

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA

**“EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE TANINOS
DEL SORGO (*Sorghum bicolor*)
HÍBRIDOS ORO BLANCO Y SR 360
SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES
Y EL NIVEL DE NITRÓGENO FECAL
EN CERDOS EN DESARROLLO”.**

DAVID ESTUARDO GARCÍA-MANZO VALDEZ

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA

**“EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE TANINOS
DEL SORGO (*Sorghum bicolor*)
HÍBRIDOS ORO BLANCO Y SR 360
SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES
Y EL NIVEL DE NITRÓGENO FECAL
EN CERDOS EN DESARROLLO”.**

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

DAVID ESTUARDO GARCÍA-MANZO VALDEZ

PREVIO A CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO ZOOTECNISTA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2006

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO: Lic. Zoot. Marco Vinicio De la Rosa M.

SECRETARIO: Dr. M.V. Marco Vinicio García Urbina

VOCAL I: Dr. M.V. Yeri Edgardo Véliz Porras

VOCAL II: Dr. M.V. Freddy Rolando González Guerrero

VOCAL III: Dr. M.V. Edgar Bailey Vargas

VOCAL IV: Br. Yadyra Rocío Pérez Flores

VOCAL V: Br. José Abraham Ramírez Chang

ASESORES

PhD. Ricardo Bressani Castignoli

Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas

Lic. Zoot. Enrique Corzantes

Dr. M.V. Hugo Pérez Noriega

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los estatutos
de la Universidad de San Carlos de Guatemala
presento a consideración de ustedes el trabajo de tesis titulado:

**“EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE TANINOS
DEL SORGO (*Sorghum bicolor*)
HÍBRIDOS ORO BLANCO Y SR 360
SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES
Y EL NIVEL DE NITRÓGENO FECAL
EN CERDOS EN DESARROLLO”.**

Que fuera aprobado por la Junta Directiva
de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
previo a optar al título profesional de

LICENCIADO ZOOTECNISTA

Reflexión

Describir este momento en particular es igual de difícil que explicar el por qué de la existencia. Un sin fin de situaciones que han dado como resultado el instante en que agradezco a TODOS AQUELLOS por quienes la vida me ha sonreído, por quienes cada vivencia tiene un sello particular grabado en la memoria, cuya reminiscencia será por siempre la causa precisa de mi sonrisa y de mi quietud. Un largo camino concluye hoy, así como otros no menos gratos y de más exigencia se abren ante las puertas de mi destino. Y por ello quiero celebrar esta magnífica transición en compañía de TODOS AQUELLOS que han sido y que son, estructura medular de mis sentimientos. Gracias por estar aquí conmigo. Gracias por el triunfo cuyo anhelo acompañaron hasta el fin.

“No soy un hombre que sabe.

He sido un hombre que busca y lo soy aún;

pero no busco ya en las estrellas ni en los libros:

comienzo a escuchar las enseñanzas que mi sangre murmura en mí.”

Hermann Hesse

ACTO QUE DEDICO

A Dios:

Abstracción de mi mundo espiritual, bondad infinita, idea contenida en el reposo de un alma que agradece como desde siempre, le has mostrado el lado luminoso de la vida.

A mis padres

Ricardo García-Manzo y Ana Leticia Valdez de García-Manzo:

¡POR SER LOS ÁNGELES CUSTODIOS DE MI CAMINO!. Por la imposibilidad de agradecerles en su justa dimensión todo el amor, la ternura y el sacrificio entregados, por ser la esencia de un hogar donde la palabra cariño cobra vida entre sus rostros, por ser mi ejemplo de lucha, constancia y alegría. Por ser la melodía cuyo nombre llevaré por siempre unido al corazón.

A mi hermana

Ana Cristina García de Campos:

Por ser el murmullo de mi sangre que me habla de cariño, de sonrisa y bendición. Por esa complicidad que nos une, por los muchos recuerdos a tu lado que devienen fortaleza ante la lejanía y la adversidad. Porque sos y serás por siempre, la encarnación de ese magnífico poema que nunca pude escribirte.

A mi querida Pita Pita, a la familia Walter Véliz y a todos mis primos: Por estar siempre cerca de nosotros, por esos momentos que en familia hemos compartido y que permanecerán indeleblemente en mí.

A mi novia Ingrid Zulema Escobar

y a mis amigos Claudia Hernández y Víctor Cojulún:

Pour être le soutien, le sourire et le sentiment dans le cadre de la plus belle amitié.

Merci toujours à vous pour être près de moi.

A todos los miembros de las promociones 2002 y 2003 de la Escuela de Zootecnia:

En especial a mis amigos Mildred Recinos, Zaira Murillo, Ingrid Orellana, María Mercedes Clavería, José Ruiz Set, Fredy Izaguirre, Derek Lee Foster y David Girón. Por el lugar especial que le brindaron a su amigo Milhouse, quien siempre los recordará con el mayor de los cariños.

A todas mis amigas: Por irradiar sobre mí ese hábito que entraña lo más bello del mundo femenino:

Thelma Johana Rodas

Cristina Mazul

Sofía Rizzo de Reyes

Margarita Pérez de Juárez

Carla del Rosario Barrios

María Gabriela Salles

Mildred Rebeca Recinos

Mildred Lorena Rodríguez

Jenny Contreras Castillo

A Wicho: Por esos días en que no sabíamos qué queríamos de la vida, y que sin embargo serán por siempre los más memorables.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de San Carlos de Guatemala: Por ser mi Alma Mater, y a la **Escuela de Zootecnia**, por la formación que de ella recibí.

A mis asesores, por la ayuda fundamental que me brindaron en la realización de este trabajo, y en especial, al **Lic. Miguel Ángel Rodenas**, por la confianza de apoyarme en los momentos en que más lo necesité.

A todo el personal docente y administrativo del Nivel Introdutorio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia: por la grata amistad y la sonrisa que me brindaron desde el primer momento.

A todos aquellos cuyo nombre omito en estos momentos de alegría, y que de una u otra forma contribuyeron a mi superación académica y personal. Sepan perdonar este olvido que algún día Dios compensará en sus corazones.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	HIPÓTESIS	2
III.	OBJETIVOS	3
	3.1 General	3
	3.2 Específico	3
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
	4.1 Taninos	4
	4.2 Sorgos híbridos Oro Blanco y SR 360	6
	4.3 Análisis de Weende	7
	4.4 Determinación Cuantitativa de Polifenoles	7
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	9
	5.1 Localización	9
	5.2 Materiales y Equipo	9
	5.3 Tratamientos	9
	5.4 Variables	11
	5.5 Análisis Estadístico	12
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
	6.1 Composición proximal y polifenoles	13
	6.2 Nivel de excreción de nitrógeno fecal	14
	6.3 Digestibilidad de la materia seca	15
	6.4 Composición de las heces y Digestibilidad	17
VII.	CONCLUSIONES	19
VIII.	RECOMENDACIONES	20
IX.	RESUMEN	21

X.	BIBLIOGRAFÍA	22
XI.	ANEXOS	26
11.1	Cuadro 6	27
11.2	Cuadro 7	27
11.3	Cuadro 8	28
11.4	Cuadro 9	28
11.5	Cuadro 10	29
11.6	Cuadro 11	29
11.7	Cuadro 12	29
11.8	Gráfica 1	30
11.9	Gráfica 2	30
11.10	Valores obtenidos en la prueba T de Student	31

ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS

Tabla 1:	Distribución en la Primera Fase del Primer Período.	10
Tabla 2:	Distribución en la Segunda Fase del Primer Período	10
Tabla 3:	Distribución en la Primera Fase del Segundo Período	11
Tabla 4:	Distribución en la Segunda Fase del Segundo Período	11
Cuadro 1:	Composición Proximal y Análisis de Taninos de las muestras de sorgo híbridos Oro Blanco y SR360	14
Cuadro 2:	Excreción fecal de Nitrógeno / tratamiento	15
Cuadro 3:	Digestibilidad de la Materia Seca para los Tratamientos (%)	16
Cuadro 4:	Composición Proximal de las heces / Tratamiento (%)	18
Cuadro 5:	Promedio de Digestibilidad por Tratamiento (%)	18

I. INTRODUCCIÓN

La alimentación constituye uno de los pilares fundamentales de la producción animal, por lo que se hace necesaria la investigación enfocada hacia la obtención de datos que permitan establecer no sólo el tipo de alimento adecuado para una determinada especie, sino también los posibles efectos nutricionales que pueda tener su utilización, ya sea que el mismo sea ofrecido como alimento único o como parte de una ración establecida. Esto se traduce en información que ayude al productor a minimizar las pérdidas ocasionadas por una indebida transformación de alimentos por parte de los animales durante su período de desarrollo y crecimiento.

Actualmente en Guatemala el sorgo es un cultivo que ha ganado un importante lugar dentro de la producción agrícola del país, sin embargo, se han realizado pocos estudios que ayuden a establecer el efecto de determinados factores que se encuentran presentes en la composición del sorgo, los cuales podrían afectar de una u otra forma el aprovechamiento de los nutrientes por parte del animal. Uno de estos factores lo constituye el grupo de los taninos, los cuales son compuestos fenólicos que se producen en diversas partes de las plantas tales como corteza, frutos, hojas, raíces y semillas. En nutrición a los taninos se les considera sustancias antinutritivas, ya que en elevadas concentraciones pueden limitar la absorción de algunos nutrientes, como es el caso del hierro. En el caso de las proteínas, su absorción se ve impedida debido a que los taninos son capaces de combinarse con ellas dificultando dicha absorción. En base a esto, el presente trabajo de investigación pretende determinar el efecto negativo que pueden llegar a ocasionar estos compuestos fenólicos presentes en el sorgo, estableciendo así un parámetro de referencia a través del cual puedan definirse las proporciones adecuadas de dicha materia prima en una ración determinada.

II. HIPÓTESIS:

La concentración de taninos presente en el sorgo híbrido SR 360 comparado con el híbrido Oro Blanco, afecta la Digestibilidad de nutrientes y la excreción de Nitrógeno fecal en cerdos en desarrollo.

III. OBJETIVOS:

General

- 3.1 Establecer el efecto de los factores antinutricionales presentes en la composición de los alimentos para animales.

Específico

- 3.2 Establecer el nivel de limitación nutricional que pueda tener la concentración de taninos en el híbrido de sorgo SR 360 comparado con el híbrido Oro Blanco, sobre el porcentaje de Digestibilidad de nutrientes y excreción de Nitrógeno fecal en cerdos en desarrollo.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Taninos:

Los taninos son compuestos polifenólicos de gusto muy amargo que se dividen en Hidrolizables y Condensados. Producen sequedad en la mucosa bucal al ingerirlos conociéndose esto como astringencia. Entre las principales propiedades benéficas de los taninos en las plantas podemos mencionar la protección que le confieren a éstas contra los depredadores debido a la astringencia, así como el tratamiento de heridas, úlceras, hemorroides, además de poseer propiedades antibacterianas y antioxidantes. (Jerez, 2005)

Los taninos son compuestos que se oxidan al contacto con el aire, son inodoros y de sabor agrio, solubles en agua, alcohol y acetona. Desde el punto de vista biológico los taninos son sustancias complejas producidas por las especies vegetales que cumplen funciones antisépticas o de conservación. (Procymaf, 2006)

Los taninos son compuestos fenólicos concentrados en las partes externas de los granos que afectan la calidad nutricional del sorgo, reducen el valor biológico y la palatabilidad, aumentan la excreción de nitrógeno fecal y precipitan las proteínas. Son compuestos de sabor áspero y amargo que suelen acumularse en las raíces y cortezas de plantas y frutos, y están también presentes en sus hojas, aunque en menor proporción. (Martínez, 1979)

A los taninos también se les considera sustancias antinutritivas, ya que en elevadas concentraciones pueden limitar la absorción de algunos nutrientes como el hierro, formando complejos insolubles en agua que no pueden ser absorbidos en el epitelio intestinal, limitando así el máximo aprovechamiento del alimento. (Valder, 1989).

Asimismo la unión de los taninos con las proteínas y la posterior coagulación interfieren en su digestibilidad reduciendo la absorción de ciertos minerales. En dosis muy elevadas, más de un 5% de contenido en los alimentos o más de 100 mg. diarios, puede resultar tóxico ya que pueden provocar alguna alteración digestiva, como dolor de estómago, diarrea y falta de apetito, lo cual puede deberse también al crecimiento de la flora intestinal normal. (Rodríguez, 2006)

Por otra parte, los taninos pueden tener un efecto negativo no sólo sobre la absorción de las proteínas, sino también sobre la acción de algunas enzimas encargadas de la degradación de estas mismas proteínas (Jaramillo, 2005)

En el intestino delgado las enzimas digestivas permiten aprovechar los nutrientes. Dichas enzimas degradan las proteínas y los glúcidos en aminoácidos y glucosa u otros monosacáridos, respectivamente. Los taninos, sin embargo, interfieren en este proceso uniéndose a las enzimas no permitiendo realizar el proceso anterior. Se ha comprobado que animales alimentados con sorgo muy rico en taninos carecen de 30 a 50 % de su peso ideal a que si hubiesen sido alimentados con otros granos desprovistos de este componente. (Montiel, 1999)

Los taninos del sorgo reducen la digestibilidad y la eficiencia de utilización de los nutrientes de un 3 a un 15 %. Varios estudios hechos en ratas, pollos y ganado vacuno han demostrado que un tanino elevado en la dieta perjudica la digestibilidad de la proteína y de los carbohidratos y reduce el crecimiento, la eficiencia de los piensos, la Energía Metabolizable y la biodisponibilidad de aminoácidos. Algunos de los efectos antinutricionales del sorgo de elevado contenido de tanino pueden deberse a flavonoides de poco peso molecular que son fácilmente absorbidos inhibiendo la utilización metabólica de los alimentos digeridos y absorbidos. (Rojas, 2004)

4.2 Sorgo híbridos Oro Blanco y SR 360:

Existen diferentes variedades de sorgo de acuerdo a la cantidad de taninos que contengan. Se clasifican en bajo, medio y alto contenido. Existen los llamados sorgos blancos con muy poca cantidad de taninos y las variedades resistentes a los pájaros con altas cantidades. (Cejudo, 1990)

El sorgo es originario del África donde es alimento humano y también para los animales. El sorgo rojo (entre los cuales podemos contar con el híbrido SR 360) puede llegar a ocasionar algunas limitaciones nutricionales en algunas especies animales como las aves. Esto se debe a la composición de taninos y fenoles presentes en el sorgo rojo. El híbrido Oro Blanco es un sorgo creado con la finalidad de hacerlo más digerible, tanto en los humanos como en los animales. No están presentes las sustancias que impiden una buena digestión (taninos y polifenoles) y por su buen sabor y palatabilidad se recomienda en la nutrición animal. (Cereceres, 1989)

Actualmente el sorgo blanco ocupa el quinto lugar a escala mundial respecto a área cosechada, lo cual representa más de 47 millones de hectáreas comprometidas con la siembra del cultivo. El grano puede presentar diferentes coloraciones en dependencia de la variedad: crema, rosado, blanco, rojo y otros. El blanco tiene más posibilidades de explotación que el rojo, pues este último presenta mayor concentración de taninos. (FAO, 2002)

Sorgo blanco: Su pericarpio es de color blanco o translúcido (opaco, perlado, tisa) e incluye sorgos blancos que contengan manchas que no cubran más del 25% del grano. Los colores más comunes son el blanco y el pardo. El grano de sorgo con testa contiene taninos en diversas proporciones según la variedad. Según las estimaciones de producción de 1990 hechas por la FAO, la producción total de sorgo blanco en el mundo fue de 58 millones de toneladas, lo que representó un descenso respecto de los 60 millones de toneladas en el año 1989 y los 62 millones de toneladas en 1988. (FAO, 1997)

4.3 Análisis de Weende:

Existen métodos químicos directos que permiten establecer la riqueza de los alimentos en muchos de los nutrientes que precisan los animales. El análisis inmediato representa probablemente el esquema químico utilizado más frecuentemente para describir a los alimentos, a pesar de que la información que proporciona puede ser en muchos casos de una significación nutritiva incierta, o incluso puede ser errónea. (Bondi, 1988)

Este esquema de análisis fue ideado por investigadores de la Estación Experimental de Weende (Alemania). Según el mismo, los alimentos se dividen en seis fracciones: Agua, Extracto libre de nitrógeno, Extracto Etéreo, Proteína bruta, Fibra bruta, Cenizas. Cuando un químico lleva a cabo un análisis standard de un alimento determinado, procede a la determinación química de cinco de estos principios inmediatos. La suma de la fibra bruta y del extracto libre de nitrógeno representa el total de hidratos de carbono del alimento. Este sistema de descripción reúne a diversas sustancias que poseen algunas características químicas comunes. No es, como se ha supuesto erróneamente algunas veces, un análisis de los nutrientes del alimento. Cada uno de los componentes, excepto el agua, representa una combinación de sustancias, algunas de las cuales son nutrientes o combinaciones de nutrientes y otras carecen totalmente de valor nutritivo para el animal. (Crampton, 1989)

4.4 Determinación Cuantitativa de Polifenoles:

Prueba de laboratorio hecha a través de un espectrofotómetro de 500 nm. Los reactivos que se necesitan para dicha prueba son: Vanilina, Catecolamina, metanol y HCl en una concentración de 8% Normal. Estas reacciones pueden ser detectadas por un cambio de color con una absorción máxima de 500 nanómetros. En el sorgo, un número de compuestos distintos de los taninos condensados pueden dar una reacción positiva, pero además de eso, no todos los taninos condensados pueden ser extraídos y analizados. (McLaughlin, 1987)

En los últimos años, en los que ha sido posible el aislamiento y determinación estructural de muchos tipos de taninos, ha aumentado la investigación de sus actividades biológicas en base a las diferencias estructurales presentes. Dichas actividades dependen en muchos casos de los tipos de taninos y concentraciones empleadas; esto nos indica la necesidad de su identificación de análisis estructural, como paso previo a la investigación de sus posibles aplicaciones. Para el análisis cuantitativo de taninos se han propuesto muchos procedimientos, algunos de aplicación general y otros aplicables a casos particulares. Dentro de los primeros existen tres que pueden considerarse como clásicos: el método de KMnO_4 y añil o de Löwenlhal, el método de Denis-Folin y el de butanol-HCl. Se han reportado métodos más recientes en los que se hace uso de la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), ya que en algunos métodos también se determinan los no-taninos en los extractos y se obtienen porcentajes que no reflejan el verdadero contenido de taninos. (Fernández, 2006)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización: El presente trabajo de investigación se realizó dentro de las instalaciones del Hospital Veterinario de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicado a 1,500 m.s.n.m, con temperaturas entre 10 a 27 °C y una humedad relativa de 79%. Según De La Cruz el área se clasifica como una zona de vida “bosque húmedo montano bajo subtropical”.

5.2 Materiales y equipo

Para la realización del presente trabajo de investigación, se utilizaron los siguientes materiales:

- * 6 jaulas metabólicas
- * 6 cerdos (*Landrace x PIC*) en etapa de desarrollo, con peso y edades similares
- * Accesorios de plástico y cáñamo para la recolección separada de heces y orina
- * 150 Kg. de sorgo rojo híbrido SR 360 y 150 Kg. de sorgo híbrido Oro Blanco
- * Fichas de control
- * Equipo de laboratorio necesario para la conservación y realización de los análisis bromatológicos

5.3 Tratamientos.

Para la realización de la fase experimental del presente estudio, se procedió a dividir la misma en dos períodos, cada uno de los cuales se enfocó hacia la evaluación de dos tratamientos distintos a través del método de *recambio* (intercambio de dos dietas en diferentes proporciones para un mismo grupo de animales, por lo que dicho grupo también fue dividido en dos subgrupos, destinándosele a cada uno ambas dietas evaluadas en diferente período). Se utilizaron un total de 6 cerdos machos (*Landrace x Pic*) en etapa de desarrollo con edades y pesos similares, los cuales fueron colocados en sus respectivas jaulas metabólicas.

Se realizó una evaluación previa durante los primeros días de su confinamiento a fin de determinar su nivel de adaptación a las condiciones de restricción de alimento y de movilidad. Cada unidad experimental recibió 1,600 gramos del tratamiento asignado, dividido en dos raciones diarias de 800 gramos cada una. Previo a la evaluación de cada tratamiento se llevó a cabo un período de adaptación de diez días para acostumbrar a los animales a la nueva dieta, lapso durante el cual no se procedió a la recolección de ninguna muestra para evaluación. Al final de dicho período de adaptación (a partir del onceavo día) se procedió a la recolección de las muestras de heces (una muestra / animal / día durante siete días). Posteriormente se procedió a la homogenización del total de muestras /animal/ período para obtener una sola muestra representativa de cada unidad experimental para su respectivo análisis bromatológico. Asimismo durante el período de recolección de cada fase se procedió al pesaje de las muestras, datos que posteriormente sirvieron para calcular el porcentaje de digestibilidad del alimento evaluado a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Digestibilidad: } \frac{\text{Total alimento ingerido} - \text{Total alimento excretado}}{\text{Total alimento ingerido}} \times 100$$

Tabla 1 Distribución en la Primera Fase del Primer Período

Tratamiento 1 100% H. SR360	Tratamiento 2 100% H. Oro Blanco
Cerdo 1	Cerdo 4
Cerdo 2	Cerdo 5
Cerdo 3	Cerdo 6

Tabla 2 Distribución en la Segunda Fase del Primer Período

Tratamiento 2 100% H. Oro Blanco	Tratamiento 1 100% H. SR 360
Cerdo 1	Cerdo 4
Cerdo 2	Cerdo 5
Cerdo 3	Cerdo 6

Tabla 3 Distribución de la Primera Fase en el Segundo Período

Tratamiento 3	Tratamiento 4
67% Oro Blanco y 33% H. SR 360	67% SR 360 y 33 Oro Blanco
Cerdo 1	Cerdo 4
Cerdo 2	Cerdo 5
Cerdo 3	Cerdo 6

Tabla 4 Distribución de la Segunda Fase en el Segundo Período

Tratamiento 4	Tratamiento 3
67%SR 360 y 33%Oro Blanco	67% Oro Blanco y 33% SR 360
Cerdo 1	Cerdo 4
Cerdo 2	Cerdo 5
Cerdo 3	Cerdo 6

5.4 Variables.

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- Nivel de excreción de Nitrógeno fecal expresado en gramos de materia seca de las heces / tratamiento
- Porcentaje de Digestibilidad / tratamiento
- Análisis Químico Proximal de las heces / tratamiento
- Análisis Químico Proximal de sorgo híbrido SR360 y sorgo híbrido Oro Blanco
- Determinación del nivel de taninos en ambos híbridos de sorgo expresado en mg. de Catequina / 100 g. de muestra

5.4 Análisis Estadístico

Para el análisis de los resultados obtenidos en el presente estudio, se procedió a la utilización de la prueba T de Student para dos muestras independientes, comparándose así los dos tratamientos que constituyeron cada una de las dos fases experimentales. El procedimiento se aplicó a las siguientes variables:

- * Peso en gramos de excreción de Nitrógeno fecal / tratamiento
- * Porcentaje de Digestibilidad de la Materia Seca / tratamiento
- * Composición Proximal de las heces / tratamiento
- * Porcentaje de Digestibilidad de cada nutriente / tratamiento.

$$T_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$S = \sqrt{\frac{Sc^2}{n_1} + \frac{Sc^2}{n_2}}$$

Donde

Tc: valor estadístico de la prueba T de Student

X1: valor promedio del grupo No.1

X2: valor promedio del grupo No.2

S: Desviación de la diferencia de las medias

Sc²: Sumatoria de cuadrados

n₁: No. individuos del grupo No.1

n₂: No. individuos del grupo No.2

(Melgar, M. 1989).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La recolección de datos se llevó a cabo a lo largo de la fase experimental completa, clasificándose éstos de acuerdo al tratamiento y al período de evaluación al que pertenecían. Dicha información se ordenó y analizó de la siguiente manera:

6.1 Composición Proximal y Polifenoles

Se comprobó que ambos híbridos poseen una composición proximal similar, a excepción de los componentes Materia Seca y Fibra Cruda, los cuales se presentaron en una concentración menor en el híbrido Oro Blanco (cuadro1). El análisis de taninos en las muestras de sorgo evaluadas se realizó a través de una Determinación Cuantitativa de Polifenoles. Las respectivas lecturas en el espectrofotómetro indicaron que el híbrido SR360 posee el doble de concentración de taninos que el híbrido Oro Blanco. Dichas concentraciones difieren de las obtenidas por Udayasekhara Rao y Deosthale (1988), quienes determinaron que las variedades blancas de sorgo no tenían taninos detectables mientras que en las variedades pardas el contenido de taninos oscilaba de 351 a 2,392 mg. de catecolamina por 100 g. de muestra. Estas diferencias se deben posiblemente a la variedad de híbridos evaluados así como a las distintas condiciones en que fueron producidos, por lo que se hace necesario tomar en cuenta los factores intrínsecos (genotipo del cultivar) y los extrínsecos (manejo agronómico) que pueden llegar a influir en el cultivo, determinando no sólo la concentración de taninos sino otros aspectos tales como la cantidad de la proteína del grano y la disponibilidad de aminoácidos. Al respecto Jaramillo et al.(1993), resaltan la importancia de la evaluación química de distintos lotes de sorgo destinados a la elaboración de alimentos balanceados para monogástricos, debido a la dificultad para el establecimiento de un patrón estable y representativo de los aportes de nutrientes de este cereal.

Cuadro 1. Composición Proximal y Concentración de Taninos de las muestras de sorgo híbridos Oro Blanco y SR360

Muestra	MS	Cenizas	EE	FC	PC	ELN	Taninos*
Oro Blanco	19.35	1.59	3.9	21.59	10.34	58.35	68
SR 360	28.24	1.42	2.52	28.64	9.64	54.14	128

* Concentración de Taninos expresada en mg. de Catequina / 100 g. de muestra

6.2 Nivel de excreción de Nitrógeno fecal

Al analizar los datos obtenidos en el cuadro 2, no se detectaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) tanto entre los tratamientos I y II como entre los tratamientos III y IV, presentándose una media general de 9.36 gramos de Nitrógeno fecal/ tratamiento en Base Seca. Al respecto Shahkhalili et al. (1990) indica que un exceso de taninos en la dieta causa un aumento en la excreción del nitrógeno endógeno, glucosaminas y mucoproteínas en las heces fecales. Asimismo Tanguy et al. (1990) también afirman que los complejos tanino- proteína son los responsables de un incremento en la excreción fecal de nitrógeno, lo cual implica un retraso en el ritmo de crecimiento y en la producción.

En este punto, llama mucho la atención los resultados obtenidos en este estudio, sin embargo se ha de tomar en cuenta que las referencias bibliográficas aquí citadas no son opinión uniforme y general de la comunidad científica en relación al efecto negativo de los taninos en nutrición, ya que existen criterios divididos al respecto.

Así lo afirman Leinmuller et al. (2000) al descubrir que, a pesar haber una disminución en la digestibilidad aparente del nitrógeno, su retención no siempre disminuye con el aumento de taninos en la dieta. En muchos casos el incremento en la retención de nitrógeno tiene como resultado una disminución en la excreción urinaria.

Por su lado, también Cumming (1985) y Kaitho et al. (1997) afirman que una dieta con taninos en bajas concentraciones aumenta la eficiencia en la digestión del nitrógeno, mientras que Wangorn (1990) afirma que la unión de taninos a las proteínas puede prevenir el timpanismo en rumiantes así como ejercer un control sobre la cantidad de parásitos indeseables para el buen funcionamiento del rumen.

Por último, también se ha de tomar en cuenta la posibilidad de que los dos híbridos de sorgo evaluados hayan sido sometidos a un proceso de desecación previo a su molienda y comercialización, lo cual reduciría considerablemente la solubilidad de los taninos, y por ende, la propiedad química de formar complejos con las proteínas.

Cuadro 2. Excreción fecal de Nitrógeno / tratamiento

N ^o . Tratamiento	Excreción promedio en grs.
I	219.2
II	220.01
III	225.31
IV	223.06

6.3 Digestibilidad de la Materia Seca

Al analizar los datos obtenidos en el cuadro 3 aplicando el respectivo análisis estadístico, no se detectaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$). Los datos en mención resultaron contradictorios con todo lo investigado sobre el sorgo rojo hasta el momento, ya que el tratamiento que incluía al híbrido SR 360 (tratamiento 2) como único ingrediente en la dieta resultó ser el que mejor digestibilidad de la materia seca presentó.

Dichos resultados no concuerdan con lo propuesto por Ward (1993) quien indica en sus investigaciones que dietas que contienen solamente sorgo como ingrediente energético principal reduce considerablemente la digestibilidad ideal de la Materia Seca. Pasinato et al. (2003) realizaron estudios en rumiantes (no así en monogástricos) demostrando que si el grano de sorgo es sometido a diferentes tipos de procesamiento (secado, molienda) la absorción de materia seca se ve afectada considerablemente. Dicho argumento ya se analizó anteriormente como una posible explicación de los resultados obtenidos en los niveles de excreción fecal, sin embargo, si bien es cierto que los valores obtenidos son aceptables, es necesario tomar en cuenta también un factor determinante para la correcta absorción de la Materia Seca en el grano de sorgo: el tamaño de partícula en la molienda del grano. Se ha demostrado que entre más fina sea dicha partícula mejor absorción se obtiene de todos los nutrientes en general.

En este caso en particular, la partícula de ambos sorgos utilizados en el presente estudio no era totalmente fina, hecho que podría haber influenciado en la correcta absorción de la Materia Seca. Por otra parte, considerando el análisis químico proximal de ambos híbridos, observamos que el híbrido SR360 posee una mayor proporción de Materia Seca en comparación al híbrido Oro Blanco, factor que puede haber influenciado en el mejor desempeño del híbrido de sorgo rojo en el presente estudio.

Cuadro 3. Digestibilidad de la Materia Seca para los distintos Tratamientos (%)

No. Tratamiento	Digestibilidad
I	85.16
II	86.35
III	83.94
IV	82.07

6.4 Composición de las heces y Digestibilidad

Al realizar el análisis estadístico de los resultados agrupados en el cuadro 4, se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) en la composición proximal de las heces recolectadas durante los cuatro tratamientos. Por otra parte, al realizar el cálculo de Digestibilidad para los nutrientes se encontraron variaciones considerables entre tratamientos (estadísticamente no significativas), hecho que puede ser atribuido tanto a la variabilidad de la respuesta animal como a la mayor concentración de taninos del híbrido SR360. Asimismo la digestibilidad de los componentes Fibra Cruda y Proteína Cruda se vio más afectada en el tratamiento IV, en el cual fue predominante el híbrido SR 360 dentro de la ración.

Esto corrobora los resultados obtenidos por D'Alessandro (1999) quien en evaluaciones similares no encontró diferencias significativas para la Proteína Cruda, Energía Digestible y Energía Metabólica. Por otra parte, Estevez et al. (1993), al evaluar la digestibilidad de nutrientes en cerdos alimentados con diferentes tipos de sorgo, determinó que el pasaje de proteína bruta a proteína digestible fue menos eficiente en los tratamientos con alto contenido de taninos, ya que éstos actúan de inmediato en el tracto digestivo inhibiendo en parte el metabolismo de las proteínas. Investigaciones realizadas por Rostango (1972) han demostrado que un tanino elevado en la dieta perjudica la digestibilidad de la proteína y la biodisponibilidad de aminoácidos.

Asimismo, investigaciones similares realizadas por Acurero et al. (1991) evidenciaron que los valores promedio en el porcentaje de digestibilidad aparente de la Materia Seca, Proteína y Fibra fueron respectivamente de 90, 63 y 50. Dichos resultados, al compararlos con los obtenidos en este estudio (85, 55 y 79) evidencian una diferencia poco considerable (a excepción de la Fibra), hecho que ayuda a corroborar no sólo cifras sino también posibles explicaciones de las mismas.

Sin embargo, existen otros estudios que llaman la atención al respecto como los realizados por Burrit et al. (1987), ya que afirman que los animales

monogástricos crean condiciones para dietas ricas en taninos, incrementando el tamaño de las glándulas salivares para producir más proteínas ricas en prolina, las cuales tienen gran afinidad por los taninos, constituyendo así la primera línea de defensa contra tales compuestos presentes en el sorgo. Si esto es así, resulta evidente que a pesar de la producción de dichas proteínas, no siempre se producen en las proporciones adecuadas que incidan en una mayor protección contra el efecto negativo de los taninos sobre la absorción de los nutrientes en general.

Cuadro 4. Composición Proximal de las heces / Tratamiento (%)

Trat.	MS	Cenizas	EE	FC	PC	ELN
I	29.35	12.70	14.90	15.65	25.63	28.45
II	26.64	12.82	16.01	20.64	26.06	21.67
III	25.42	11.89	14.66	15.30	35.62	23.67
IV	27.42	12.32	15.23	20.20	25.61	25.38

Cuadro 5. Promedio de Digestibilidad de cada nutriente por Tratamiento (%)

Componente	Trat. 1	Trat.2	Trat.3	Trat.4
MS	85.16	86.35	83.94	82.07
Cen	36.23	44.34	36.12	42.85
EE	45.51	59.45	49.51	41.34
FC	86.74	92.61	77.31	59.77
PC	63.57	58.92	57.01	44.19
ELN	92.78	94.93	81.21	81.69

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se llevó a cabo el presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

1. Los mayores niveles de taninos contenidos en el híbrido de sorgo SR360 comparados con los encontrados en el híbrido Oro Blanco, no demostraron tener mayor repercusión sobre el nivel de excreción de Nitrógeno fecal ni sobre la composición de las heces, pero sí una influencia biológicamente considerable sobre el porcentaje de Digestibilidad de los nutrientes evaluados.
2. Los Tratamientos sorgo 100% híbrido Oro Blanco y sorgo 100% híbrido SR360 favorecen un mejor desempeño fisiológico de los animales evaluados, ya que se detectó un mejor aprovechamiento de los nutrientes al ofrecer los híbridos evaluados sin mezclas, en comparación a las limitaciones encontradas al ser ofrecidos en sus respectivas combinaciones.

VIII. RECOMENDACIONES

1. En base a los resultados del presente estudio, se recomienda evaluar diferentes niveles de inclusión de los sorgos híbridos Oro Blanco y SR360 en dietas para cerdos en desarrollo, y poder así determinar la ración idónea que no afecte el aprovechamiento de ninguno de los componentes nutritivos del alimento.
2. Se recomienda la evaluación de diferentes niveles de inclusión del sorgo híbrido SR360 en las dietas de cerdos en desarrollo, con el fin de determinar valores aceptables de Digestibilidad de los nutrientes en combinaciones que sean económicamente viables.

IX. RESUMEN

Se utilizaron seis cerdos (Landrace x Pic) en etapa de desarrollo como unidades experimentales para la evaluación del impacto nutricional de los híbridos de sorgo Oro Blanco y SR 360, enfocándose en la excreción de Nitrógeno fecal y el Porcentaje de Digestibilidad de nutrientes. A los seis cerdos en estudio se les dividió en dos grupos de tres cerdos cada uno, aplicándosele a cada grupo un tratamiento diferente a través del método de *recambio*.

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes: **Tratamiento 1** (100% sorgo híbrido SR 360 para los primeros tres cerdos y 100% híbrido Oro Blanco para los restantes tres). **Tratamiento 2** (100% sorgo híbrido Oro Blanco para los primeros tres cerdos y 100% híbrido SR 360 para los restantes tres). **Tratamiento 3** (67% híbrido Oro Blanco y 33% híbrido SR 360 para los primeros tres cerdos y 67% híbrido SR 360 y 33% híbrido Oro Blanco para los restantes tres). **Tratamiento 4** (67% híbrido SR 360 y 33% híbrido Oro Blanco para los primeros tres cerdos y 67% híbrido Oro Blanco y 33% híbrido SR 360 para los restantes tres).

Los resultados se analizaron a través de la prueba T de Student para dos muestras independientes. Los resultados indicaron que no existe una variación considerable en la composición proximal de ambos híbridos. Asimismo la composición de las muestras de heces presentaron variaciones estadísticamente no significativas sobre la excreción de Nitrógeno fecal, evidenciando también la limitación nutricional que puede existir al ofrecer ambos híbridos combinados dentro de una ración, en comparación a su ofrecimiento como ingrediente único. Asimismo se encontró variación estadísticamente no significativa (pero biológicamente considerable) en los porcentajes de Digestibilidad de nutrientes obtenidos para cada tratamiento, siendo los componentes Proteína Cruda, Fibra Cruda y Materia Seca los más afectados en su respectiva digestibilidad.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. **Acurero et al.** 1991. Evaluación del efecto de la concentración de taninos de dos variedades de sorgo sobre el rendimiento productivo en cerdos en etapa de crecimiento y desarrollo. (en línea). Consultado 12 septiembre 2005. Disponible en: www.sian.info.ve
2. **Bondi, A.A.** 1988. Nutrición Animal. España, Acribia. 546p.
3. **Cejudo, H. Ortega, M.L. Iruegas, A. Ortiz J.** 1990. Estudio de metodologías físicas, determinación de taninos y actividad de la enzima catecol-oxidasa en granos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) utilizados para alimentación. Revista Agro ciencia No.37. Edición del Colegio de Posgraduados de Chapingo. México. 78p.
4. **Cereceres, J. Valdivia, R. Sánchez, E.** 1989. Algunos aspectos bioquímicos y fisiológicos de la germinación del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en la panícula. Revista Agrociencia. Edición del Colegio de Posgraduados de Chapingo No.54. México. 78p.
5. **Crampton, J.A.** 1988. Nutrición Animal. 2da. Ed. México, McGraw-Hill. 709p.
6. **Cruz S., JR. De La.** 1982. Clasificación de Zonas de vida de Guatemala a nivel de Reconocimiento, según el Sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal 42 p.
7. **Cumming.** 1985. Artículo: Efecto de los taninos condensados sobre la digestibilidad de los nutrientes. (en línea). Consultado 22 jul. 2005. Disponible en: www.semarnat.gob.mx

- 8. D'Alessandro, J.** 1999. Evaluación del efecto de la concentración de taninos de dos variedades de sorgo sobre el rendimiento productivo en cerdos en terminación. (en línea). Consultado 15 jul. 2005. Disponible en: www.sian.info.ve
- 9. Esteves, R.** 1989. Discusión de proyecto: Evaluación de dos ensayos con cerdos en crecimiento y engorde, utilizando como única fuente energética sorgos con diferentes tenores de taninos en las dietas. (en línea). Consultado 18 jul. 2005. Disponible en www.ceniap.gov.ve
- 10. FAO** (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2002. Cosecha y escasez de alimentos. Departamento económico y social. América central en línea. Consultado el 2 de mayo de 2005. Disponible en www.fao.org
- 11. FAO** (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1997. Artículo científico: Efecto de la concentración de taninos sobre la utilización de la energía y de la proteína en dietas de cerdos con sorgo. Traducción libre. *Journal of Animal Science*. 16p.
- 12. Fernández, W.** 2006. Artículo: Caesalpinia o Caesalpinia Tinctoria. (en línea). Consultado 2 de febrero 2006. Disponible en www.taninos.tripod.com
- 13. Jaramillo, M.** 1995. Evaluación de tres cultivares de sorgo altos en taninos sobre el rendimiento productivo de aves de engorde (en línea). Consultado 3 jul. 2005. Disponible en: www.ceniap.gov.ve
- 14. Jerez, H.** 2005. Artículo: ¿Qué son los taninos? (en línea). Consultado 7 jun. 2005. Disponible en www.botanical-online.com
- 15. Kaitho et al.** 1997. Artículo: Nutrición en monogástricos (en línea). Consultado 2 agosto 2005. Disponible en: www.inta.gov.ar

- 16. Leinmuller, L.** 2000. Artículo: Efecto de los taninos condensados sobre la degradabilidad ruminal del grano de sorgo. (en línea). Consultado 2 agosto 2005. Disponible en: www.inta.gov.ar
- 17. Maynard, LA.** 1993. Nutrición Animal. Trad. Alonso Ortega Said. 7 ed. México, McGraw-Hill. 640p.
- 18. Melgar, M.** 1989. Pruebas de hipótesis paramétricas y no paramétricas más usadas. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Area tecnológica, subarea Métodos de cuantificación e investigación. Métodos estadísticos. (Tratado del curso de “Métodos estadísticos para docentes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad de San Carlos de Guatemala) P.27
- 10. McLaughlin, J. Moussa, O. Kirleis, A. Clark, J.** 1987. Manual de Laboratorio para análisis de calidad de sorgo en África Occidental. Traducción libre. 45p.
- 20. Montiel, M.** 1999. Efecto de los taninos condensados sobre la degradabilidad ruminal del grano de sorgo en vacunos. (en línea). Consultado 22 jul. 2005. Disponible en: www.inta.gov.ar
- 21. Pasinato et al.** 2003. Artículo: Viabilidad de la utilización del sorgo rojo como ingrediente principal en dietas para monogástricos (en línea). Consultado 5 de marzo 2006. Disponible en www.taninosnutricion.edu.mx
- 22. Procymaf.** 2006. Artículo: Especies con usos no maderables en bosques de encino, pino y pino-encino en los Estados de Chihuahua, Durango, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. (en línea) Consultado el 16 marzo 2006. Disponible en: www.semarnat.gob.mx
- 23. Rodríguez, E.** 2006 Artículo: Los taninos en la dieta. (en línea). Consultado 3 de marzo 2006. Disponible en: www.directoalpaladar.com

- 24. Rojas, M.** 2004. Evaluación de tres cultivares de sorgo altos en taninos sobre el rendimiento productivo de aves de engorde (en línea). Consultado 3 jul. 2005. Disponible en: www.ceniap.gov.ve
- 25. Shahkhalili, J.** 1990 . Artículo: Posibles efectos nutricionales del sorgo (en línea). Consultado 2 mayo 2005. Disponible en: www.agro.caeroso.edu.ug
- 26. Tanguy, R.** 1990 . Artículo: Posibles efectos nutricionales del sorgo (en línea). Consultado 2 mayo 2005. Disponible en: www.agro.caeroso.edu.ug
- 27. Ward, J.** 1993 . Efecto de la inclusión de sorgo como ingrediente único sobre el rendimiento de cerdos en engorde. (en línea). Consultado 2 mayo 2005. Disponible en: www.agro.unlpam.edu.ar
- 28. Wangorn** 1990. Artículo: Nutrición en monogástricos (en línea). Consultado 22 jul. 2005. Disponible en: www.inta.gov.ar
- 29. Udayasekhara Rao y Deosthale.** 1988. Artículo: Determinación de la aplicabilidad de sorgo en cerdos en desarrollo. (en línea) Consultado 24 feb. de 2006. Disponible en www.nutricionparatodos.edu.ug
- 30. Valder, I.** 1989. Artículo: Determinación de la aplicabilidad del sorgo. (en línea) Consultado 14 enero de 2006. Disponible en www.consumer.es

X. ANEXOS

**Cuadro 6: Análisis Químico Proximal
de las heces / animal / para el Tratamiento 1**

Cerdo	MSP	MST	Cenizas	EE	FC	PC
1	28.97	93.22	12.7	14.9	15.65	25.63
2	33.15	93.54	11.65	14.28	16.54	23.64
3	33.15	92.29	13.06	14.37	15.64	21.67
4	26.74	94.21	14.25	12.05	12.13	25.85
5	29.64	90.54	12.67	16.84	12.67	26.67
6	32.58	94.21	11.4	19.54	18.58	27.34

**Cuadro 7: Análisis Químico Proximal
de las heces / animal / para el Tratamiento 2**

No. Cerdo	MSP	MST	Cenizas	EE	FC	PC
1	29.26	91.54	12.82	16.01	20.64	26.05
2	26.14	90.32	11.95	15.64	21.54	26.55
3	28.64	91.58	12.21	18.24	14.7	26.44
4	31.58	90.58	13.61	15.34	21.64	24.85
5	23.46	91.54	12.85	14.67	23.67	26.75
6	29.54	93.25	12.68	18.55	21.67	27.39

**Cuadro 8: Análisis Químico Proximal
de las heces / animal / para el Tratamiento 3**

No. Cerdo	MSP	MST	Cenizas	EE	FC	PC
1	17.54	94.68	11.89	14.66	15.8	25.62
2	34.15	92.29	11.72	17.22	19.35	27.69
3	32.26	92.29	12.09	14.35	17.23	24.25
4	26.74	92.2	12.13	12.48	12.13	25.75
5	28.63	91.54	11.8	17.18	12.95	26.14
6	33.86	92.67	11.4	14.14	18.58	26.25

**Cuadro 9: Análisis Químico Proximal
de las heces / animal / para el Tratamiento 4**

No. Cerdo	MSP	MST	Cenizas	EE	FC	PC
1	35.85	91.21	12.32	15.23	20.2	25.85
2	25.81	90.46	11.23	14.15	22.81	26.3
3	28.73	90.63	12.22	18.64	14.75	26.35
4	32.46	90.78	12.65	16.96	21.56	25.78
5	23.46	91.57	13.01	13.78	23.05	25.94
6	29.4	92.16	13.64	14.6	20.36	25.42

Cuadro 10:
Promedio de peso de heces en gramos de Materia Fresca /
Tratamiento/cerdo

No.Cerdo	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
1	356	321	380	316
2	387	314	301	312
3	251	264	362	288
4	301	331	309	324
5	332	312	354	342
6	258	278	242	258

Cuadro 11:
Promedio de peso de heces en gramos de Materia Seca
/ Tratamiento/cerdo

No.Cerdo	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
1	165.38	152.39	79.16	44.83
2	178.69	155.64	71.16	64.33
3	170.36	162.87	59.56	61.33
4	89.55	91.42	101.66	85.66
5	84.38	73.33	109.59	65.54
6	78.61	67.81	97.33	45.92

Cuadro 12:
Promedio del % de Digestibilidad /cerdo/tratamiento

No.Cerdo	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
1	77.2	79.21	76.34	80.2
2	75.11	80.34	81.23	80.5
3	84.30	83.57	77.23	82.61
4	81.2	79.33	80.61	79.71
5	84.38	73.39	77.57	78.42
6	83.8	82.65	84.91	83.71

Gráfico 1 Distribución de la concentración de taninos para la calibración del Espectrofotómetro en el híbrido de sorgo SR360

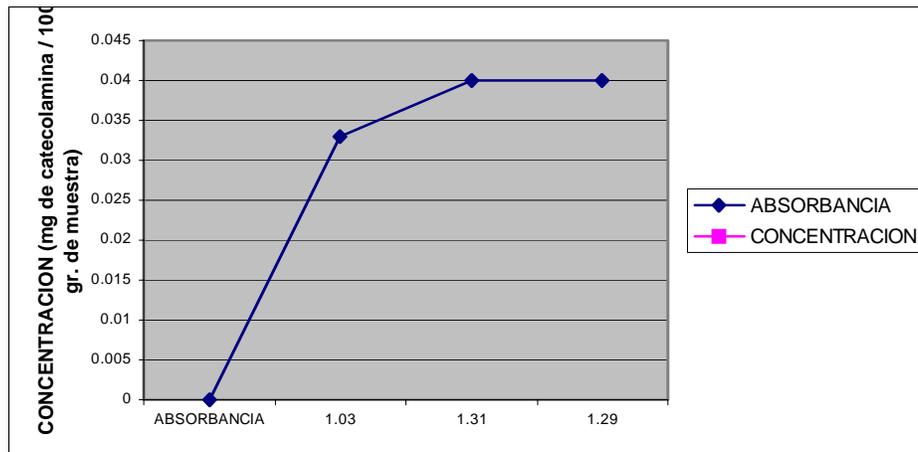
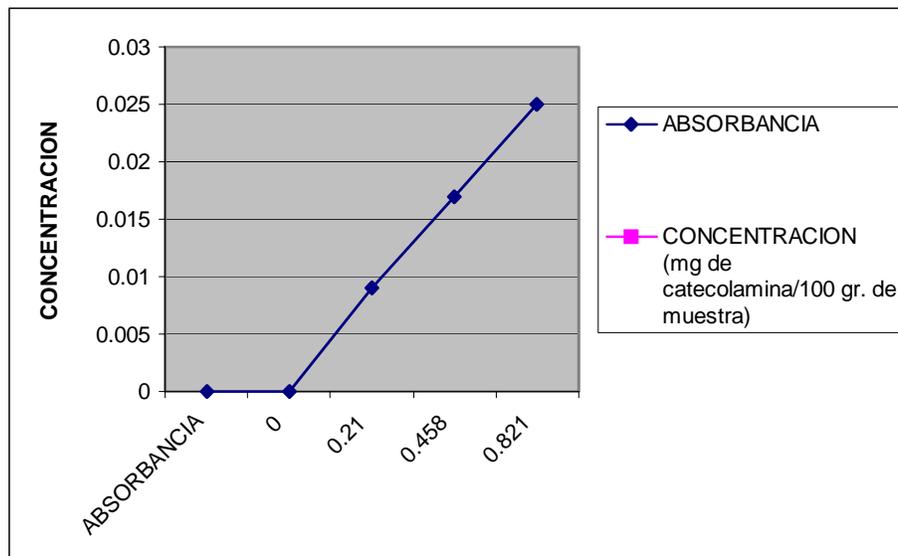


Gráfico 2 Distribución de la concentración de taninos para la calibración del Espectrofotómetro en el híbrido sorgo Oro Blanco



**VALORES OBTENIDOS EN LA PRUEBA T DE STUDENT
PARA CADA UNA DE LAS VARIABLES EVALUADAS**

Variable 1: Excreción fecal de nitrógeno por tratamiento

T 1

Media 36.5333 Desv. Típica 2.0156

T 2

Media 36.7500 Desv. Típica 1.4937

Estadístico de contraste -0.2116

p-valor 0.8367

T 3

Media 37.2500 Desv. Típica 2.2546

T 4

Media 37.2500 Desv. Típica 2.1211

Estadístico de contraste 0.0000

p-valor 1.0000

Variable 2: Porcentaje de Digestibilidad de Materia Seca por tratamiento

T 1

Media 85.1000 Desv. Típica 1.7216

T 2

Media 86.3833 Desv. Típica 1.6117

Estadístico de contraste -1.3329

p-valor 0.2121

T 3

Media 83.8833 Desv. Típica 1.6092

T 4

Media 82.6167 Desv. Típica 1.0400

Estadístico de contraste 1.6193

p-valor 0.1365

Variable 3: Porcentaje de Digestibilidad de cada componente proximal por tratamiento

T 1
Media 68.2833 Desv. Típica 23.6197

T 2
Media 72.7333 Desv. Típica 21.2023

Estadístico de contraste -0.3434

p-valor 0.7384

T 3
Media 64.1667 Desv. Típica 19.5255

T 4
Media 58.5833 Desv. Típica 19.1674

Estadístico de contraste 0.4998

p-valor 0.6280

Variable 4: Composición bromatológica de las heces por tratamiento

T 1
Media 21.0833 Desv. Típica 7.4837

T 2
Media 20.6000 Desv. Típica 5.4435

Estadístico de contraste 0.1279

p-valor 0.9007

T 3
Media 21.0500 Desv. Típica 8.9147

T 4
Media 21.0000 Desv. Típica 6.1738

Estadístico de contraste 0.0113

p-valor 0.9912