



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

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO  
VETERINARIO**

**MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**EFFECTO RESIDUAL DE LOS DISTINTOS NIVELES DE  
(*Trichanthera gigantea*) SOBRE LA FUNCIONALIDAD  
ESPERMÁTICA EN VERRACOS MESTIZOS**

**AUTORA:**

**GEMA MILENA MEJÍA PINARGOTE**

**TUTOR:**

**Med.Vet. MARCO ANTONIO ALCÍVAR MARTÍNEZ, Mg.**

**CALCETA, JULIO DE 2024**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

**GEMA MILENA MEJÍA PINARGOTE** con cédula de ciudadanía 1313110593, declaro bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTO RESIDUAL DE LOS DISTINTOS NIVELES DE (*Trichanthera gigantea*) SOBRE LA FUNCIONALIDAD ESPERMÁTICA EN VERRACOS MESTIZOS**, es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autores sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



---

**GEMA MILENA MEJÍA PINARGOTE**  
**CC. 1313110593**

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

**GEMA MILENA MEJÍA PINARGOTE** con cédula de ciudadanía 1313110593, autorizo a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución el Trabajo de Integración Curricular titulado **EFFECTO RESIDUAL DE LOS DISTINTOS NIVELES DE (*Trichanthera gigantea*) SOBRE LA FUNCIONALIDAD ESPERMÁTICA EN VERRACOS MESTIZOS**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.



---

**GEMA MILENA MEJÍA PINARGOTE**  
CC. 1313110593

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

**M.V. MARCO ANTONIO ALCÍVAR MARTÍNEZ, Mg.** certifica haber tutelado el proyecto **EFFECTO RESIDUAL DE LOS DISTINTOS NIVELES DE (*Trichanthera gigantea*) SOBRE LA FUNCIONALIDAD ESPERMÁTICA EN VERRACOS MESTIZOS**, que ha sido desarrollada por **GEMA MILENA MEJÍA PINARGOTE**, previo a la obtención del título de Médico Veterinario, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**Med.Vet. MARCO ANTONIO ALCÍVAR MARTÍNEZ, Mg.**  
**C.I: 1310473770**  
**TUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFEECTO RESIDUAL DE LOS DISTINTOS NIVELES DE *Trichanthera gigantea* SOBRE LA FUNCIONALIDAD ESPERMÁTICA EN VERRACOS MESTIZOS**, que ha sido desarrollado por **GEMA MILENA MEJÍA PINARGOTE**, previo a la obtención del título de **MÉDICO VETERINARIO**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**Med. Vet. Zoot. HEBERTO DERLYS MENDIETA CHICA, Mg**  
**CC: 1316415132**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**Dr. VINICIO ALEXANDER CHÁVEZ VACA, PhD.**  
**CC: 1707778765**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**Med. Vet. CARLOS ALFREDO RIVERA LEGTÓN, Mg.**  
**CC: 1311182602**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A mis padres, por ser los pilares de mi vida, promotores de mis sueños y deseos día a día, gracias por depositar su confianza en mí y en mis capacidades, agradezco a mi padre Sr. Héctor Antonio Mejía Soza por su lucha incansable día a día, por nunca dejarme sola, aún en los peores momentos, se con certeza que sin su empuje, templanza y su apoyo no estaría cumpliendo esta meta. Agradezco a la vida inmensamente por la madre que me dio, que fue ejemplo de fuerza, coraje y ganas de salir adelante Sra. Cecibell Del Carmen Pinargote Murillo sé que desde donde está ella me cuida y guía mis pasos.

A mi hermana Srta. Antonella Cecibell Mejía Pinargote por ser mi compañera de vida, a mis tías en especial que son mis otras madres, primas, amigas y amigos que con sus palabras de aliento y su amor infinito afianzaron en mí la seguridad y el amor.

Hago una especial mención, a mi pareja José Andrés Quiñonez Ibarra por ser mi compañero en mis duros y felices momentos, por darme lucidez, por su ayuda y apoyo incansable, fomentando en mí la confianza sobre mi misma.

Al Dr. Marcos Alcívar, por ser depositante de conocimientos en mí, ofrecerme incondicionalmente su tutoría, aconsejarme y hacer de mi tesis un proyecto feliz.

A cada uno de los docentes que, de manera magistral, impartieron e inculcaron todo el conocimiento que podía con el único objetivo de formar un médico veterinario de la más alta calidad profesional y personal.

**GEMA MILENA MEJÍA PINARGOTE**

## DEDICATORIA

Dedicado a mi papá, Héctor Mejía motor de mi vida, y mi razón de ser, por cada uno de mis logros por su infinito esfuerzo, apoyo, sacrificio y coraje, siempre prestos para impulsarme a conseguir todo lo que me proponga, muchas gracias.

A mi hermana Antonella, esperando ser ejemplo para que nunca tire la toalla y sepa que la constancia, la dedicación, el esfuerzo y la disciplina son infalibles en la consecución de cualquier cosa que se propongan en la vida.

A mi tía Lilian Moreira Pinargote y a María Alexandra Zambrano, quienes se sintieron en el deber de cumplir como una madre y así lo sentí.

Así mismo dedico este triunfo a mis ángeles que están en el cielo y que sé con certeza cuidan de mí, a mi mamá Cecibell Pinargote, el ángel más bonito que tengo, gracias por sacrificar tu vida fuiste una gran madre, esposa, hermana e hija, a mis abuelitos, Toño Mejía y Ofelia Zambrano que me cuidaron con ternura, a mi amigo Eduardo Guadamud quién me enseñó el valor de la amistad, y en especial a mi adorada mascota Candy, quien fue mi compañera de desvelos cuando hacía mis deberes. Dios se los quiso llevar a su lado, espero que arriba en donde estén, se sientan felices y orgullosos de mí; Candy, si existe otra vida, espero encontrarme contigo y prometo luchar por ti.

**GEMA MILENA MEJÍA PINARGOTE**

## CONTENIDO GENERAL

CARÁTULA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AUTORIZACIÓN DE LA PUBLICACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE TABLAS.....	xi
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPITULO I. ANTECEDENTES.....	2
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4 HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 PLANTA NACEDERA ( <i>Trichanthera gigantea</i> ).....	5
2.1.1 TAXONOMÍA.....	5
2.1.1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	6
2.1.3 VALORES NUTRICIONALES.....	6
2.1.4 ADAPTACIÓN.....	7
2.1.5 USOS.....	7
2.1.6 EL NACEDERO COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN ANIMAL.....	8
2.1.7 FOLLAJE DESHIDRATADO DE NACEDERO.....	8
2.1.8 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO.....	8
2.2 PRODUCCIÓN DE CERDOS.....	9
2.2.1 PRODUCCIÓN DE CERDOS EN ECUADOR.....	9



2.2.2 ALIMENTACIÓN DE LOS CERDOS.....	10
2.2.3 SISTEMA DIGESTIVO DEL CERDO.....	10
2.2.4 SISTEMA DIGESTIVO EN RELACIÓN CON EL SISTEMA REPRODUCTIVO.....	11
2.2.5 SISTEMA REPRODUCTOR DEL CERDO.....	11
2.2.6 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CERDO.....	11
2.2.7 TAXONOMÍA.....	12
2.3 ANDROLOGÍA PORCINA.....	12
2.3.1 ESPERMATOGÉNESIS.....	12
2.3.2 ASPECTOS GENERALES DEL SEMEN PORCINO.....	13
2.3.3 COLECTA DEL SEMEN.....	13
2.3.4 DILUCIÓN DEL SEMEN PORCINO.....	13
2.3.5 EVALUACIÓN SEMINAL.....	14
2.4 FASES DEL EYACULADO.....	14
2.4.1 FASE PRE ESPERMÁTICA.....	14
2.4.2 FASE ESPERMÁTICA O FRACCIÓN RICA.....	14
2.4.3 FASE GEL O TAPIOCA.....	15
2.5 CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS.....	15
2.5.1 VOLUMEN.....	15
2.5.2 OLOR.....	15
2.5.3 COLOR.....	15
2.5.4 POTENCIAL DE HIDRÓGENO.....	16
2.5.5 TEMPERATURA.....	16
2.6 CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS.....	16
2.6.1 MOTILIDAD.....	16
2.6.2 VITALIDAD.....	16
2.6.3 MORTALIDAD.....	17
2.7 REFRIGERACIÓN DEL SEMEN PORCINO.....	17
2.7.1 FACTORES QUE AFECTAN A LOS ESPERMATOZOIDES EN EL PROCESO DE REFRIGERACIÓN.....	17
2.7.2 ESTRÉS OXIDATIVO.....	18
2.7.3 DILUYENTE ESPERMÁTICOS.....	18

2.8 ¿CUÁNTO TIEMPO TARDA EN SER “PRODUCIDO” EL SEMEN DE VERRACO?.....	18
2.8.1 ¿CUÁL ES EL ASPECTO NORMAL DEL ESPERMA DEL VERRACO?.....	19
2.8.2 ¿QUÉ TAMAÑO TIENE UN ESPERMATOZOIDE DE VERRACO?.....	19
2.8.3 ¿CUANTOS ESPERMATOZOIDES EYACULA UN VERRACO?.....	19
2.9 COMPOSICIÓN DEL SEMEN EN VERRACOS.....	19
2.9.1 MINERALES.....	20
2.9.2 CITOQUINAS Y EXOSOMAS.....	20
2.10 EFECTO RESIDUAL.....	20
2.10.1 POSIBLE EFECTO RESIDUAL DE <i>Trichanthera gigantea</i> .....	20
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	22
3.1 UBICACIÓN.....	22
3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....	22
3.3 DURACIÓN.....	22
3.4 MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	22
3.4.1 MÉTODOS.....	22
3.4.2 TÉCNICAS.....	23
3.5 FACTOR EN ESTUDIO.....	23
3.6 TRATAMIENTOS.....	24
3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	24
3.8 UNIDAD EXPERIMENTAL.....	25
3.9 VARIABLES EN ESTUDIO.....	25
3.9.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	25
3.9.2 VARIABLES DEPENDIENTES.....	25
3.10 PROCEDIMIENTO.....	25
3.10.1 EVALUACIÓN MACROSCÓPICA DEL SEMEN PORCINO.....	27
3.10.2 EVALUACIÓN MICROSCÓPICA.....	27
3.10.3 VITALIDAD Y MORTALIDAD.....	27
3.10.4 NORMALIDAD.....	28
3.10.5 EVALUACIÓN MORFOLÓGICA.....	28
3.10.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29

4.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LOS TRATAMIENTOS DEL EFECTO RESIDUAL DE HARINA <i>Trichanthera gigantea</i> Y MEDIAS DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD SEMINAL.....	29
4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	30
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
5.1 CONCLUSIONES.....	39
5.2 RECOMENDACIONES.....	39
BIBLIOGRAFÍA.....	41
ANEXOS.....	48

### CONTENIDO TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Composición química (% base seca), del tallo y de las hojas de nacedero.....	6
<b>Tabla 2.2.</b> Evaluación bromatológica de la harina de planta de nacedero <i>Trichanthera gigantea</i> .....	8
<b>Tabla 2.3</b> Clasificación de la motilidad en masa de los espermatozoides.....	19
<b>Tabla.4.1</b> Medias y desviación de las distintas variables reproductivas por semana en los tratamientos bajo estudio.....	30
<b>Tabla 4.2</b> Análisis del efecto residual de harina <i>Trichanthera gigantea</i> sobre la motilidad espermática.....	32
<b>Tabla 4.3</b> Análisis del efecto residual de harina <i>Trichanthera gigantea</i> sobre la concentración espermática.....	33
<b>Tabla 4.4</b> Análisis del efecto residual de harina <i>Trichanthera gigantea</i> sobre el porcentaje de vivos/muertos espermático.....	34
<b>Tabla 4.5</b> Análisis del efecto residual de harina <i>Trichanthera gigantea</i> sobre la malformación de espermatozoides (cabeza, cola, gota citoplasmática proximal, medial y distal).....	35
<b>Tabla 4.6</b> Análisis del efecto residual de harina de <i>Trichanthera gigantea</i> sobre el Ph espermático .....	38

## CONTENIDO FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> Especificaciones del ( <i>Trichanthera gigantea</i> ).....	5
<b>Figura 2.2</b> Clasificación taxonómica.....	6
<b>Figura 3.3</b> Taxonómica del cerdo.....	6
<b>Figura 4.4</b> Características del semen porcino.....	13
<b>Figura 5.5</b> Clasificación de la motilidad espermática.....	16
<b>Figura 3.1.</b> Características climáticas.....	21
<b>Figura 3.2</b> Distribución de los tratamientos.....	24
<b>Figura3.3:</b> Organización de tratamientos y semanas de investigación.....	24
<b>Figura 3.4</b> Esquema de procedimiento experimental.....	24
<b>Figura 3.5</b> Esquema de distribución de ANOVA.....	25

## RESUMEN

La calidad seminal es crucial en programas de inseminación artificial para porcinos de alto valor genético. Por ello, este estudio se enfocó en evaluar el efecto residual de (*Trichanthera gigantea*) al ser este adicionado en la alimentación para analizar los cambios sobre los parámetros de calidad espermática de verracos mestizos, utilizando tres tratamientos: uno testigo (0%), tratamiento 2 (10%) y tratamiento 3 (15%). La investigación se llevó a cabo en la unidad de docencia investigación y vinculación “Hato porcino” de la ESPAM MFL, donde se evaluaron tres verracos mestizos bajo condiciones estandarizadas de alimentación y manejo. Se analizaron diversos parámetros de calidad seminal, incluyendo motilidad, concentración, pH y morfología espermática, mediante un diseño experimental completamente al azar con valor de  $\alpha$  0.05, se aplicaron tres tratamientos y cuatro repeticiones.

Los resultados obtenidos de las variables de motilidad espermática durante todo el estudio mostraron (P valor<0,889), mientras que la concentración presentó (P valor<0,746). El pH demostró (P valor<0,329). En cuanto a las variables de malformaciones celulares, se encontraron los siguientes valores: cabeza (P valor<0,358), cola (P valor<0,333), GCP (P valor<0,985), GCM (P valor <0,798) y GCD (P<0,798). Estos resultados indican que no existen diferencias significativas en la calidad seminal de los verracos ( $p > 0,05$ ). Esto sugiere que la inclusión de *Trichanthera gigantea* en la dieta no tuvo un efecto residual notable en la calidad seminal.

**Palabras Clave:** (*Trichanthera gigantea*), funcionalidad espermática, verracos mestizos, efecto residual

## ABSTRACT

Seminal quality is crucial in artificial insemination programs for high genetic value swine. Therefore, this study focused on evaluating the residual effect of *Trichanthera gigantea* when added to the diet to analyze changes in the sperm quality parameters of crossbred boars, using three treatments: one control (0%), treatment 2 (10%), and treatment 3 (15%). The research was conducted at the teaching, research, and outreach unit "Hato Porcino" at ESPAM MFL, where three crossbred boars were evaluated under standardized feeding and management conditions. Various seminal quality parameters were analyzed, including motility, concentration, pH, and sperm morphology, using a completely randomized experimental design with an alpha value of 0.05, three treatments, and four replications.

The results obtained for sperm motility variables throughout the study showed (P value <0.889), while concentration presented (P value <0.746). The pH demonstrated (P value <0.329). Regarding the variables of cellular malformations, the following values were found: head (P value <0.358), tail (P value <0.333), GCP (P value <0.985), GCM (P value <0.798), and GCD (P value <0.798). These results indicate that there are no significant differences in the seminal quality of the boars ( $p > 0.05$ ). This suggests that the inclusion of *Trichanthera gigantea* in the diet did not have a notable residual effect on seminal quality.

**Key words:** (*Trichanthera gigantea*), sperm functionality, crossbred boars, residual effect.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Si bien una dieta inadecuada parece claramente conducir a una reducción de la fertilidad, los problemas reproductivos pueden tener diversos orígenes, según el Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura (2019). Estos orígenes incluyen defectos anatómicos congénitos, un mal manejo reproductivo (como fallos en la detección del celo, manejo del semen e inseminación), algunas enfermedades infecciosas, factores ambientales y, principalmente, problemas nutricionales. Además, Ramírez (2017) señala que los altos precios de los alimentos balanceados afectan la rentabilidad, haciendo necesaria la inclusión de ingredientes alternativos en las dietas para minimizar costos de producción sin alterar los parámetros productivos de los cerdos.

Ante el déficit de materias primas para la alimentación de piaras y en un contexto donde es indispensable una agricultura sostenible, es necesario promover el uso de forrajes, ya que muchos de estos árboles tienen un alto valor nutritivo para los animales (Suárez y Milera, 2012). Los pequeños y medianos productores rurales que crían y producen animales son los que mejor aprovechan los subproductos agrícolas para la alimentación de sus animales (Ramírez, 2017).

Según Pito (2017), entre estos árboles forrajeros se encuentra el nacedero, con un gran potencial natural. Las observaciones de los campesinos lo señalan como una fuente alternativa de proteína interesante.

Esta planta, caracterizada por su amplio rango de adaptación, rusticidad, fácil propagación y alta producción de materia verde, ha demostrado mejorar los resultados en términos de conversión alimenticia, palatabilidad, características de la canal y costos en la fase de engorde (López y Zeledón, 2016).

Por lo expuesto anteriormente se plantea la siguiente interrogante:

¿La inclusión de harina de *Trichanthera gigantea* en la alimentación, tendrá un efecto residual, influyendo sobre la funcionalidad espermática en verracos mestizos?

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

Investigaciones independientes realizadas por equipos de reproducción genética porcina han demostrado que el consumo de alimentos ricos en grasas saturadas está directamente relacionado con una disminución en el conteo de espermatozoides, mientras que la ingesta de ácidos grasos omega-3 se asocia con una mejor morfología espermática (Cos, 2022). Botero (2014) resalta la necesidad de buscar alternativas alimentarias viables que promuevan una producción animal más eficiente y económica, destacando las ventajas del trópico para ofrecer materiales fácilmente aprovechables y de bajo costo. Entre las alternativas más prometedoras se encuentran los follajes arbóreos y arbustivos, que presentan altos niveles de proteína, valor nutritivo aceptable y amplia disponibilidad en el trópico, además de no competir con la alimentación humana.

En este contexto, la *Trichanthera gigantea* puede reemplazar hasta el 30 % de la proteína del frijol o la harina de soya en dietas basadas en jugo de caña. Sus hojas contienen entre 16 y 18 % de proteína en base seca y son bien aceptadas por conejos, gallinas, cerdos y rumiantes. Se siembra por estaca a una distancia de 1x1 m, y una vez establecida, el intervalo entre cortes es de 3,5 meses, con un rendimiento en base fresca de más de 50 t/ha (Gómez, 2002). Con el uso de concentrados y la sustitución del 10, 20 y 30 % de estos por *Trichanthera*, Gómez (2002) recomendaron la sustitución del 30 % como la más ventajosa, logrando 32,12 g de peso/día y una conversión de 4,27 kg de materia seca consumida por kg de aumento de peso vivo (Zamora y Mendoza, 2021).



## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto residual de la harina de follaje de *Trichanthera gigantea* sobre los parámetros reproductivos en verracos mestizos.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Valorar el efecto residual de la inclusión de niveles de (*Trichanthera gigantea*) en la dieta de los verracos sobre la funcionalidad espermática.

Comparar el efecto residual de la inclusión de los niveles de (*Trichanthera gigantea*) sobre la funcionalidad de la membrana espermática en el proceso de refrigeración.

## **1.4 HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER**

El efecto residual de la inclusión de harina de *Trichanthera gigantea* como suplemento en la alimentación diaria en verracos mestizos mejora los parámetros funcionales espermáticos.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 PLANTA NACEDERA (*Trichanthera gigantea*)

La *Trichanthera gigantea*, también conocida como nacedero, es una especie arbórea forrajera que se utiliza principalmente como cerca viva y para el mantenimiento y conservación de fuentes de agua. Sus tallos son claros y tienen nudos pronunciados, sus hojas son opuestas y de color verde oscuro, y sus flores tienen forma de campana y son de color rojo oscuro. Esta planta se puede emplear en la alimentación y suplementación proteica de muchas especies animales, incluyendo vacas, conejos, ovejas, cerdos y gallinas (Gélvez, 2017).

Figura 2.6 Especificaciones del *Trichanthera gigantea*

<b>Nombre común</b>	<b>Yátago, nacedero o quiebra barriga</b>
<b>Nombre científico</b>	<i>Trichanthera gigantea</i>
<b>Consumo</b>	Ensilado.
<b>Clima favorable.</b>	Variado a frío, entre 0 y 2.000 m.s.n.m
<b>Tipo de suelo</b>	Bien drenados de variable fertilidad
<b>Tipo de siembra</b>	A través de estacas
<b>Aceptabilidad</b>	Media, se puede incluir en la dieta de bovinos, aves y cerdos
<b>Tolera</b>	Suelos ácidos y bajos en fósforo.
<b>No tolera</b>	Aguachinamiento.

**Fuente:** Gélvez (2017).

La *Trichanthera gigantea* es una planta tropical de zonas de clima húmedo que destaca por sus características nutricionales, incluyendo un contenido de proteína entre 18 y 30 % y una digestibilidad de la materia seca del 69 %, lo que la convierte en una opción viable para la alimentación de rumiantes, tanto en estado fresco como en ensilaje (Riascos, 2020).

Es un árbol mediano que alcanza entre 4 y 12 metros de altura, con una copa de hasta 6 metros de diámetro. Es muy ramificado y posee ramas con nudos pronunciados, hojas opuestas, aserradas y vellosas de color verde oscuro (Arronis, 2014).

#### 2.1.1 TAXONOMÍA

La *Trichanthera gigantea* es un árbol forrajero que pertenece a la familia *Acanthaceae* y al orden Tubiflores, y se puede reproducir por estacas. En la farmacopea popular, se le atribuyen diversos nombres, como quiebra barriga, madre agua o palo de agua, y es utilizado por grupos indígenas para bajar fiebres y reducir peso, entre otros usos (Villareal, 2015).

Figura 7.2 Clasificación taxonómica

<b>Reino</b>	<i>Plantae</i>
Phylum	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Scrophulariales</i>
Familia	<i>Acanthaceae</i>
Género	<i>Trichanthera</i>
Epíteto específico	<i>Gigantea</i>

Fuente: Cuenca (2018)

### 2.1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El nacedero es un árbol mediano que alcanza entre 4 y 12 metros de altura y tiene una copa de hasta 6 metros de diámetro, muy ramificado. Las ramas poseen nudos pronunciados y sus hojas son opuestas, aserradas y vellosas, de color verde oscuro en el haz y más claras en el envés. Las flores están dispuestas en racimos terminales, son acampanadas de color amarillo con anteras pubescentes que sobresalen de la corola. El fruto es una cápsula pequeña y redonda con varias semillas orbiculares (Gómez, 2005). El tallo de esta planta es erecto y tiene un diámetro de unos 15 cm. Sus raíces alcanzan una profundidad de 0.60 m y, al igual que las leguminosas, tienen la capacidad de enriquecer los suelos mediante la fijación de nitrógeno (Aguilar, 2018).

### 2.1.3 VALORES NUTRICIONALES

El nacedero presenta un alto valor nutritivo y es considerado una fuente prometedora de forraje de alto valor proteico, produciendo un elevado rendimiento de hojas cuando el follaje de otras plantas desaparece en la época seca. Este forraje, compuesto en un 70 % por hojas, contiene un 20 % de materia seca y una concentración promedio del 18 % de proteína cruda en base seca, además de altos niveles de calcio y fósforo (Cuenca, 2018). Según Pito (2017), los valores nutricionales de la nacedera son: proteína bruta de 15 a 22.5 %, materia orgánica de 20 a 27 %, calcio de 23 a 43 g/kg, fósforo de 2.6 a 9.2 g/kg, potasio de 24 a 37 g/kg y magnesio de 7.5 a 12 g/kg. Estos valores nutricionales se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 2.1. Composición química (% base seca), del tallo y de las hojas de nacedero.

Parte de la planta	MS	N*6.25	P	K	Ca	Mg
Tallo grueso (%)	27	4,6	0,36	3,8	2,19	0,48
Tallo delgado (%)	17	8,7	0,42	6,96	2,61	0,72
Hojas (%)	20	18	0,37	3,76	2,34	0,75

Fuente: Pito (2017)

En una caracterización completa del valor nutricional de la *Trichanthera gigantea*, se encontraron los siguientes componentes por kilogramo de forraje: 178 gramos de proteína cruda, 35,4 gramos de proteína hidrosoluble (equivalente al 19,8 % de la proteína cruda), 43,2 gramos de carbohidratos hidrosolubles, 248 gramos de almidones, 170 gramos de azúcares totales y 91,6 gramos de azúcares reductores. Destaca especialmente el alto contenido de calcio, que varía entre 23 y 43 g/kg, lo que convierte a esta planta en un forraje adecuado para las hembras paridas, que requieren grandes cantidades de este mineral (Paz, 2018).

#### **2.1.4 ADAPTACIÓN**

La *Trichanthera gigantea* tiene un rango muy amplio de distribución y, por lo tanto, posee una gran capacidad de adaptarse a diferentes ecosistemas. Crece en suelos profundos y con buen drenaje, y tolera muy bien los suelos ácidos. Se adapta desde el nivel del mar hasta los 2,500 metros de altitud (Cuenca, 2018). Según López y Zeledón (2016), la flexibilidad de adaptación de esta leguminosa le otorga un valor positivo de aceptación, combinado con su capacidad para fijar nitrógeno y sus bajos requerimientos nutricionales en los suelos donde se establece.

#### **2.1.5 USOS**

La *Trichanthera gigantea* tiene una amplia gama de usos, reportándose hasta 77 diferentes, que incluyen protección de fuentes de agua, cerco vivo, medicina para humanos y animales, recuperación y conservación del suelo, construcción, forraje, entre otros (Cuenca, 2018). Se utiliza comúnmente como cerca viva y para proteger y preservar nacimientos de agua, y está siendo incorporada con gran énfasis en programas de reforestación y protección de cuencas (Paz, 2018). Además, es una alternativa valiosa en la alimentación animal debido a su rusticidad, facilidad de propagación, alta producción de biomasa, amplia adaptabilidad, aceptación por diversas especies y su alto valor nutritivo (Pito, 2017). Tradicionalmente, se ha utilizado ampliamente como planta medicinal para tratar diversas afecciones como hernias, hipertensión, pérdida de peso, fiebres, expulsión de placenta en equinos y algunas enfermedades en cerdos. También es una fuente de néctar para las abejas. Su uso en la suplementación animal se ha convertido en una tecnología innovadora, ya que puede reemplazar a los concentrados, proporcionando altos niveles de materia seca que pueden almacenarse y utilizarse en períodos de escasez de alimento (Gélvez, 2017).

### 2.1.6 EL NACEDERO COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN ANIMAL

El nacedero (*Trichanthera gigantea*) ha sido identificado como una de las especies más prometedoras para ser utilizada como fuente de alimento animal, tanto para monogástricos (como conejos, cuyes, gallinas y cerdos) como para rumiantes (como ovinos y bovinos, entre otros) (Hess y Domínguez, 2017). Gonzales (2018) señala que esta planta se utiliza como fuente de forraje debido a su aceptable digestibilidad, su alto contenido de proteína y su buena aceptación por parte de bovinos, ovinos, porcinos y aves de producción familiar campesina. Además, Espinoza (2016) menciona que el nacedero (*Trichanthera gigantea*) se utiliza actualmente como fuente de forraje para la alimentación animal, especialmente para conejos, cuyes, gallinas, ovejas africanas, bovinos y cerdos.

También el mismo autor destaca que esta planta representa una alternativa viable para la alimentación animal debido a su adaptabilidad a varias regiones ganaderas, su aceptable digestibilidad, su alto contenido de proteína y la buena aceptación por parte de los animales que la consumen.

### 2.1.7 FOLLAJE DESHIDRATADO DE NACEDERO

Para obtener el follaje deshidratado de nacedero, se recolectan hojas verdes de esta planta y se someten a un proceso de deshidratación en una estufa a una temperatura de 45°C durante aproximadamente 13 horas. Luego, las hojas deshidratadas se muelen utilizando un molino de martillo industrial (Alcívar et al., 2018).

### 2.1.8 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

Los valores obtenidos para los parámetros de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), extracto etéreo (EE) y cenizas, realizado por Alcívar et al. (2018) mediante un examen bromatológico se presentan en el Tabla 2.2.

**Tabla 2.2.** Evaluación bromatológica de la harina de planta de nacedero (*Trichanthera gigantea*).

n = 4	Materia Seca (%)	Proteína Cruda (%)	Extracto Etéreo (%)	Fibra Cruda (%)	Cenizas (%)
Promedio	93,15	19,45	3,00	17,06	18,68
Desviación estándar	0,52	0,64	0,15	0,16	1,81
Valor mínimo	92,46	18,61	2,85	16,89	17,45
Valor máximo	93,69	20,12	3,2	17,21	21,29

**Fuente:** Alcívar et al. (2018)

## **2.2 PRODUCCIÓN DE CERDOS**

Según Espinoza (2017), la actividad porcina puede resultar altamente rentable si se implementa un buen plan de manejo que abarque aspectos de nutrición, sanidad, reproducción y genética. Esta actividad está cada vez más influenciada por criterios de calidad mediante la adopción de sistemas y prácticas de producción de calidad, lo que puede ayudar a reducir los riesgos para la salud animal y humana. Aunque la producción porcina ha mostrado una mejora considerable en cuanto a los índices de producción y rentabilidad, no todos disponen de la tecnología necesaria para llevar a cabo un negocio de esta índole y obtener un producto de calidad (Martínez, 2021).

### **2.2.1 PRODUCCIÓN DE CERDOS EN ECUADOR**

En Ecuador, la porcicultura representa una actividad económica importante que genera ingresos, sin embargo, en pequeñas ciudades, los procesos no están regulados, lo que constituye una amenaza para el consumidor al no garantizar la calidad sanitaria de la carne (Muñoz et al., 2021). Montesdeoca (2017) indica que la producción porcina en Ecuador es predominantemente de tipo familiar, con pocas empresas dedicadas a esta actividad. Las explotaciones suelen ser extensivas y tienen limitadas posibilidades de incorporar tecnología moderna o mejoramiento genético.

Según Martínez (2021), el 80 % de la producción porcina en Ecuador proviene de explotaciones caseras o familiares, mientras que solo el 20 % proviene de producción tecnificada, lo que refleja una marcada diferencia entre pequeños y grandes productores. García *et al.* (2021) señalan que la carne de cerdo es preferida por el 79,5 % de los hogares ecuatorianos, con una frecuencia de consumo mensual de 6,6 veces por persona, aunque no se especifica el número de ingestas diarias.

La porcicultura tiene un significativo impacto en el PIB agropecuario de Ecuador, contribuyendo con un 8 % y generando aproximadamente 80 mil empleos directos. La mayoría de las granjas porcinas se encuentran en las regiones de la Sierra y la Costa, distribuidas principalmente en Santo Domingo de los Tsáchilas, Guayas, Pichincha, Manabí y El Oro. Sin embargo, la subida de precios de las materias primas y la escasez de insumos han llevado al cierre de algunas pequeñas explotaciones. En marzo de 2022, Ecuador autorizó la importación de productos

porcinos de una empresa paraguaya, en un intento por satisfacer la demanda interna y compensar la escasez de producción local (Lonita, 2022).

### **2.2.2 ALIMENTACIÓN DE LOS CERDOS**

La alimentación de los cerdos representa el principal componente de los gastos en la producción de esta especie, ya que requieren alimentos de alto valor nutritivo para garantizar una eficiencia productiva óptima. Sin embargo, en medio de la creciente demanda de proteína animal, la cría de cerdos se ha convertido en una actividad rentable y económicamente viable, convirtiéndose en un eslabón crucial para satisfacer la demanda de alimentos proteicos a corto y mediano plazo (Izquierdo, 2020).

Pozo (2016) explica que el aumento de la importancia del cerdo como fuente de alimentación ha impulsado la evolución de su crianza, llevando a un cambio desde técnicas ancestrales hacia formas de producción más intensivas. Esto ha dado lugar incluso al desarrollo de razas especializadas en la producción de carne, con el objetivo de reducir la producción de grasa en respuesta al creciente consumo de aceites vegetales.

La alimentación de animales monogástricos se ha centrado en incrementar el valor nutricional y superar las limitaciones nutricionales de diversos productos. Este enfoque busca proporcionar alimentos energético-proteicos que incluyan fuentes de energía y proteínas para mejorar la calidad y digestibilidad de la dieta animal (Medina, 2019).

### **2.2.3 SISTEMA DIGESTIVO DEL CERDO**

La función principal del tracto digestivo es facilitar la digestión y absorción de los nutrientes contenidos en el alimento, así como la eliminación de los productos de desecho. Los órganos que conforman este sistema están conectados a través de un tubo músculo-membranoso que se extiende desde la boca hasta el ano. Su función abarca la presión, ingestión, trituración, digestión, absorción de los nutrientes y la eliminación de los productos sólidos de desecho (Izquierdo, 2020).

El intestino delgado tiene una longitud de aproximadamente 18 metros y una capacidad de alrededor de 5 litros, mientras que el intestino grueso mide aproximadamente 5 metros y puede contener hasta 7,5 litros. El ano es la parte final del recto y se encarga de la expulsión de los desechos de la digestión.

En el caso de los animales omnívoros, como el cerdo, tienen estómagos relativamente simples y se clasifican como no rumiantes. Poseen un estómago con un solo compartimento y no son eficientes en la digestión de los carbohidratos estructurales presentes en las plantas, como la celulosa, hemicelulosa y pectina. Por lo tanto, el consumo de fibra en su dieta es limitado (Silva, 2020).

#### **2.2.4 SISTEMA DIGESTIVO EN RELACIÓN CON EL SISTEMA REPRODUCTIVO**

El desarrollo fisiológico del aparato digestivo en los cerdos desde el nacimiento es de vital importancia, ya que su diversa flora microbiana ejerce una influencia significativa en aspectos como el desarrollo inmunitario, la salud y la productividad de los animales (Palomo, 2021). Según Duarte y Rodríguez (2020), entre los factores que afectan negativamente al proceso reproductivo de los cerdos, la inadecuada alimentación es uno de los más evidentes. Una alimentación deficiente puede resultar en un rendimiento digestivo insuficiente, lo que impacta directamente en la producción de los animales.

#### **2.2.5 SISTEMA REPRODUCTOR DEL CERDO**

En la producción porcina, es crucial seleccionar cuidadosamente los cerdos destinados a ser reproductores, ya que el éxito en esta selección se traduce en un mejor desempeño económico y en la calidad del producto final, es decir, las crías (Peñafiel, 2018). En cuanto a la morfofisiología del aparato reproductor del macho porcino, este sistema está compuesto por varios elementos. Los órganos sexuales primarios incluyen las gónadas o testículos, mientras que los órganos sexuales secundarios abarcan un sistema canalicular conformado por la red de testículos, los conductos eferentes, el epidídimo y los conductos deferentes. Además, los órganos sexuales accesorios producen las secreciones que componen el plasma seminal, y el órgano copulador es el pene (Medina, 2019).

#### **2.2.6 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CERDO**

El cerdo tiene su origen en el jabalí, con una historia que se remonta a unos 40 millones de años. Esta especie ancestral, el jabalí, es de gran importancia no solo por su papel en la evolución de las razas porcinas, sino también por su potencial para estudios científicos y su domesticación. El cerdo es un animal omnívoro, lo que significa que puede alimentarse de una amplia variedad de alimentos,



incluyendo desperdicios de comida casera, suero de queso, desechos vegetales, entre otros, en contraste con otras especies que no pueden asimilar estos tipos de alimentos (FAO, 2010).

### 2.2.7 TAXONOMÍA

La taxonomía del cerdo está dada de la siguiente manera.

**Cuadro 2.1.** Taxonomía del cerdo.

Clasificación taxonómica	Características taxonómicas
Clase	Mamíferos
Subclase	Placentados
Superorden	Ungulados
Orden	Artiodáctilos
Suborden	Suiformes
Familia	Suidos
Género	Sus
Especies	<i>Sus scrofa</i>
Subespecies	<i>S. s. domesticus</i>

Fuente: Centre de Recerca en Sanitat Animal [CRESA] (s.f.)

## 2.2 ANDROLOGÍA PORCINA

Martínez (2017) destaca la importancia de considerar varios factores al realizar un examen andrológico en cerdos. Entre estos factores se encuentran la edad del animal, el clima en el momento del examen, la nutrición, la presencia de enfermedades, el manejo y cuidados recibidos, así como otros factores ambientales que puedan influir en la fertilidad. Todo esto depende del estado general de salud y bienestar del cerdo, con especial atención en el sistema endocrino, los testículos, el aparato genital y las glándulas accesorias. Estos elementos son cruciales para evaluar adecuadamente la salud reproductiva y la capacidad de reproducción del animal.

### 2.3.1 ESPERMATOGÉNESIS

Salazar (2017) detalla el proceso de producción del semen porcino, destacando que las células madres diploides se encuentran dentro de los túbulos seminíferos y se dividen mediante mitosis para mantener su número. Estas células madre generan progenitores que, a través de divisiones meióticas progresivas, se transforman en espermatozoides haploides. Estos espermatozoides son liberados y transportados desde los testículos hasta el epidídimo, proceso que dura alrededor de 35 a 40 días para la espermatogénesis y 16 días para el transporte, lo que suma un total aproximado de 50 a 55 días para la maduración completa del semen porcino.

### 2.3.2 ASPECTOS GENERALES DEL SEMEN PORCINO

Según Hermann (1994) citado por Caiza (2009), el semen porcino debe presentar características específicas para considerarse de calidad. Debe tener un color blanquecino, con una consistencia cremosa y lechosa. Además, debe contener un gran número de espermatozoides viables y fértiles. Estas características son indicativas de un eyaculado saludable y de alta calidad en el verraco.

**Cuadro 2.2.** Características del semen porcino

Características del componente	Valor
Volumen del eyaculado	100 – 200 ml
Concentración de espermatozoides	200 – 300 millones/ml
Espermatozoides /eyaculado	30-60 miles de millones
Espermatozoides móviles	50-80 %
Espermatozoides morfológicamente normales	70-90 %

**FUENTE:** (Hafez, 1993. Citado por Caiza, 2009).

Hidalgo (2013) señala que al someter el semen porcino a un proceso de refrigeración inmediato con temperaturas por debajo de los 15°C, los espermatozoides son susceptibles a sufrir un shock debido a este cambio brusco de temperatura. Como resultado, la viabilidad y motilidad de los espermatozoides se ven comprometidas, lo que puede afectar negativamente su capacidad para fertilizar. Es importante tener en cuenta este factor al manipular y almacenar el semen porcino para garantizar su calidad y eficacia en la reproducción.

### 2.3.3 COLECTA DEL SEMEN

Córdova et al. (2015) señalan la importancia de contar con un espacio designado y completamente limpio para la colecta de semen de verracos. Este espacio debe proporcionar suficiente espacio para llevar a cabo los procedimientos necesarios y garantizar una buena estabilidad durante la recolección del semen. En cuanto al momento adecuado para la colecta del semen de un verraco, Tana (2017) sugiere que se realice después de los 8 meses de edad del animal. El procedimiento comúnmente utilizado implica el uso de una mano enguantada para sujetar el miembro viril del cerdo y recoger el semen en un vaso colector. Este vaso colector suele contener una funda colectora cubierta con papel filtro para asegurar la recolección adecuada del semen.

### **2.3.4 DILUCIÓN DEL SEMEN PORCINO**

El objetivo de la dilución del semen es aumentar el volumen del eyaculado para mejorar el rendimiento efectivo en la inseminación artificial. A través de diluyentes conservadores, se busca incrementar el volumen del material espermático recolectado, al mismo tiempo que se proporciona un ambiente favorable que rodea a los espermatozoides para mantener su vitalidad y fertilidad durante el tiempo en que será utilizado (Pérez y Pérez, 1990 citado por León, 2006). Este proceso es crucial para garantizar la eficacia y el éxito de la inseminación artificial en la reproducción porcina.

### **2.3.5 EVALUACIÓN SEMINAL**

La evaluación seminal es de suma importancia en la industria porcina, ya que permite analizar la calidad del semen de los reproductores y detectar posibles problemas reproductivos, como la infertilidad. Factores como la alimentación, el manejo de la sanidad animal y el control sanitario del establecimiento pueden influir en la calidad del semen. Por lo tanto, mediante la evaluación seminal se pueden identificar a tiempo estos problemas y tomar medidas correctivas para mejorar la salud reproductiva de la población porcina (Kubus, 1999 citado por Peñafiel, 2018). Esta práctica es fundamental para garantizar el éxito de los programas de reproducción y mantener la productividad en la industria porcina.

## **2.4 FASES DEL EYACULADO**

### **2.4.1 FASE PRE ESPERMÁTICA**

Según Julca (2014), esta etapa del proceso seminal se caracteriza por tener un color transparente y acuoso, lo que facilita su detección de manera sencilla. En cuanto al volumen, se estima que en promedio puede alcanzar los 12 ml. Este tipo de descripción proporciona información útil para la evaluación y comprensión de las diferentes etapas del semen porcino.

### **2.4.2 FASE ESPERMÁTICA O FRACCIÓN RICA**

Según Julca (2014), en esta fase del proceso seminal se observa la presencia de líquidos espesos, de color blanquecino opaco, que contiene una alta concentración de espermatozoides y representa la fracción más relevante del eyaculado. Esta fase es la que se recolecta específicamente para la inseminación artificial, ya que es donde se encuentra la mayor cantidad de espermatozoides con capacidad

fertilizante. Esta descripción resalta la importancia de esta fase en el proceso de reproducción porcina y su relevancia en la obtención de resultados exitosos en la inseminación artificial.

### **2.4.3 FASE GEL O TAPIOCA**

Según Julca (2014), esta etapa del proceso seminal proviene de las glándulas de Cowper y se caracteriza por ser pobre en contenido de espermatozoides. Presenta un color cristalino con una alta proporción de grumos, y su función principal es formar un sello en la hembra después de la eyaculación. En cuanto al volumen, se estima que tiene aproximadamente 200 ml, y contiene una gran cantidad de plasma seminal y secreciones de la próstata. Esta descripción destaca la importancia de esta etapa en el proceso reproductivo porcino, especialmente en lo que respecta a la función de sellado en la hembra después de la inseminación.

## **2.5 CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS**

### **2.5.1 VOLUMEN**

Según Salazar (2014), citado por Farías e Intriago (2017), varios factores influyen en el volumen del eyaculado del verraco. Estos incluyen la edad del animal, su raza, su estado fisiológico individual, así como el tamaño de sus testículos. Se destaca que una fracción espermática puede representar entre 50 y 150 ml, contribuyendo a un eyaculado total aproximado de 250 ml. Esta información resalta la variabilidad del volumen del eyaculado entre diferentes animales y subraya la importancia de considerar estos factores al evaluar la producción seminal en la industria porcina.

### **2.5.2 OLOR**

El olor del semen porcino es sui generis, y se caracteriza por la presencia de feromonas del tracto genital. Este aroma puede presentar anomalías, a menudo parecidas al olor de la orina o incluso al amoníaco. Estas peculiaridades olfativas pueden estar vinculadas a patologías del tracto genital, así como a la combinación de semen y orina durante la eyaculación del verraco, según señala Caiza (2009), citado por Peñafiel (2018).

### **2.5.3 COLOR**

Según Tana (2017), el semen porcino típicamente presenta un color blanco lechoso. Sin embargo, cualquier otra coloración puede indicar la presencia de

problemas patológicos en el tracto reproductivo del verraco, o bien, podría ser resultado de la contaminación del eyaculado con orina.

#### **2.5.4 POTENCIAL DE HIDRÓGENO**

De acuerdo con Najarro (2004), el pH del semen porcino debe situarse en un rango comprendido entre 6.6 y 7.4. Esta evaluación se realiza sumergiendo una tira reactiva en el eyaculado, una prueba sencilla y rápida para determinar este parámetro macroscópico.

#### **2.5.5 TEMPERATURA**

Durante la eyaculación, el semen tiene una temperatura aproximada de 37°C, que es vital para mantener la viabilidad de los espermatozoides. Cualquier aumento en la temperatura puede provocar la destrucción de los espermatozoides debido a la coagulación de sus estructuras proteicas (Yaringaño, 2013 citado por Farías e Intriago, 2017).

### **2.6 CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS**

#### **2.6.1 MOTILIDAD**

La motilidad espermática evalúa los movimientos de los espermatozoides, considerando tanto la motilidad individual como la total. Para evaluarla, se toma una gota de semen y se coloca en una lámina portaobjeto, luego se cubre con el cubreobjeto. Los movimientos de los espermatozoides se califican en una escala del 0 al 100 %, y la escala de motilidad va de 0 a 5 (Córdova et al., 2015).

#### **Cuadro 2.3. Clasificación de la motilidad espermática**

---

0	Espermatozoides inmóviles o muertos.
1	Espermatozoides sin movimiento progresivo, girando sobre sí mismo
2	Espermatozoides con movimiento anormal o eventualmente progresivo.
3	Espermatozoides sin movimiento progresivo lento y sinuoso
4	Espermatozoides sin movimiento progresivo muy rápido.
5	Espermatozoides sin movimiento progresivo enérgico.

**Fuente:** (Tana, 2017).

#### **2.6.2 VITALIDAD**

La vitalidad espermática evalúa la proporción de espermatozoides vivos en una muestra de semen. Para esto, se utilizan colorantes como la eosina nigrosina, que tiñe de color rosa las células espermáticas muertas al atravesar y teñir su

membrana celular. Los espermatozoides vivos, cuyas membranas celulares están intactas, no son teñidos por el colorante. Un porcentaje aceptable de vitalidad para las muestras de semen es del 80 %, con una mortalidad no superior al 20 % (Agüero, 2012 citado por Peñafiel, 2018).

### **2.6.3 MORTALIDAD**

En la evaluación microscópica de la vitalidad espermática, se coloca una gota de semen y una gota de eosina-nigrosina en una lámina portaobjetos. Luego, se realiza un frotis y se seca la placa. Posteriormente, se observa bajo el microscopio con un lente de 40x. Se cuentan 100 células espermáticas, considerando como vivos a los espermatozoides cuya membrana celular esté intacta y como muertos a aquellos cuya membrana esté teñida con el colorante (Ordoñez, 2017 citado por Intriago y Vargas, 2019).

## **2.7 REFRIGERACIÓN DEL SEMEN PORCINO**

Según lo indicado por Tomas (2007) y citado por Olivo et al. (2017), durante el proceso de congelación o refrigeración del semen porcino, aproximadamente el 50 % de los espermatozoides pueden morir. Esto se debe a los daños tanto bioquímicos como estructurales que ocurren en las bicapas lipídicas, lo que afecta la funcionalidad y la capacidad reproductiva de los espermatozoides

### **2.7.1 FACTORES QUE AFECTAN A LOS ESPERMATOZOIDEOS EN EL PROCESO DE REFRIGERACIÓN**

Según Stornelli et al. (2005), uno de los componentes que puede perjudicar a los espermatozoides durante el proceso de congelación y descongelación es el glicerol, que se encuentra presente en los diluyentes comerciales utilizados para este fin. Los cambios en el volumen celular que ocurren durante varios ciclos de deshidratación e hidratación también pueden contribuir a estos daños.

Además, Stornelli et al. (2005) explican que la baja temperatura del semen, que oscila entre 30°C y 0°C durante el proceso de enfriamiento, puede causar estrés térmico en algunas células. Este estrés térmico está relacionado con la velocidad de enfriamiento, y el enfriamiento a estas temperaturas debe realizarse cuidadosamente para evitar el denominado "choque frío". Este fenómeno puede ocurrir rápidamente después del eyaculado en el semen porcino, lo que hace que

las células sean cada vez menos sensibles a este fenómeno en las horas siguientes.

### **2.7.2 ESTRÉS OXIDATIVO**

Según lo señalado por Córdova et al. (2009), el estrés oxidativo en los espermatozoides porcinos se debe al deterioro de los compuestos estructurales y fisiológicos causado por la formación de una gran cantidad de especies reactivas al oxígeno. Este estrés oxidativo reduce la supervivencia y la capacidad fecundante de los espermatozoides después de la eyaculación.

El estrés oxidativo se refiere a los efectos dañinos causados por un desequilibrio en la acción de agentes oxidantes sobre las células y la respuesta antioxidante de estas. Este desequilibrio favorece la acción de los agentes oxidantes, lo que puede afectar negativamente la viabilidad y la función de los espermatozoides porcinos (Benítez, 2006).

### **2.7.3 DILUYENTE ESPERMÁTICOS**

Los diluyentes espermáticos son sustancias que desempeñan varias funciones importantes en el proceso de preservación del semen porcino. Estos diluyentes tienen la capacidad de aumentar el volumen del eyaculado y proporcionar un medio para la supervivencia de los espermatozoides. Además, protegen a los espermatozoides de los efectos adversos de los procesos de enfriamiento, descongelación y congelación, actuando como un amortiguador para proteger las células espermáticas de los cambios bruscos de temperatura.

Es importante destacar que existen dos tipos de diluyentes en el mercado: los de larga duración y los de corta duración. La elección del tipo de diluyente a utilizar puede verse influenciada por la raza del verraco, ya que diferentes razas pueden requerir diferentes estrategias de preservación del semen (Hidalgo, 2013 citado por Torres et al., 2014).

## **2.8 ¿CUÁNTO TIEMPO TARDA EN SER “PRODUCIDO” EL SEMEN DE VERRACO?**

Es fascinante observar el proceso de producción del semen y cómo este se desarrolla a lo largo del tiempo. Las células espermáticas requieren aproximadamente cinco semanas para ser producidas en los testículos. Una vez producidas, estas células pasan al epidídimo, un tubo largo y sinuoso ubicado fuera

de la superficie superior del testículo. Aquí, las células espermáticas continúan su proceso de maduración, adquiriendo el potencial para fertilizar los óvulos. El epidídimo actúa como el principal almacén de esperma, donde los espermatozoides se almacenan hasta que son eyaculados.

Es importante destacar que el semen recolectado hoy comenzó a ser producido hace aproximadamente siete semanas, lo que resalta la complejidad y el tiempo requerido para el desarrollo completo de los espermatozoides (Erizalde, 2014).

### **2.8.1 ¿CUÁL ES EL ASPECTO NORMAL DEL ESPERMA DEL VERRACO?**

La célula espermática presenta una estructura altamente especializada que le permite cumplir su función reproductiva de manera eficiente. Esta estructura incluye una cabeza y una cola, recubiertas por una membrana. La cabeza contiene la información genética, los cromosomas, y está coronada por el acrosoma, una estructura que contiene enzimas clave para la penetración del óvulo durante la fertilización. La cola del espermatozoide está compuesta por varias partes, incluyendo el cuello, la parte media, la parte principal y la punta.

La parte media de la cola es donde se encuentran las mitocondrias, que son los orgánulos encargados de generar la energía necesaria para la motilidad de la célula espermática. Esta energía es crucial para que el espermatozoide pueda moverse de manera efectiva en su viaje hacia el óvulo durante el proceso de fertilización (Erizalde, 2014).

### **2.8.2 ¿QUÉ TAMAÑO TIENE UN ESPERMATOZOIDE DE VERRACO?**

Un espermatozoide normal tiene 45  $\mu\text{m}$  de largo (esto es cerca de 0.0045 cm).

Para dar una idea, si se unen las células espermáticas en una cadena, cabeza con cola, se tendrían cerca de 220 células espermáticas en 1 cm (Cíntora, 2021).

### **2.8.3 ¿CUANTOS ESPERMATOZOIDES EYACULA UN VERRACO?**

Esto depende de varios factores como la edad y la frecuencia de recolección, pero entre 20-60 mil millones (Cíntora, 2021).

## **2.9 COMPOSICIÓN DEL SEMEN EN VERRACOS**

El eyaculado del cerdo contiene una gran cantidad, generalmente por encima de 150 mL de plasma seminal (SP). El SP es una mezcla de fluidos producidos en la



cola del epidídimo y glándulas sexuales accesorias con diferentes funciones para el metabolismo del esperma (Cíntora, 2021).

La mayoría del SP se desecha durante la recolección manual de las distintas fracciones de eyaculado o se diluye al procesar el semen.

El SP juega un papel importante durante la capacitación de los espermatozoides y estimula el sistema inmunológico de la hembra para eliminar los patógenos y para tolerar los espermatozoides y los embriones (Rodríguez, 2020).

### **2.9.1 MINERALES**

El fosfato, K y Se fueron se correlacionaron negativamente con el volumen de semen y; él Se y el PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> se correlacionaron positivamente con la concentración de semen. Además, hubo una asociación positiva entre PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, K, y Se con la motilidad y una asociación negativa con el Na (Rodríguez, 2020).

### **2.9.2 CITOQUINAS Y EXOSOMAS**

El plasma seminal es rico en citoquinas. Las citoquinas actúan como señales para el sistema inmunológico femenino una vez dentro del tracto genital femenino, modulando la tolerancia materna hacia el desarrollo del embrión y la placenta, condicionando así el desarrollo embrionario/fetal (Rodríguez, 2020).

## **2.10 EFECTO RESIDUAL**

Un efecto residual se refiere a la influencia persistente de un tratamiento o intervención después de que ha cesado. En el contexto de la nutrición animal, esto implica que los efectos benéficos o perjudiciales de un suplemento dietético, como *Trichanthera gigantea*, continúan afectando la salud y el rendimiento del animal incluso después de que el suplemento ya no se está administrando. Estos efectos pueden manifestarse en diversas formas, como mejoras en la salud general, la función reproductiva, la calidad del esperma, o, en casos negativos, la acumulación de toxinas o antinutrientes que impacten negativamente la salud (Chhay et al., 2003).

### **2.10.1 POSIBLE EFECTO RESIDUAL DE *Trichanthera gigantea***

Considerando la información anterior, el efecto residual de la adición de *Trichanthera gigantea* en la alimentación de cerdos podría manifestarse de las siguientes maneras:

**Mejora Sostenida en la Calidad Espermática:** Si los antioxidantes y nutrientes esenciales presentes en la *Trichanthera gigantea* contribuyen a una mejor salud general y reproductiva, es posible que la calidad del esperma permanezca elevada por un tiempo después de cesar el consumo de esta planta (Chhay, 2003).

**Reducción del Estrés Oxidativo:** Los efectos antioxidantes podrían persistir, reduciendo el daño oxidativo a los espermatozoides y mejorando su viabilidad a largo plazo (Chhay, 2003).

**Impacto en la Salud General:** Una mejor nutrición puede llevar a una mejor condición corporal y salud reproductiva general, lo cual podría traducirse en efectos positivos residuales en la calidad del esperma (Preston y Leng, 2001).

**Efectos Negativos:** Si la dieta con *Trichanthera gigantea* no está bien balanceada o si contiene antinutrientes en niveles significativos, podría haber efectos negativos residuales, como una reducción en la calidad espermática después de la retirada de la dieta (Manivanh, 2001).

## CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 3.1 UBICACIÓN

El desarrollo de la investigación se realizó en la Unidad de Docencia, Investigación y Vinculación (UDIV) Hato Porcino ESPAM-MFL de la carrera de Medicina Veterinaria perteneciente a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López ubicada en el sitio el Limón parroquia Calceta-Manabí-Ecuador, en las coordenadas 0°49'23" de latitud Sur y a 80°11'01" de longitud Oeste, con 15 msnm (-0.821551, -80.178001).

### 3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Las características climáticas en el sitio El Limón, de la parroquia Calceta ubicada en el cantón Bolívar de la provincia de Manabí son:

Figura 3.1. Características climáticas.

VARIABLE	VALOR
Precipitación media anual	782,6 mm
Temperatura media anual	26 °C
Humedad relativa	81,40%
Heliofanía anual	1109,8 (horas)
Viento	1,6 m/s
Evaporación Anual	1256,3 mm

**Fuente:** Estación Meteorológica de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López" (2023).

### 3.3 DURACIÓN

La presente investigación tuvo una duración de aproximadamente 16 semanas (3 meses); tiempo que se distribuyó en el trabajo de campo, observación de la reacción a la inclusión de la harina, y sus cambios en la funcionalidad espermática obtención de resultados, tabulación de datos, para comprobar si la nutrición en cuanto a la alimentación, tiene un efecto residual sobre la funcionalidad espermática de los verracos para la identificación de factores de riesgo y la corrección final del informe.

### 3.4 MÉTODOS Y TÉCNICAS

#### 3.4.1 MÉTODOS

Método inductivo: A través del cual se espera llevar a cabo la comparación de la hipótesis planteada sobre el efecto residual de la inclusión de harina de *trichanthera*

*gigantea* en la alimentación diaria de verracos mestizos sobre la funcionalidad espermiática.

Métodos estadísticos (Inferenciales y descriptivos), que permitieron tabular los datos empíricos obtenidos de la de las unidades experimentales a estudiar que corresponde a el efecto residual de la inclusión de los diferentes tratamientos de harina de *Trichanthera gigantea* sobre los parámetros funcionales de calidad espermiática en verracos mestizos, en edad reproductiva, a los cuales se los entrenó sobre un maniquí o potro que sirvió para realizar la colecta seminal. El maniquí o potro está impregnado por feromonas que ayudarán a estimular la libido sexual del verraco. La técnica que se utilizó para la colecta seminal fue la de la mano enguantada ya que esta técnica es la más utilizada.

De acuerdo con Tana (2017) detalla que esta técnica consiste en colocar doble guante en la mano para así disminuir la contaminación entre el verraco y el pene, para luego retirar un guante de la mano y solo dejar con el que se va a captar el pene y realizar con el dedo pulgar la excitación en la punta del pene para después coleccionar el líquido seminal., tomando como referencia de que esta técnica tiene un tiempo de duración de 5 a 10 minutos

Técnica de medición microscópica: La medición es un proceso que consiste en asignar números a ciertos fenómenos o eventos, de acuerdo con reglas predeterminadas (Mejía, 2005). Además, la medición nos permitió determinar dimensiones lineales, que es igual que determinar el valor numérico de la cantidad de interés dentro de un cierto rango de exactitud y precisión, utilizando procedimientos como inspecciones basadas en métodos de medición de calidad seminal porcina.

### **3.4.2 TÉCNICAS**

Técnica de observación: Respecto a este trabajo, esta técnica será utilizada para observar comportamiento en cuanto a sexualidad de los verracos o cerdos en edad reproductiva escogidos para el presente estudio, se empleará la recolección de datos, a través de la observación, medición, y el registro para la recolección de datos de las variables a medir.

## **3.5 FACTOR EN ESTUDIO**

Efecto residual de la alimentación con harina de *Trichanthera gigantea* sobre la funcionalidad espermiática.

### 3.6 TRATAMIENTOS

Para evaluar el efecto residual en los parámetros de funcionalidad espermática, se realizó de acuerdo a los siguientes tratamientos:

Figura 3.2 Distribución de los tratamientos

Tratamientos	Descripción
T0	Inclusión del 0% de harina de <i>Trichanthera gigantea</i> (Nacedero)
T2	Inclusión del 10% de harina de <i>Trichanthera gigantea</i> (Nacedero)
T3	Inclusión del 15% de harina de <i>Trichanthera gigantea</i> (Nacedero)

### 3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

En esta investigación se usó un Diseño Completamente al Azar con tres (3) tratamientos y cuatro (4) repeticiones, donde se implementó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$\mu$  = Parámetro, efecto medio

$\tau_i$  = Parámetro, efecto del tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = valor aleatorio, error experimental

$Y_{ij}$  = Observación en la unidad experimental

Tratamientos: A, B, C

Bloque I: A B C

Bloque II: B C A

Bloque III: C A B

Bloque IV: A B C

Figura 3.3: Organización de tratamientos y semanas de investigación

	I	II	III	IV
T0 (0%)	A	B	C	A
T2 (10%)	B	C	A	B
T3 (15%)	C	A	B	C

A, B, C: Tratamientos

Figura 3.4 Esquema del procedimiento experimental

		SEMANAS							
		I	Semana de descans	II	Semana de descans	III	Semana de descans	IV	
T	0	A	o	B	o	C	o	A	Colecta
T	2	B	o	C	o	A	o	B	Colecta

T 3	C	A	B	C
	Dos semanas de tratamient o	Dos semanas de tratamient o	Dos semanas de tratamient o	Dos semanas de tratamient o

**Figura 3.5** Esquema de distribución de ANOVA

ANOVA	
F. VARIABLE	<b>GI</b>
TRATAMIENTOS	2
ERROR EXPERIMENTAL	9
TOTAL	<b>11</b>

### 3.8 UNIDAD EXPERIMENTAL

Se consideraron tres (3) verracos mestizos fase reproductiva como unidades experimentales.

### 3.9 VARIABLES EN ESTUDIO

#### 3.9.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Inclusión de harina de Nacedero (*Trichanthera gigantea*) en la dieta de verracos mestizos en fase reproductiva con distintos niveles.

0% de harina de *Trichanthera gigantea* (nacedero)

10% de harina de *Trichanthera gigantea* (nacedero)

15% de harina de *Trichanthera gigantea* (nacedero)

#### 3.9.2 VARIABLES DEPENDIENTES

- Motilidad (%)
- Concentración (número de espermatozoides por ml)
- Vivos/Muertos (%)
- Anormalidades de cabeza (%)
- Anormalidades de cola (%)
- Gota citoplasmática medial (GCM) (%)
- Gota citoplasmática proximal (GCP) (%)
- Gota citoplasmática distal (GCD) (%)
- pH (número de 0 14 en relación a indicador colorimétrico)

### 3.10 PROCEDIMIENTO

La primera actividad consistió en seleccionar a los reproductores, utilizando tres cerdos en edad reproductiva que formaron parte del estudio. Estos cerdos tenían características similares en cuanto a edad, peso y raza, y estaban libres de enfermedades reproductivas. Los reproductores fueron recolectados una vez por semana durante un período de cuatro semanas consecutivas.

Luego, la segunda actividad se centró en añadir la harina a la dieta de los verracos, ajustando la porción según la distribución de los tratamientos. La mayoría de los ingredientes para la harina se obtuvieron en los talleres agroindustriales de la ESPAM MFL.

Para procesar la harina de nacedero, se recolectaron hojas verdes de árboles de nacedero en la parcela demostrativa de la Unidad de Docencia, Investigación y Vinculación (UDIV) del hato porcino ESPAM-MFL. Las hojas se cortaron con tijeras de poda y se pesaron con una balanza digital colgante marca Weiheng® de 50 kg. Posteriormente, se deshidrataron al sol durante las primeras horas de la mañana y se molieron con un molino de martillo industrial en los talleres agroindustriales de la ESPAM-MFL, repitiendo el proceso cada semana.

A continuación, se observó el comportamiento y se evaluó la calidad espermática. El semen se extrajo manualmente utilizando un maniquí y un vaso de recolección seminal porcina marca Minitube®. Se impregnaron secreciones vaginales de una hembra en celo o fracciones de semen de otros cerdos para aumentar la actividad sexual. Esta técnica requirió entrenamiento previo de los verracos para saltar sobre el potro (Izquierdo, 2015).

El semen se trasladó al laboratorio de la Unidad de Docencia, Investigación y Vinculación del hato porcino. Para la dilución, se colocó una gota de semen en una micropipeta y se transfirió a una microcubeta, la cual se ubicó en el Spermacure para determinar digitalmente la concentración espermática. Se utilizaron dos tipos de diluyentes: uno de larga duración (7 días) y uno de corta duración (3 días). Según Pérez y Pérez (1990) citado por León (2006), la dilución del semen aumenta el volumen total del eyaculado con la ayuda de los diluyentes.

El volumen total del semen diluido se fraccionó en 21 muestras de 50 ml cada una, las cuales se almacenaron en una cava a una temperatura de 15°C a 20°C.

A diferencia del análisis de motilidad, la concentración espermática se determinó utilizando un fotómetro marca Minitube®. Según los parámetros de la OMS, la concentración espermática debe ser de 20 millones de espermatozoides por ml, con un mínimo total de 40 millones por eyaculado. Valores inferiores a esta cifra se consideran oligozoospermia (Gómez, 2007).

El pH se midió inmediatamente después de la recolección del semen usando cintas lectoras de pH (González, 2013).

La viabilidad se determinó observando el porcentaje de células muertas en cada muestra de semen, evaluando al menos 100 células por lámina con un microscopio óptico a un aumento de 40X. El porcentaje de espermatozoides muertos se calculó en base a las células coloreadas observadas (Medina, 2007).

Para evaluar la morfología, se colocó una muestra de semen sobre un portaobjetos limpio y desengrasado, se realizó un frotis uniforme y se dejó secar. Luego, se tiñó con una solución de Eosina - Nigrosina de Barth u otras. Los espermatozoides teñidos aparecieron de color violáceo, y aquellos con acrosoma intacto mostraron un color violáceo más intenso, mientras que los espermatozoides sin acrosoma presentaron una cabeza de color homogéneo o con el tercio superior más claro.

### **3.10.1 EVALUACIÓN MACROSCÓPICA DEL SEMEN PORCINO**

La evaluación macroscópica se realizó analizando el olor, color, pH y volumen. El olor se verificó a través del sentido del olfato, comparándolo con el olor característico del semen porcino. El color se evaluó mediante observación directa durante la colecta. El pH se determinó usando tiras medidoras de pH, y el volumen total del eyaculado se midió con una balanza digital.

### **3.10.2 EVALUACIÓN MICROSCÓPICA**

Todas las muestras almacenadas fueron evaluadas cada 24 horas en el microscopio por 7 días. Se evaluó los siguientes parámetros: Vitalidad, Motilidad, Normalidad, NAR (borde apical normal), DAR (borde apical dañado) y GCP (gotacitoplasmática).

### **3.10.3 VITALIDAD Y MORTALIDAD**

Para la evaluación de la vitalidad y mortalidad espermática se necesitó de dos reactivos colorantes como es la eosina-nigrosina. Se tomó una gota de semen y se la colocó en la lámina portaobjeto más una gota de la eosina-nigrosina para realizar un frotis, dejando secar por unos minutos para después colocar la placa



en el microscopio y proceder a la evaluación.

Los espermatozoides que se encuentren teñidos por el colorante nos reflejan que están muertos, y a los que se encuentran sin teñir están vivos. Se inició con el conteo de 100 espermatozoides dispersos en la placa para tener un porcentaje.

#### **3.10.4 NORMALIDAD**

En esta evaluación se efectuó la técnica de tinción permitiendo observar en el microscopio el aspecto general de los espermatozoides y la integridad acrosómica.

#### **3.10.5 EVALUACIÓN MORFOLÓGICA**

Se tomó las placas seminales y se les añadió una gota de aceite de inmersión para poder evaluar las anomalías que se encuentran en los espermatozoides, tales como Borde apical normal (NAR), Borde Apical Dañado (DAR) y las gotas citoplasmáticas (GDP) como son: proximal, medial y distal.

#### **3.10.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Una vez que se evaluaron las variables microscópicas, se compararon con los valores normales y se calculó la media semanal. Luego, los datos se tabularon en Microsoft Excel y se analizaron utilizando estadística descriptiva y un Diseño Completamente al Azar (DCA) con el software InfoStat para realizar el análisis de varianza. Este procedimiento permitió elaborar gráficos estadísticos e interpretar los resultados, determinando los efectos de la inclusión de la harina en diferentes porcentajes.

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LOS TRATAMIENTOS DEL EFECTO RESIDUAL DE HARINA *TRICHANTHERA GIGANTEA* Y MEDIAS DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD SEMINAL**

En la tabla 4.1 se presenta los promedios de las variables de calidad seminal medidas en el estudio durante cuatro semanas, donde se fue administrado tres tratamientos (T0: tratamiento testigo, T2: 10% y T3: 15%) de harina de *Trichanthera gigantea*.

Los resultados de la motilidad se mantuvieron dentro de los rangos considerados "normales", como lo menciona Rodríguez, (2013), donde se suele considerar al menos por encima del 70%. Sin embargo, en los tres tratamientos de pH, los resultados mostraron valores por debajo del rango normal, según lo establecido por Córdoba *et al.* (2016), que fluctúa entre 7.2 y 7.5. Un pH por debajo de lo esperado indica acidez, atribuible al metabolismo glicolítico del espermatozoide, que reduce el pH intracelular y disminuye el metabolismo celular, como lo indica Estupiñán y Palacios (2016).

Al contrario de la concentración espermática, que se mantuvo dentro del rango de valores establecido por el Manual de Crianza Porcina (2008), todas las unidades mostraron valores por encima del promedio (250 spz./10<sup>6</sup>). Es importante destacar que la concentración fue muy similar en los tres tratamientos.

Las variables analizadas, que incluyen malformaciones en la cola, cabeza, y las partes proximales, medias y distales del flagelo (GCP, GCM y GCD grespectivamente), deben mantenerse en un promedio que no supere el 5%, aunque lo habitual es que no excedan el 10% (Almaguer, 2015).

**Tabla.4.1** Medias y desviación estándar de las distintas variables reproductivas por semana en los tratamientos bajo estudio.

VARIABLES	TRATAMIENTO	SEMANAS			
		I	II	III	IV
MOTILIDAD (%)	T0	76%±0,11	71%±0,21	81%±0,08	75%±0,13
	T2	72%±0,07	73,03%±0,15	75%±0,13	78%±0,10
	T3	77%±0,08	76%±0,15	75%±0,13	74%±0,14
VIVOS/ MUERTOS (%)	T0	88%±0,13	68,97%±0,19	72%±0,05	66%±0,06
	T2	75%±0,09	71%±0,27	75%±0,09	71%±0,18
	T3	72%±0,05	73%±0,028	80%±0,13	60%±0,56
PH	T0	6,3±0,56	7±0,70	7,5±0,71	6,95±0,68
	T2	6,3±0,61	7±0,77	7±0,59	6,95±0,56
	T3	6,3±0,55	6±0,60	6,67±0,58	6,95±0,35
COLA (%)	T0	17%±0,14	14%±0,06	2%±0,02	3%±0,02
	T2	7%±0,05	3%±0,02	2%±0,03	2%±0,02
	T3	10%±0,06	4%±0,04	5%±0,07	15%±0,17
CABEZA (%)	T0	5%±0,04	3%±0,03	1%±0,01	2%±0,01
	T2	5%±0,03	3%±0,02	4%±0,03	3%±0,05
	T3	4%±0,04	3%±0,03	1%±0,01	1%±0,01
GCP (%)	T0	8%±0,03	1%±0,01	0%±0,01	1%±0,01
	T2	9%±0,08	0%±0,00	2%±0,02	0%±0,00
	T3	5%±0,02	2%±0,02	1%±0,01	1%±0,02
GCM (%)	T0	5%±0,01	1%±0,02	2%±0,01	1%±0,01
	T2	6%±0,04	1%±0,01	2%±0,01	0%±0,00
	T3	5%±0,04	0%±0,00	3%±0,01	0%±0,00
GCD (%)	T0	3%±0,01	0%±0,00	0%±0,00	1%±0,01
	T2	2%±0,02	0%±0,00	1%±0,01	0%±0,00
	T3	1%±0,01	0%±0,00	1%±0,01	0%±0,00
CONCENTRACIÓN (ML)	T0	374±0,6	306±0,12	404±0,23	450±0,05
	T2	406±0,05	452± 2,7	293±0,5	282±0,016
	T3	369±0,8	439±0,7	290±0,15	275±0,09

## 4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En la tabla 4.2 se observa que el análisis de varianza realizado con un Diseño Completamente al Azar, donde se evaluó la calidad espermática como variable dependiente, en relación con los tratamientos correspondientes (T0: tratamiento testigo, T2: 10% y T3: 15% de harina de *Trichanthera gigantea*), mostró que no hubo diferencias significativas en ninguna de las variables de calidad seminal con respecto al nivel de suplementación ( $p>0,05$ ). Estos resultados indican que la inclusión de harina de *Trichanthera gigantea* en las cantidades administradas no

tuvo ningún efecto en los parámetros de fertilidad de los verracos, tal como se proyectan en las tablas 4.2, 4.3, 4.4, y 4.5.

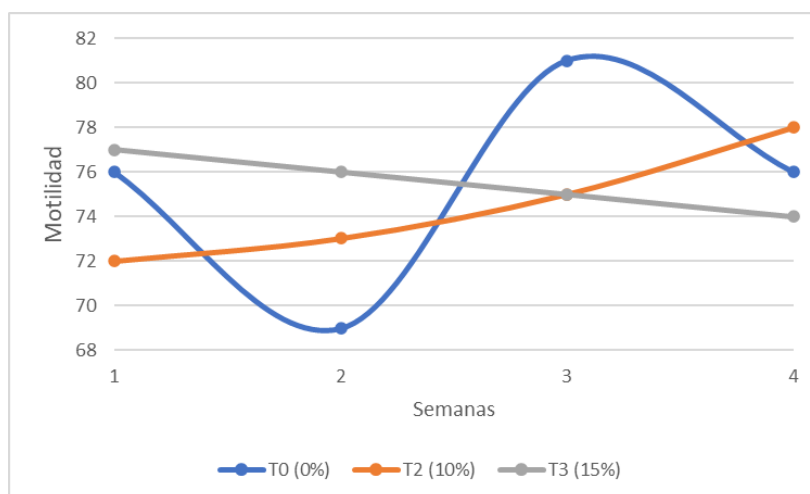
En relación con los resultados obtenidos en las tablas mencionadas, donde se demostró que no existen diferencias estadísticas, estos resultados son atribuidos a la heterogeneidad metodológica y a la falta de medición de los parámetros nutricionales de las dietas. Esto resultó en datos poco fiables. Por lo tanto, es necesario mejorar la calidad de la evidencia, ya que las dietas nutricionales no siempre son objetivas y no explican adecuadamente los mecanismos subyacentes (Akgün et al., 2023).

Como se mencionó anteriormente, medir la fertilidad en verracos mediante la suplementación de una dieta es subjetivo, ya que es un factor indirecto y poco investigado. Por otro lado, los factores que influyen directamente en la calidad seminal y alteran la fertilidad de los verracos son las condiciones medioambientales y el fotoperíodo, que son fuentes de variación importantes (Valverde, 2021). Sin embargo, la deficiencia de una dieta en edades tempranas ocasiona una reducción de la ingestión de alimento del 17 al 30%, lo que retarda la aparición de la pubertad y el desarrollo testicular. En este sentido, la edad es mucho más importante que el peso de los animales para alcanzar la pubertad (Martínez, 1998).

Los resultados de la investigación son consistentes con los encontrados por Alcívar et al. (2023), quienes observaron que la inclusión de diferentes niveles (2%, 4% y 6%) de harina de *Trichanthera gigantea* en la dieta diaria de cerdos en la fase de engorde no generó mejoras estadísticamente significativas en los parámetros productivos en comparación con el tratamiento testigo. Esto sugiere que la administración directa en el consumo diario no mejoró la productividad. En base a este resultado, se sugiere que, si la harina de *Trichanthera gigantea* no mejoró la productividad en términos de peso, es poco probable que haya mejoras a nivel reproductivo.

**Tabla 4.2** Análisis del efecto residual de harina *Trichanthera gigantea* sobre la motilidad espermática

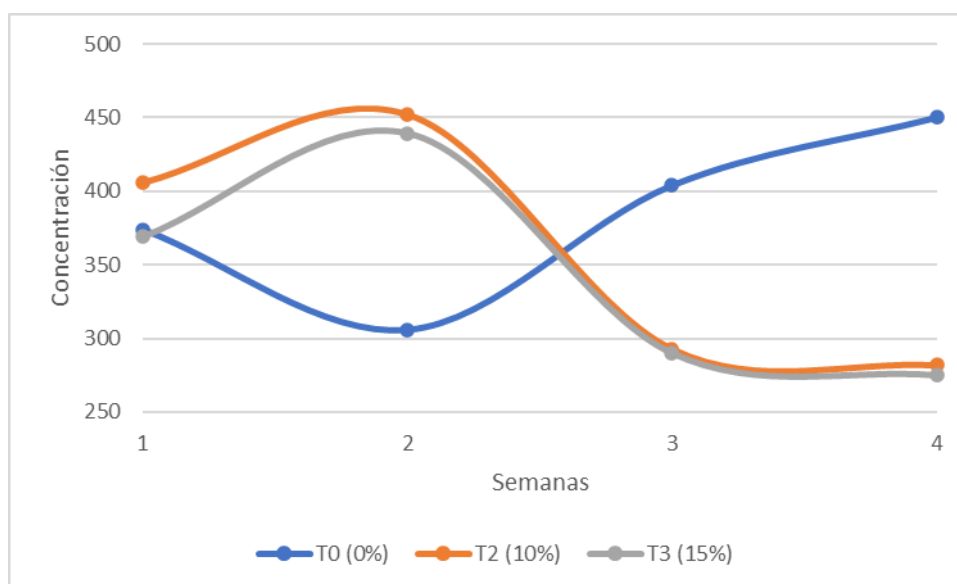
Tratamiento	SEMANAS				Media	p-Valor
	I	II	III	IV		
T0 (0%)	76%	68,97%	81%	75%	75.22%	0,889
T2 (10%)	72%	73,03%	75%	78%	74.51%	0,91
T3 (15%)	77%	76%	75%	74%	75.5%	0,741

**Figura 4.1** Gráfico del promedio semanal de la variable motilidad

Como se observa en la tabla 4.2, la media del tratamiento testigo T0 presentó un mayor promedio en comparación con los tratamientos 2 y 3, siendo este último el que mostró el menor porcentaje de motilidad en el plasma seminal. En relación con la variación de los promedios de motilidad a lo largo de las semanas, los resultados se expresaron en el figura 4.1, donde se muestra que el tratamiento 0 tuvo una variabilidad en los promedios durante el periodo de estudio. Por otro lado, el tratamiento 2 experimentó un ligero incremento en la motilidad, mientras que el tratamiento 3 mostró una disminución en el porcentaje de motilidad con el paso de las semanas, por lo que no se presenta diferencia significativa.

**Tabla 4.3** Análisis del efecto residual de harina *Trichanthera gigantea* sobre la concentración espermática

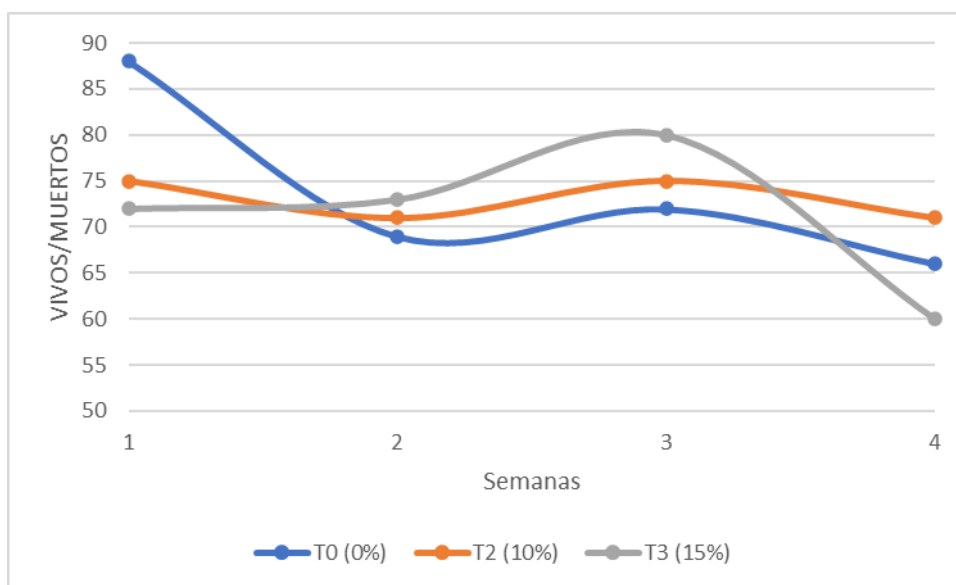
Tratamiento	SEMANAS				Media	p-Valor
	I	II	III	IV		
T0 (0%)	374	306	404	450	383,5	0,746
T2 (10%)	406	452	293	282	358,25	0,784
T3 (15%)	369	439	290	275	343,25	0,884

**Figura 4.2** Gráfico Promedio semanal de la variable concentración

En la tabla 4.3, el promedio de concentración espermática del tratamiento testigo T0 fue el más alto en comparación con los tratamientos 2 y 3, en los que se administró harina de *Trichanthera gigantea*. Además, en la figura 4.2 se puede observar que, durante las cuatro semanas de estudio, el tratamiento 0 fue el único que disminuyó inicialmente para luego incrementarse y mantenerse estable. En contraste, los tratamientos 2 y 3 mostraron una disminución gradual en la concentración espermática hasta la cuarta semana; por lo que no se presenta diferencia significativa.

**Tabla 4.4** Análisis del efecto residual de harina *Trichanthera gigantea* sobre el porcentaje de vivos/muertos espermático

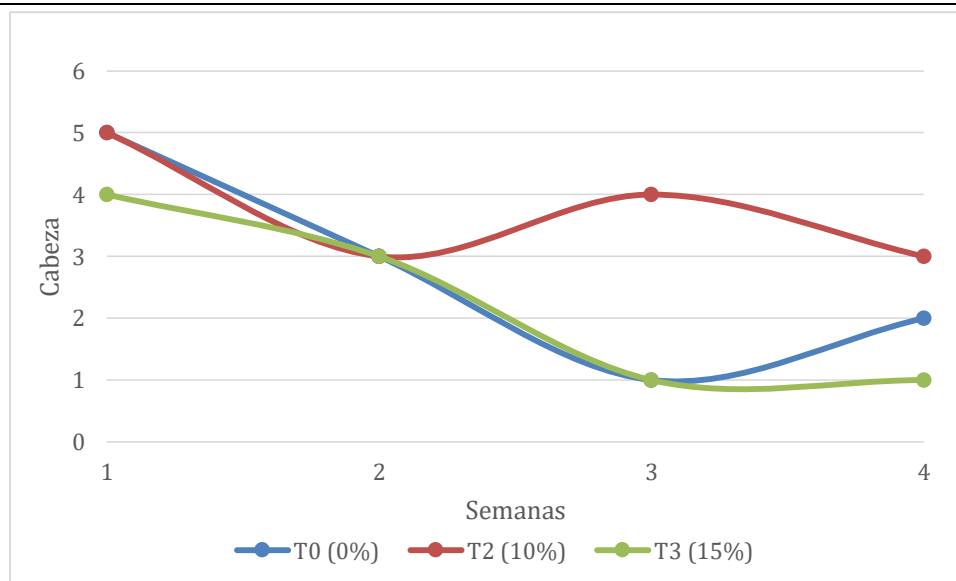
Tratamiento	SEMANAS				Media	p-Valor
	I	II	III	IV		
T0 (0%)	88%	68,97%	72%	66%	73.64%	0,893
T2 (10%)	75%	71%	75%	71%	73%	0,899
T3 (15%)	72%	73%	80%	60%	71.25%	0,839

**Figura 4.3** Gráfico del promedio semanal de la variable de vivos/muertos

Como se muestra en la Tabla 4.4, el tratamiento 0 obtuvo el mayor promedio, con una diferencia insignificante de 0.64 en comparación con el tratamiento 2. Sin embargo, esto no fue el caso con el tratamiento 3, que tuvo un valor significativamente inferior en comparación con los tratamientos anteriores. En la figura 4.3, se pueden observar los promedios a lo largo de las 4 semanas de investigación. El tratamiento 0 mostró una disminución gradual a medida que avanzaban las semanas, mientras que los tratamientos 2 y 3 se mantuvieron estables; por lo que no se presenta diferencia significativa.

**Tabla 4.5** Análisis del efecto residual de harina *Trichanthera gigantea* sobre la malformación de espermatozoides (cabeza, cola, gota citoplasmática proximal, medial y distal)

Malformaciones	Tratamientos	SEMANAS				Media	p-valor
		I	II	III	IV		
CABEZA	T0 (0%)	5%	3%	1%	2%	2.75%	0,358
	T2 (10%)	5%	3%	4%	3%	3.75%	0,357
	T3 (15%)	4%	3%	1%	1%	2.25%	0,322
COLA	T0 (0%)	17%	14%	2%	3%	9%	0,333
	T2 (10%)	7%	3%	2%	2%	3.5%	0,325
	T3 (15%)	10%	4%	5%	15%	8.5%	0,397
GCP	T0 (0%)	8%	1%	0%	1%	2.5%	0,979
	T2 (10%)	9%	0%	2%	0%	2.75%	0,98
	T3 (15%)	5%	2%	1%	1%	2.25%	0,969
GCM	T0 (0%)	5%	1%	2%	1%	2.25%	0,985
	T2 (10%)	6%	1%	2%	0%	2.25%	0,965
	T3 (15%)	5%	0%	3%	0%	2%	0,939
GCD	T0 (0%)	3%	0%	0%	1%	1%	0,798
	T2 (10%)	2%	0%	1%	0%	0.75%	0,758
	T3 (15%)	1%	0%	1%	0%	0.50%	0,733

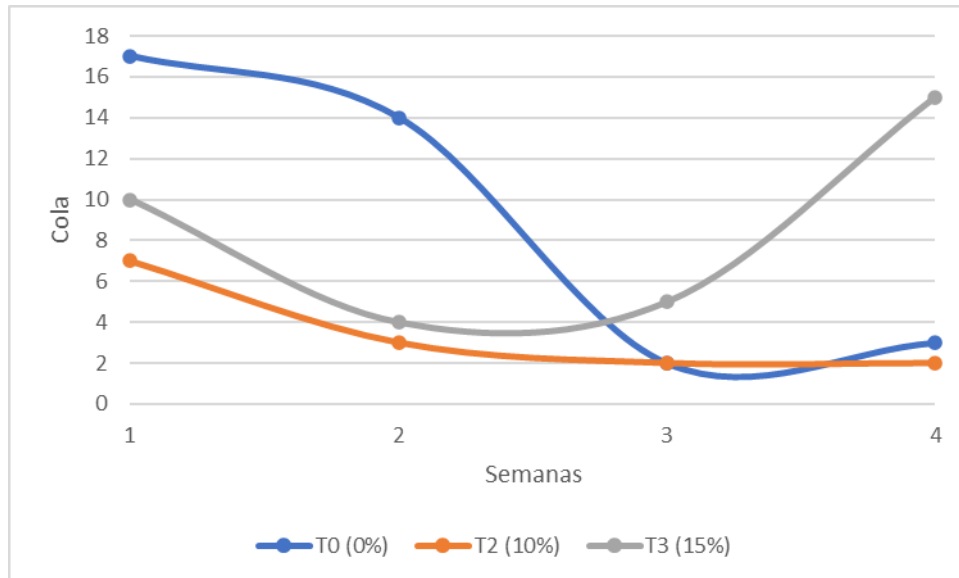


**Figura 4.4** Gráfico del promedio semanal de la variable Anormalidad de Cabeza

Las variables de malformaciones descritas en la tabla 4.5 muestran que, en la variable "cabeza", el tratamiento 2 obtuvo el mayor porcentaje, seguido del tratamiento 0, mientras que el tratamiento 3 presentó el menor porcentaje. En la figura 4.4 se puede apreciar que, durante las cuatro semanas del experimento, el tratamiento 2 experimentó una disminución inicial pero luego se mantuvo estable.

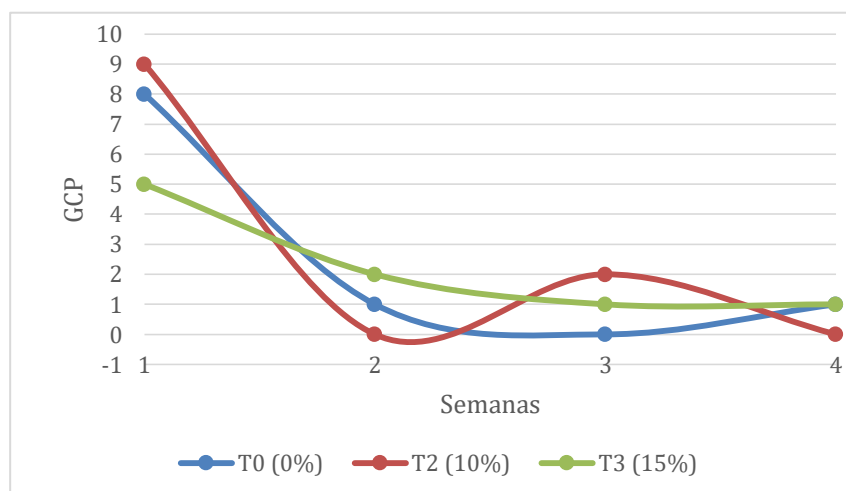


En contraste, los tratamientos 0 y 3 disminuyeron entre la segunda y tercera semana, manteniéndose en esa tendencia, observando entonces que no se presenta diferencia significativa alguna.

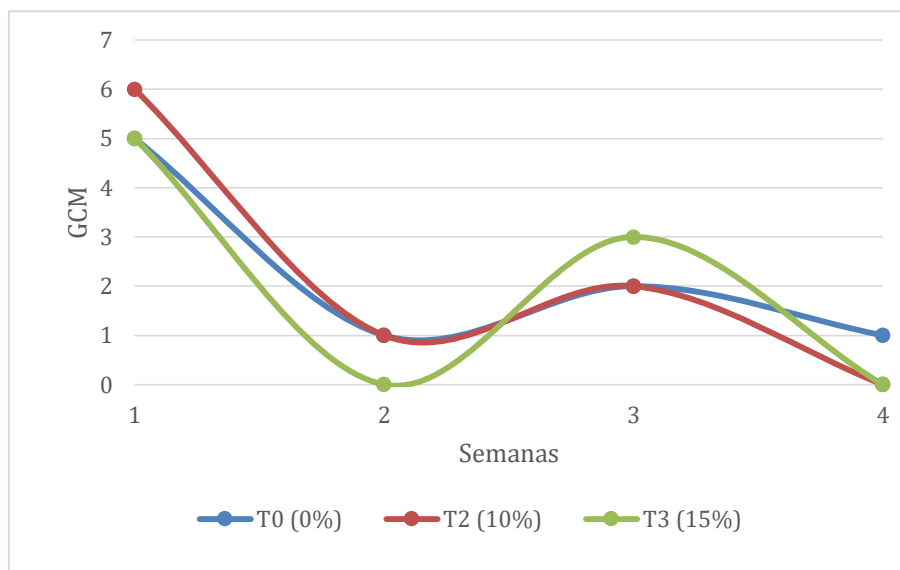


**Figura 4.5** Gráfico del promedio semanal de la variable Anormalidad de Cola

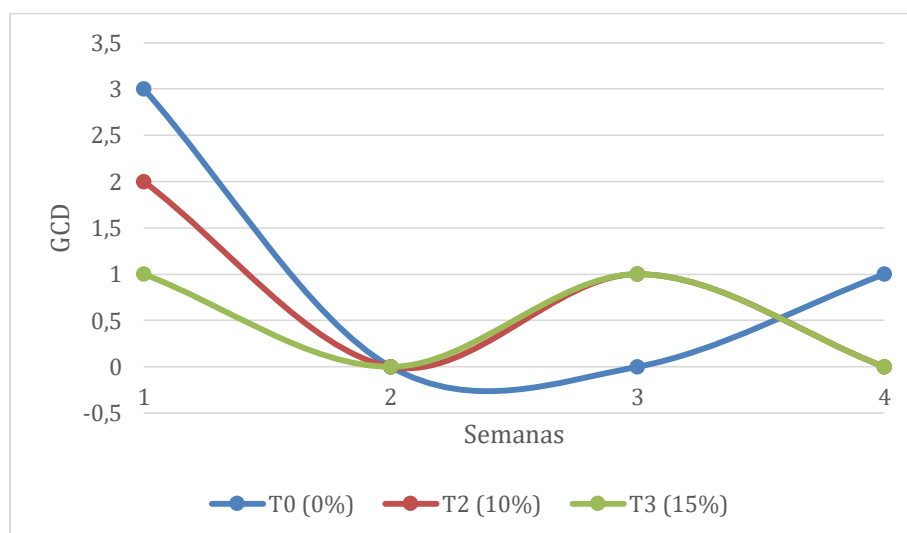
En la figura 4.5, se observa que los tratamientos 0 y 3 disminuyen en el promedio del porcentaje de malformaciones de cola, manteniéndose constantes durante las semanas de estudio. Por el contrario, el tratamiento 2 muestra un aumento en su porcentaje durante la tercera semana. Estos cambios en los promedios se presentan en la tabla 4.5.



**Figura 4.6** Gráfico del Promedio semanal de la variable Gota citoplasmática próxima



**Figura 4.7** Gráfico del promedio semanal de la variable Gota citoplasmática medial



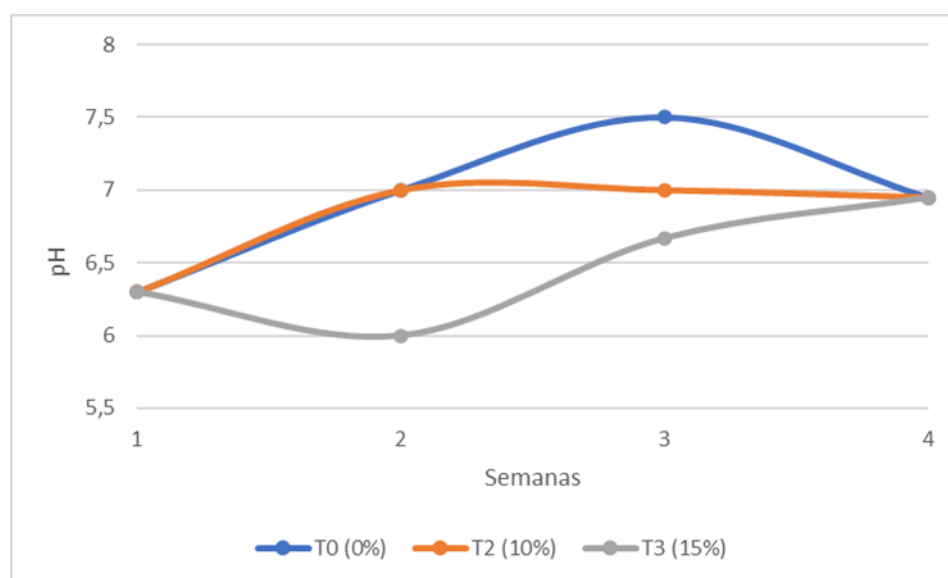
**Figura 4.8** Gráfico del promedio semanal de la variable Gota citoplasmática distal

En las figuras 4.6, 4.7 y 4.8 se muestran los promedios semanales de las variables gota citoplasmática proximal, medial y distal. En la gráfica 4.6 de la variable GCP, se observa que los tratamientos T0 y T3 siguen una misma tendencia, mientras que el tratamiento T2 muestra un ligero incremento en la tercera semana y disminuye en la cuarta. Esto no ocurre en la gráfica 4.7 de la variable GCM, donde los tres tratamientos presentan una tendencia similar: se incrementan en la segunda y tercera semana mientras que, disminuyen en la cuarta. En el gráfico 4.8, los tratamientos T2 y T3 muestran una tendencia similar, incrementándose en la segunda semana, manteniéndose en la tercera y disminuyendo en la cuarta.

En cambio, el tratamiento T0 disminuye en la primera semana y luego se incrementa ligeramente durante las tres semanas siguientes del estudio.

**Tabla 4.6** Análisis del efecto residual de harina *Trichanthera gigantea* sobre el pH espermático

Tratamiento	SEMANAS				Media	p-Valor
	I	II	III	IV		
T0 (0%)	6,3	7	7,5	6,95	6,93	0,329
T2 (10%)	6,3	7	7	6,95	6,77	0,371
T3 (15%)	6,3	6	6,67	6,95	6,32	0,345



**Figura 4.9** Gráfico del promedio semanal de la variable pH

Como se presenta en la tabla 4.4, la variable pH del tratamiento 0 fue mayor, con una media de 6.93, en comparación con los tratamientos 2 y 3. Además, la medición semanal del pH, reflejada en el gráfico 4.3, muestra que el tratamiento 0 tuvo un ligero incremento, pero disminuyó en la cuarta semana. En contraste, los tratamientos 2 y 3 mostraron un incremento en el transcurso de las semanas, manteniéndose estables. Sin embargo, a pesar de esto, el promedio de estos tratamientos no está dentro del rango normal, al igual que el tratamiento 3. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Martínez et al. (2018), quienes observaron que la suplementación dietética con *Trichanthera gigantea* puede afectar significativamente el pH seminal en cerdos, destacando la importancia de la dieta en la regulación de la calidad seminal.

# **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1 CONCLUSIONES**

La evaluación del efecto residual de *Trichanthera gigantea* en niveles de 10%, y 15% en la dieta diaria de verracos en fase de reproducción no mejora significativamente los parámetros de calidad espermática.

La mayoría de las variables de calidad seminal se mantuvieron dentro del rango normal durante las cuatro semanas evaluadas. Sin embargo, la única excepción fue el pH seminal, que se encontró por debajo de los rangos de referencia. Este desequilibrio se atribuye a un desorden en el metabolismo glicolítico del espermatozoide, el cual produce ácido láctico, disminuyendo el pH intracelular y, consecuentemente, afectando el pH general del semen.

El tratamiento testigo (T0) exhibió un mayor promedio de motilidad en comparación con los tratamientos que incluyeron harina de *Trichanthera gigantea*. Además, el tratamiento 2, que recibió un 10% de harina de nacedero, mostró un mayor promedio de malformaciones en cabeza y cola en comparación con los otros tratamientos. Por otro lado, el tratamiento 3, con un 15% de harina de nacedero, mostró un efecto intermedio en la variable de malformaciones, lo que indica que la concentración de harina de nacedero podría influir de manera variable en diferentes parámetros de calidad espermática por lo que se sugiere que la inclusión de harina de *Trichanthera gigantea* en la dieta de los animales, debe considerarse cuidadosamente la dosis y duración de la suplementación.

La presente investigación probablemente no obtuvo resultados significativos debido a que evaluar la nutrición como un factor directo que influye en la calidad espermática es muy subjetivo.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Administrar diferentes dosis de harina de *Trichanthera gigantea* en etapa temprana de crecimiento, para evaluar si existe algún efecto en el desarrollo testicular a lechones destinados para reproductores.

Realizar investigaciones adicionales que evalúen la influencia de las diferentes razas porcinas para identificar cuáles presentan mejor calidad seminal.

Se sugiere investigar la inclusión de harina de *Trichanthera gigantea* en dosis más elevadas y administradas durante un período prolongado para evaluar su eficiencia productiva medida en peso.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J. y Narcisa, J. (2018). Síndromes de dispersión de especies leñosas nativas del Centro Científico Río Palenque, Provincia de Los Ríos, Ecuador. Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil, Repositorio Institucional. <https://acortar.link/Eysuin>
- Akgün, N., Cimşit Kemahlı, M. N., y Bellver Pradas, J. (2023). El efecto de los hábitos alimentarios sobre la calidad de los ovocitos/espermatozoides. *Journal of the Turkish-German Gynecological Association*, 24(2), 125-137. <https://doi.org/10.4274/jtgga.galenos.2023.2022-7-15>
- Alcívar-Martínez, M. A., Antonio-Hurtado, E., Mendieta-Chica, H. D., & Larrea-Izurieta, C. O. (2023). Inclusión de harina de nacedero y su efecto sobre los parámetros productivos y bienestar animal en cerdos en fase de engorde. *Pol. Con.*, 8(12), 322-341. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i12.6282>
- Almaguer Pérez, Y., Font Puente, H., Rosell Pardo, R., Quirino, C. R., y Montes Torres, I. (2015). Evaluación de la calidad seminal en sementales porcinos en un Centro de Inseminación Artificial. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(5), 1-7. Veterinaria Organización. Málaga, España.
- Arronis, V. (2014). Banco forrajero de nacedero (*Trinchantera gigantea*) como opción sostenible para producción de carne y leche. *CORFOGA*. <https://acortar.link/l8ZZ0r>
- Cánova, A., Betancourt, T., y Vecino, U. (2019). Actividades de extensión agraria: Contribución a la gestión ambiental de una finca en el sector cooperativo. *Cooperativismo y Desarrollo*, 7(3), 420-434. <https://acortar.link/19jTfQ>
- Córdova, I. A., Fermín, M. H., Lajud, C. U. A., Perea, G. E., Rojas, M. F., Saltijeral, O. J. A., y Muñoz, M. C. R. (2016). Efecto del pH en la conservación del semen de verraco diluido. Departamento de Producción Agrícola y Animal, Ecodesarrollo de la Producción Animal, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Calz. Del hueso 110 Col. Villa Quietud. C.P. 04960, México, D.F.

- Cuenca, M. y Aguirre, M. (2018). Utilización de raciones suplementarias a base de quiebra barriga (*Trichanthera gigantea*) en la alimentación de vacas en producción en la quinta experimental punzara de la Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/20522>
- Duarte, J., y Rodríguez, L. (2022). Respuesta nutricional de concentrado comercial vs. Concentrado de una empresa para cerdos de engorde. *Rev. iberoam. Bioecon. Cambio clim.*, 8(15), 1855-1862. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v8i15.14308>
- Espinosa, J. (2016). Evaluación de una dieta balanceada alternativa a base de Nacedero (*Trichanthera gigantea*) para la producción de pollos de engorde en la Parroquia de Chical, comunidad de Peñas Blancas. [Tesis de Pregrado, Universidad Escuela Politécnica de Carchi]. Repositorio Institucional. <https://acortar.link/TQRPQy>
- Espinoza, J. (2017). Generalidades de la producción porcina. La mejor transformación de un cerdo en carne se logra a través de buenas prácticas pecuarias. Editorial Académica Española.
- Gélvez, L. (2017). Yatago *Trichanthera gigantea*. *Mundo Pecuario*. [https://mundopecuario.com/tema193/arboles\\_forrajeros/yatago-1088.html](https://mundopecuario.com/tema193/arboles_forrajeros/yatago-1088.html)
- Gómez, M. (2005). Efecto de la altura de corte sobre la producción de biomasa nacedero (*Trichanthera gigantea*). Cali, Colombia
- Gonzales, P. (2018). El nacedero como fuente de forraje. *Contexto Ganadero*. <https://acortar.link/aqniKS>
- Gutiérrez, O. (2020). Avances y expectativas en el almacenamiento de semen porcino. BMEditores. <https://acortar.link/CIHjHG>
- Hess, H., y Domínguez, J. (2017). Follaje de nacedero (*Trichanthera gigantea*) como suplemento en la alimentación de ovinos. *Pasturas tropicales*, 20(3). <https://acortar.link/1RbOaS>
- IIP. 2008. Manual de Procedimientos Técnicos para la Crianza Porcina. Instituto de Investigaciones Porcinas. Ediciones CIMA. La Habana
- Ionita, E. (2022). Reproductoras porcinas en Ecuador. *Revista de información veterinaria, medicina y zootécnia, especializada en los sectores de avicultura, porcicultura, rumiantes y acuicultura*. <https://acortar.link/KUqdDi>

- Izquierdo, R., Fernández, D., e Izquierdo, J. (2020). La producción porcina familiar: experiencias en la capacitación desde el Centro Universitario Municipal. *Cooperativismo y Desarrollo*, 8(2), 329-348. <https://acortar.link/jO1gwg>
- Knecht, D., Jankowska, A., y Duziński, K. (2017). The effect of age, interval collection and season on selected semen parameters and prediction of AI boars productivity. *Livestock Science*, 201, 13-21. <https://acortar.link/ZAJ2BE>
- López, A., Van, A., Arsenakis, I., y Maes, D. (2017). Boar management and semen handling factors affect the quality of boar extended semen. *Porcine Health Management*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40813-017-0062-5>
- Martínez, A. (2021). Producción y comercialización de carne de Cerdo en la comuna el Tambo, provincia de Santa Elena. [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio Institucional. <https://acortar.link/IRW7Tk>
- Martínez Gamba, R. G. (1998). Principales factores que afectan la reproducción en el cerdo. *Ciencia Veterinaria*, 8, 187. Departamento de Producción Animal: Cerdos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F.
- Medina, R., Ortiz, A., Elias, A., Álvarez, V., Brea, O. (2019). Efecto de la calabaza fermentada (Cucúrbita pepo) en los parámetros productivos y de salud en cerdos en preceba. *Ciencia y Agricultura*, 16(1), 79-91. <https://acortar.link/Z0hgEA>
- Montesdeoca, L. (2017). Análisis de los sistemas de producción porcina tradicionales en las zonas rurales de la parroquia Colonche del cantón Santa Elena, Ecuador. [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal de Quevedo]. Repositorio Institucional. <https://acortar.link/li5HYP>
- Muñoz, I., Suarez, S., Larrea, A., y Poma, J. (2020). Diagnóstico de la producción, comercialización y consumo de productos porcinos en el cantón Sacha, Orellana. *Polo conocimiento*. <https://acortar.link/VGTEQE>
- Palomo, A. (2021). Microbiota: interacción nutrición y sanidad porcina. BMEditores. <https://acortar.link/C5udFE>
- Paz, A. (2018). El yátago. <https://acortar.link/4IZ0KD>



- Peñafiel, M. (2018). Calidad seminal en reproductores porcinos de la Granja Porkrib – Santa Elena. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Bobahoyo]. Repositorio Institucional. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/5202>
- Pito, M. (2017). Utilización de diferentes niveles de harina de *Trichanthera gigantea* (nacedero) en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento-engorde. [Tesis de Pregrado, Escuela superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7175>
- Pozo, M. (2016). Plan de negocio para la asociación de porcicultores Manantial de Chanduy de la Provincia de Santa Elena. [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio Institucional. <https://acortar.link/6U4rit>
- Ratchamak, R., Vongpralub, T., Boonkum, W., Chankitisakul, V. (2019). Cryopreservation and quality assessment of boar semen collected from bulk samples. *Veterinárni Medicina*, 64(5), 209-216. <https://acortar.link/NdwDKH>
- Riascos, A.; Reyes, J. Aguirre, L. (2020). Caracterización nutritiva de arbóreas del pie de monte amazónico, departamento del Putumayo, Colombia. *Cuban J. Agric. Sci.* 54(2), 257-265. <https://acortar.link/QY5Kt8>
- Rodríguez, E., García, B., Safadi, Y., y Cartaya, S. (2021). Consumo de carne y su aporte en la proporción estándar de calorías de origen animal. El caso de las comunidades de Flavio Alfaro, Manabí, Ecuador. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, 26, 76-91. [https://doi.org/10.33936/la\\_tecnica.v0i26.4173](https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i26.4173)
- Silva, P. (2020). Principios básicos de nutrición en porcinos. *Nutrición Animal, Introducción a los Sistemas de Producción Agropecuarios* Universidad Nacional de Rosario. <https://acortar.link/iwHmWu>
- Villareal, J. (2015). Nacedero, para la producción caprina. IDIAP. <https://acortar.link/sxROfj>
- Aguero, G. (2012). Evaluación de características seminales de sementales bporcinoso mediante el analizador seminal.
- Avila, L., Madero, J., Lopez, C., Leon, M., Gomez, C., Guerrero, L. (2006). Fundamentos de la criopreservación. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 291–300.

- Blanch, E. (2007). Modificación de la membrana de los espermatozoides de verraco para mejorar su supervivencia a la crioconservación.
- Bruno, K. (2020). Studies in History and Philosophy of Science Part . Science Direct, 106-118.
- Chenoweth, P. (2005). Genetic sperm defects. Theriogenology, 457-468.
- Cíntora, I. (1 de Enero de 2021). Reproducción porcina. Obtenido de ERGOMIX: <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/reproduccion-porcina-t25977.htm>
- Conaway, B. (7 de Abril de 2014). ADAMS. Obtenido de Recorrido del semen: <https://acortar.link/hxhHHk>
- Crespo, C. C. (2020). EVALUACIÓN DE SEMEN PORCINO UTILIZANDO MEDIOS COMERCIALES DE CRIOPRESERVACIÓN, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO, ECUADOR. Instituto de Reproducción Animal Córdoba.
- Duchens, M. (1999). Examen de fertilidad para selección en cerdos en calidad reproductiva. Tecnovet .
- Erizalde, M. (2 de Julio de 2014). El Sitio porcino. Obtenido de Todo lo que siempre ha querido saber acerca del semen de un verraco: 1: <https://acortar.link/Y4REVI>
- Freneau, G. (2011). Aspectos da morfologia espermática em porco. Reproducción Animal, 160-170.
- Garcia, J. (2015). A bull breeding soundness evaluation system with greater emphasis on scrotal circumference. Scielo Brasil, 495-501.
- Gómez, R. (2007). Análisis del Espermograma. Scielo, 1690-3110.
- Gonzales, G. (Abril de 2020). ¿Cuánto dura el orgasmo del cerdo? Obtenido de DON DIARIO: <https://dondiario.com/cuanto-dura-el-orgasmo-del-cerdo>
- Hancock, J. (1952). The morphology of bulls spermatozoa. Journal of Dairy Science.
- Holy, L. (1987). Biología de la reproducción porcina: semen y sus características. Instituto Cubano del Libro, 276-292.
- Hopper, R. (2015). Porcine Reproduction. Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura. (Enero de 2019). INTAGRI. Obtenido de Nutrición y su Efecto en la Reproducción: <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/nutricion-y-su-efecto-en-la-reproduccion>

- Izquierdo, C. (Junio de 2015). Scielo. Obtenido de Obtención, evaluación y manipulación del semen de verraco en una unidad de producción mexicana: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1669-68402015000100013](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-68402015000100013)
- Martínez, H. R. (2021). Evaluación de la calidad seminal en el verraco. Obtenido de Evaluación de la aptitud reproductiva del verraco: <https://www.avparagon.com/docs/reproduccion/ponencias/21.pdf>
- Medina, V. (2007). Crioconservación de semen porcino usando un congelador programable (CL-8800) y determinación de su calidad postdescongelación por medio un sistema de análisis espermático asistido por computador (CASA). ORINOQUIA.
- Montayo, A. (2009). Espermograma. Medicina & Laboratorio: Programa, 15(3-4).
- Montero, F. S. (Octubre de 2019). Recolección del semen en cerdo. Obtenido de V Manejo del semen: <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/recoleccion-del-semen-de-cerdo.pdf>
- Noriega, F. (2017). ¿Cómo hacer una correcta obtención del semen de un verraco? Obtenido de Razas Porcinas.com: <https://acortar.link/u1tXIW>
- Páez, E. (2014). Evaluación de la aptitud reproductiva del cerdo. Ciencia y agricultura, 49-59.
- Palacio, A. (2004). Aspectos fisiológicos acerca del congelamiento de semen. Retrieved, 207–209.
- Paucar, A. (2009). Manual de prácticas de reproducción animal. México.
- Rodríguez, L. (3 de noviembre de 2020). Composición del plasma seminal: influencia en la calidad del semen. Obtenido de PorciNews: <https://porcinews.com/composicion-del-plasma-seminal-influencia-en-la-calidad-del-semen/?reload=yes>
- Valverde, A., Barquero, V., y Carvajal, V. (2021). Biotecnología aplicada al estudio de la movilidad del semen porcino. Agronomía Mesoamericana, 32(2), 662-680. <https://doi.org/10.15517/am.v32i2.40628>
- Valenzuela, J. (2009). Manual de Evaluación de Semen en Porcino.
- Veracruz, A. (2014). Aportaciones a la crioconservación de gametos masculinos porcinos: recongelación de espermatozoides.

- Zamora, F. S., Mendoza, A. A. (Octubre de 2021). Uso del forraje de nacedero *trichanthera gigantea* como fuente alternativa de alimento sostenible. Obtenido de CIGET: <https://acortar.link/PPs4bJ>
- Zavaleta, C. (1997). Evaluación de la capacidad reproductiva de los cerdos. Actualización en reproducción animal, 1-12.
- Zemjanis, R. (1981). Reproducción Animal: Diagnóstico y técnicas terapéuticas. Pacheco, 155-170.

# **ANEXOS**

## Anexo N° 1: Selección de Verracos

### Anexo 1A: Selección del primer reproductor



### Anexo 1B: Selección del segundo reproductor



### Anexo 1C: Selección del tercer reproductor



**Anexo N° 2:** Elaboración de harina de  
*Trichanthera gigantea*.



**Anexo N° 3:** Inclusión de harina en  
la alimentación









Anexo N° 6: Base de datos Excel

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data tables:

MOTILIDAD					PROMEDIO
Tratamiento	I	II	III	IV	
T0 (0%)	76%	68,97%	81%	75%	75,22%
T2 (10%)	72%	73,03%	75%	78%	74,51%
T3 (15%)	77%	76%	75%	74%	75,5%

VIVOS/MUERTOS					PROMEDIO
Tratamiento	I	II	III	IV	
T0 (0%)	88%	68,97%	72%	66%	73,64%
T2 (10%)	75%	71%	75%	71%	73%
T3 (15%)	72%	73%	80%	60%	71,25%

COLA					PROMEDIO
Tratamiento	I	II	III	IV	
T0 (0%)	6,3	7	7,5	6,95	6,9375
T2 (10%)	6,3	7	7	6,95	6,8125
T3 (15%)	6,3	6	6,67	6,95	6,48

Anexo N° 7: Diseño Completamente Al azar

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data tables:

VARIABLES	Tratamiento	SEMANAS				MEDIA
		I	II	III	IV	
MOTILEAD	T0 (0%)	76%	68,97%	81%	75%	75%
	T2 (10%)	72%	73,03%	75%	78%	75%
	T3 (15%)	77%	76%	75%	74%	75,50%
VIVOS MUERTOS	T0 (0%)	88%	68,97%	72%	66%	73,64%
	T2 (10%)	75%	71%	75%	71%	73%
	T3 (15%)	72%	73%	80%	60%	71,25%
PH	T0 (0%)	6,3	7	7,5	6,95	6,93
	T2 (10%)	6,3	7	7	6,95	6,77
	T3 (15%)	6,3	6	6,67	6,95	6,42
COLA	T0 (0%)	17%	14%	2%	3%	9%
	T2 (10%)	7%	3%	2%	2%	3,50%
	T3 (15%)	10%	4%	5%	15%	8,50%
CABEZA	T0 (0%)	5%	3%	1%	2%	3%
	T2 (10%)	5%	3%	4%	3%	3,75%
	T3 (15%)	4%	3%	1%	1%	2,25%
OCP	T0 (0%)	0%	0%	0%	0%	0%
	T2 (10%)	0%	0%	2%	0%	2,25%
	T3 (15%)	0%	2%	1%	1%	2,25%
SCM	T0 (0%)	0%	1%	2%	1%	2,25%
	T2 (10%)	0%	1%	2%	0%	2,25%

Anexo N° 8: Procesamiento de datos Infostat

Caso	TRATAMIENTO	REPETICIONES	MOJILIDAD
1	T0	I	78,00
2	T0	II	68,97
3	T0	III	81,00
4	T0	IV	78,00
5	T2	I	72,00
6	T2	II	73,02
7	T2	III	75,00
8	T2	IV	78,00
9	T3	I	77,00
10	T3	II	78,00
11	T3	III	75,00
12	T3	IV	74,00

Anexo N° 9: Resultados InfoStat

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> A<sub>j</sub> CV  
COLA 12 0,22 0,04 77,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (sc tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	74,00	2	37,00	1,24	0,3338
TRATAMIENTO	74,00	2	37,00	1,24	0,3338
Error	268,00	9	29,78		
Total	342,00	11			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,77327

Error: 29,7778 gl: 9	F.E.
TRATAMIENTO Medias n	4 2,73 A
T2	8,50 4 2,73 A
T3	9,00 4 2,73 A
T0	

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