 Coco	1	3	4
37 BTS	0	4	4
37 Coco	0	4	4
Total	2	14	16

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	2,29	3	0,5153
Chi Cuadrado MV-G2	3,06	3	0,3826
Coef.Conting.Cramer	0,27		
Coef.Conting.Pearson	0,35		

## Anexo 16. Analisis de varianza total numero de lechones nacidos totales.

Nueva tabla : 02/10/2017 - 15:45:18 - [Versión : 17/11/2016]

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Nacidos total	14	0,41	0,24	28,84

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	56,88	3	18,96	2,35	0,1344
Diluyente	5,36	1	5,36	0,66	0,4346
Temperatura	50,38	1	50,38	6,23	0,0316
Diluyente*Temperatura	1,93	1	1,93	0,24	0,6358
Error	80,83	10	8,08		
Total	137,71	13			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,38613

Error: 8,0833 gl: 10

Diluyente	Medias	n	E.E.
BTS	10,21	7	1,09 A
COCO	8,96	7	1,09 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,42122

Error: 8,0833 gl: 10

Temperatura	Medias	n	E.E.
37,00	11,50	8	1,01 A
17,00	7,67	6	1,16 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,64330

Error: 8,0833 gl: 10

Diluyente	Temperatura	Medias	n	E.E.
BTS	37,00	11,75	4	1,42 A
COCO	37,00	11,25	4	1,42 A
BTS	17,00	8,67	3	1,64 A
COCO	17,00	6,67	3	1,64 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

### Anexo 17. Analisis de varianza total numero de lechones nacidos vivos.

Nueva tabla : 02/10/2017 - 15:50:32 - [Versión : 17/11/2016]

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Nacidos vivos	14	0,35	0,16	29,86

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	35,08	3	11,69	1,82	0,2080
Diluyente	0,15	1	0,15	0,02	0,8822
Temperatura	14,29	1	14,29	2,22	0,1672
Diluyente*Temperatura	20,72	1	20,72	3,22	0,1031
Error	64,42	10	6,44		
Total	99,50	13			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,02279

Error: 6,4417 gl: 10

Diluyente	Medias	n	E.E.
BTS	8,46	7	0,97 A
COCO	8,25	7	0,97 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,05411

Error: 6,4417 gl: 10

Temperatura	Medias	n	E.E.
37,00	9,38	8	0,90 A
17,00	7,33	6	1,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,93045

Error: 6,4417 gl: 10

Diluyente	Temperatura	Medias	n	E.E.
COCO	37,00	10,50	4	1,27 A
BTS	17,00	8,67	3	1,47 A
BTS	37,00	8,25	4	1,27 A
COCO	17,00	6,00	3	1,47 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)