

**Efecto de la movilización de las estructuras de
sombra y bebederos sobre la cobertura
vegetal de Centeno (*Secale cereale*) y Ryegrass
(*Lolium multiflorum*) en pastoreo con cerdos
de engorde**

Juan Carlos Guevara González

Zamorano, Honduras

Marzo, 2011

**Efecto de la movilización de las estructuras de
sombra y bebederos sobre la cobertura
vegetal de Centeno (*Secale cereale*) y Ryegrass
(*Lolium multiflorum*) en pastoreo con cerdos
de engorde**

Juan Carlos Guevara González

Zamorano, Honduras

Marzo, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Efecto de la movilización de las estructuras de
sombra y bebederos sobre la cobertura
vegetal de Centeno (*Secale cereale*) y Ryegrass
(*Lolium multiflorum*) en pastoreo con cerdos
de engorde**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Juan Carlos Guevara González

Zamorano, Honduras
Marzo, 2011

RESUMEN

Guevara, J. 2010. Efecto de la movilización de las estructuras de sombra y bebederos sobre la cobertura vegetal de Centeno (*Secale cereale*) y Ryegrass (*Lolium multiflorum*) en pastoreo con cerdos de engorde. Goldsboro Carolina del Norte, USA. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 27p.

En Goldsboro Carolina del Norte, durante doce semanas, se evaluó el efecto de la movilización de las estructuras de sombra, bebederos y comederos (Fijas (F) o Movimientos semanales (M)), en los porcentajes de Cobertura Vegetal (CV) y Suelo Desnudo (SD) de un pastizal mixto de Centeno (*Secale cereale*) y Ryegrass (*Lolium multiflorum*), manejado en pastoreo continuo con cerdos Yorkshire x Duroc (25.96 ± 0.49 y 99.87 ± 1.54 kg/animal peso inicial y final, respectivamente). La carga empleada fue equivalente a 74 cerdos/ha. Las parcelas control se manejaron sin porcinos (C). Las parcelas tuvieron una superficie de $1,618\text{m}^2$. El diseño experimental fue un bloque completamente al azar con tres repeticiones. Para el análisis estadístico se emplearon los procedimientos PROC MIXED y PROC GLM de SAS 9.13. Las parcelas C presentaron 21.88% más CV que las parcelas manejadas con los porcinos F y M, entre las cuales no se detectaron diferencias. El área con SD fue 2.91 veces más en las parcelas con porcinos F y M en comparación con C. El peso inicial ($p=0.0002$) y la condición sexual ($p < 0.0001$) afectaron la ganancia de peso de los animales, superando en un 12.97%. los machos castrados a las hembras. El consumo de alimento (2.48 ± 0.09 kg/animal/día) no estuvo influenciado por los tratamientos. Se concluye que la movilización de las estructuras de sombra y bebederos no afecta la cobertura vegetal, el porcentaje de suelo desnudo de praderas mixtas de Centeno y Ryegrass, la ganancia de peso ni el consumo de alimento de los cerdos en pastoreo.

Palabras clave: Cobertura vegetal, Ganancia de peso, Cerdos de engorde en pastoreo, Suelo desnudo

ABSTRACT

Guevara, J. 2010. Effect of shade structures and waters mobilization over the vegetation cover of Rye (*Secale cereale*) and Ryegrass (*Lolium multiflorum*) under grazing of fattening pigs. Goldsboro North Carolina, USA. Graduation Project Program in Agricultural Engineering, Escuela Agricola Panamericana, Zamorano. Honduras. 27p.

In Goldsboro North Carolina, the effect of the mobilization of shade and drinking structures, (Stationary (S) or weekly movements (M)), on vegetation cover (VC) and bare soil (BS) of a rye and ryegrass mixed pasture was evaluated during twelve weeks. The pasture was managed under a continuous grazing system with Duroc x Yorkshire pigs (25.96 ± 0.49 and 99.87 ± 1.54 kg / animal initial and final weight, respectively). The plots had an area of 1.618 m^2 . The stocking rate used was equivalent to 74 pigs/ha. Control (C) plots were managed without pigs. The experimental design used was a complete randomized block with three replications. PROC MIXED and PROC GLM (SAS 9.13) were used for statistical analysis. C Plots had 21.88% more VC than paddocks handled with pigs (S and M), among which there was no difference. The BS area was 2.9 times higher in plots with pigs (S and M) compared to C. The initial weight ($p = 0.0002$) and sexual condition ($p < 0.0001$) affected weight gain of animals. Castrated males showed 12.97% higher weight gain than females. Feed intake (2.48 ± 0.09 kg/animal/day) was not influenced by the treatments. It was concluded that the mobilization of shade and drinking structures does not affect vegetation cover, bare soil, weight gain or feed intake of pigs managed in a rye and ryegrass pasture.

Keywords: Bare soil, Fattening pigs on pasture, Vegetation cover, Weight gain.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	v
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	vi
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
4 CONCLUSIONES.....	15
5 RECOMENDACIONES.....	16
6 LITERATURA CITADA.....	17
7 ANEXOS	20

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro		Página
1.	Cobertura vegetal (%) en parcelas de Centeno y Ryegrass pastoreadas con porcinos bajo diferentes manejos de las estructuras de sombra y agua	8
2.	Suelo desnudo (%) en parcelas mixtas de Centeno y Ryegrass pastoreadas con cerdos de engorde bajo diferentes manejos de las estructuras de sombra y bebederos	10
3.	Peso vivo promedio (kg) de cerdos de engorde (Yorkshire x Duroc) pastoreados en parcelas mixtas de Centeno y Ryegrass	11
4.	Ganancia de peso promedio, total y diaria (kg), de cerdos de engorde al pastoreo en parcelas de Centeno y Ryegrass según su condición sexual	12
5.	Consumo de alimento (kg) de cerdos de engorde (Yorkshire x Duroc) pastoreados en parcelas mixtas de Centeno y Ryegrass	13
Figura		Página
1.	Cobertura Vegetal (%) de parcelas mixtas de Centeno y Ryegrass pastoreadas con cerdos de engorde bajo diferentes manejos de las estructuras de sombra y bebederos.....	10
2.	Suelo desnudo (%) en parcelas mixtas de Centeno y Ryegrass pastoreadas con cerdos de engorde bajo diferentes manejos de las estructuras de sombra y bebederos.....	10

Anexo	Página
1. Mapa de la distribución de los tratamientos en el campo.....	19
2. Composición de la ración alimenticia utilizada.....	20
3. Plan de movimiento semanal de estructuras.....	21
4. Análisis bromatológico de la ración alimenticia utilizada al inicio.....	22
5. Análisis bromatológico de la ración alimenticia utilizada al final.....	23
6. Humedad relativa y precipitación.....	24
7. Temperatura y velocidad del aire.....	25
8. Producción de biomasa (kg MS/ha) de praderas mixtas de Centeno y Ryegrass.....	26

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la producción de animales de consumo ha enfrentado cada vez mayores regulaciones ambientales. El crecimiento y la integración de la industria durante las últimas décadas ha generado preocupación sobre la degradación ambiental en las zonas donde se agrupan las instalaciones de producción (Aillery *et al.* 2005). Las preocupaciones por el bienestar animal y el conocimiento de los nichos de oportunidades para comercialización ha contribuido a aumentar el interés en los sistemas de producción alternativa de cerdos (McGlone 2001). Las unidades de producción de cerdos en pastoreo pueden aliviar las percepciones negativas del público sobre el bienestar animal, la salud de los trabajadores, y los problemas ambientales como olores, polvo y manejo de nutrientes asociados con la producción en confinamiento (Rachuonyo *et al.* 2005).

El concepto de calidad de los alimentos que se maneja hoy en día, ha evolucionado para incluir los aspectos del proceso de producción en sí mismo, así como del bienestar animal. La producción de lechones en pasturas abiertas puede cumplir de una mejor manera con las necesidades de comportamiento de los animales más que en los sistemas de confinamiento, pero el consumo de alimento es alto por lo tanto también existe una correspondiente alta deposición de nutrientes en la excreta (Larsen y Kongsted 2000; citados por Petersen *et al.* 2001). Esto ha suscitado preocupaciones acerca de la eficiencia de los nutrientes en estos sistemas de producción.

La cría de cerdos al aire libre ha evolucionado notablemente en los últimos años, con la incorporación de prácticas simples y económicas que permiten alcanzar una productividad similar a la obtenida en las explotaciones en confinamiento. El perfeccionamiento de la cría de cerdos al aire libre proviene de Francia y Gran Bretaña aproximadamente en los años '80 y luego se presenta una gran expansión hacia los demás países del mundo (Goenaga 2006). Sin embargo, esta forma de producción conducida de manera inadecuada puede ser una potencial causa de degradación ambiental, causando daños a las pasturas naturales. Las áreas de cobertura vegetal que generalmente son más afectadas son las próximas a la zona de mayor movilidad de los cerdos, tal es el caso de los comederos y bebederos (Dichio y Campagna 2007).

De acuerdo con la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (US Environmental Protection Agency EPA 2001), los animales en pasturas con el suelo desnudo durante más de 45 días dentro de un periodo de 12 meses podrían dar lugar a la clasificación de la instalación como una operación de alimentación en confinamiento. El servicio de conservación de los recursos naturales (National Resources Conservation Service NRCS) del departamento de agricultura de los Estados Unidos (US Department of Agriculture 2000) puede considerar como violación a las regulaciones de cerdos en pastoreo cuando el porcentaje de cobertura del suelo cae por debajo del 70 %. El propósito de este estudio es generar información relacionada con estrategias para reducir el impacto

ambiental que podría producir la producción de cerdos en pastoreo cuando no es manejada de la manera adecuada.

A pesar de sus muchas bondades, la producción de cerdos al aire libre tiene potenciales impactos ambientales negativos como: deterioro de la cobertura vegetal, sobrecargas de nutrientes (principalmente Nitrógeno y Fosforo) en el suelo, mala distribución de nutrientes debido a que los cerdos definen un área para defecar, además de contaminación de aguas profundas por lixiviación. En este contexto, es importante la cobertura vegetal del suelo, la cual ayuda a retener parte de los nutrientes excretados por los animales, disminuye la erosión y la escorrentía y por ende la contaminación de agua y suelos. La destrucción de la cobertura es el inicio de la desertificación y la actividad animal tiene un efecto directo sobre esta, por estos aspectos es de importancia la evaluación de estrategias de manejo de sistemas de pastoreo de porcinos que permitan el mantenimiento de la cobertura vegetal.

La producción de cerdos al aire libre adquiere importancia debido a razones principalmente económicas, estos sistemas tienen menores costos de capital, que pueden variar desde 40 hasta 70% del costo de los sistemas convencionales de confinamiento (Thornton 1998). Este creciente desarrollo de los sistemas a campo en todo el mundo tiene su fundamento en un importante número de ventajas entre las cuales las más importantes son: la baja inversión de capital, el bienestar animal, el bajo impacto ambiental, la posibilidad de uso de alimentos voluminosos y la mejora física y química de los suelos (Goenaga 2006).

Los costos en infraestructura inicial y mantenimiento se reducen en estos sistemas debido a que no se necesitan grandes construcciones como las de un sistema intensivo. En países como Argentina, Dinamarca y Francia, los costos para los productores se han reducido entre un 40% y 70%, lo que se traduce en mayores ganancias obtenidas, pues la rentabilidad es similar a los otros sistemas (Araque *et al.* 2006). Esta es una buena alternativa para los pequeños productores y para aquellos que deseen iniciarse en este rubro.

Otro motivo por el cual se incrementa la superficie dedicada a cerdos a campo en el mundo es la posibilidad de obtener productos diferenciales. Esta opción podría tener relevancia, especialmente por contar con sistemas de producción desarrollados nacionalmente (similares a los sistemas orgánicos europeos) con la ventaja de contar con razas nacionales adaptadas al consumo de pasturas y las condiciones ambientales locales.

El destino del exceso de nutrientes en la producción de lechones al aire libre es en gran medida desconocido (Worthington y Danks 1992; citados por Petersen *et al.* 2001). El potencial de pérdidas es alto desde que estos son dejados en la superficie del suelo y depositados en una amplia gama de condiciones climáticas, la distribución de los nutrientes dentro del campo es probablemente más desuniforme que si los excrementos se recogieran en los almacenamientos de estiércol y la propagación se hiciese mecánicamente. El nitrógeno puede ser lixiviado por debajo de la zona radicular como NO_3 , o disuelto como N orgánico en periodos con infiltración neta, o también puede perderse a la atmosfera vía NH_3 por volatilización o desnitrificación (Petersen *et al.* 2001).

El objetivo general fue evaluar el efecto de la movilización de las estructuras de sombra, bebederos y comederos sobre la cobertura vegetal de Centeno (*Secale cereale* var Wens Abruzzi) y Ryegrass (*Lolium multiflorum* var Marshal) con cerdos de engorde en pastoreo. Para lograr este objetivo, se planearon los siguientes objetivos específicos:

comparar el nivel de degradación de la cobertura vegetal en parcelas mixtas de Centeno y Ryegrass con cerdos al pastoreo con o sin la movilización de las estructuras de sombra y bebederos; así como determinar el efecto del sexo sobre la ganancia de peso y consumo de alimento de porcinos manejados en pastoreo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el periodo de Marzo a Junio de 2010 en el Centro para Sistemas Agrícolas Ambientales (CEFS) de la Universidad Estatal de Carolina del Norte (North Carolina State University NCSU) y de la Universidad Agrícola y Técnica del Estado de Carolina del Norte (North Carolina Agricultural and Technical State University NCA&TSU), ubicado en Goldsboro, condado de Wayne a 91.2 km al noreste de la ciudad de Raleigh, Estados Unidos de Norteamérica. La región presenta una temperatura promedio anual de 23°C y 78% de humedad relativa (Marzo-Junio), una altura de 24.09 msnm (Estación Gold-Cherry 2010) y precipitación pluvial de 1268 mm anuales (Goldsboro 2010).

Se utilizaron equipos portátiles como: comederos, bebederos, sombra, cercas eléctricas y báscula. Para el establecimiento de la cobertura vegetal, se utilizó semilla de Centeno (*Secale cereale* var Wens Abruzzi) y Ryegrass (*Lolium multiflorum* var Marshal). El alimento concentrado utilizado en la alimentación de los animales fue elaborado en la finca con: maíz, soya, minerales, vitaminas y un contenido aproximado de proteína cruda de 17% (Anexo 2, 4, 5).

El experimento tuvo una duración de 12 semanas, el área experimental estuvo constituida por nueve potreros divididos por cercado eléctrico con una cobertura mixta de Centeno y Ryegrass establecida en Noviembre de 2009. Cada potrero tenía una superficie de 1,618m², divididos a su vez en líneas transectas igualmente espaciadas que originaron 16 secciones de 101 m². Se estableció una carga animal de 12 cerdos/potrero equivalente a 74 cerdos/ha. Los animales fueron manejados en pastoreo continuo durante todo el periodo levante-engorde.

Se utilizaron 72 cerdos cruzados Yorkshire x Duroc hembras y machos castrados, con un peso inicial promedio de 25.96 ± 0.49kg, identificados con aretes de plástico de diferentes colores. Los animales fueron entrenados en el uso de las cercas eléctricas previo a su incorporación a las parcelas. Se asignaron al azar 12 cerdos (6 hembras y 6 machos castrados) a cada parcela.

La alimentación se proporcionó *ad libitum* en comederos portátiles con una mezcla preparada en la finca con un mínimo de 17% de PC y dos bebederos tipo chupón, instalados en la estructura de sombra. Se registró el peso de los animales al inicio (Marzo) y al final (Junio) del ensayo. Semanalmente se registraba la oferta de alimento, estableciéndose el consumo por diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado por el grupo de animales que se encontraba en cada parcela.

Semanalmente se movilizaron las estructuras de sombra y bebederos, y se realizaron evaluaciones de la cobertura vegetal realizando el recorrido de cada una de las 12 transectas, previamente identificadas con tubería de PVC, con el método de “step point” (Pietrosemoli y Green 2009), registrando la presencia de Material Vegetal Vivo (MVV),

Material Vegetal Muerto (MVM), o Suelo Desnudo (SD). Para los fines de este trabajo se consideró Cobertura Vegetal (CV) a la sumatoria de los porcentajes correspondientes a $MVV+MVM$.

Se realizaron dos cosechas de forraje (Abril y Junio) para la elaboración de heno en las parcelas correspondientes al tratamiento control.

En el experimento, se evaluaron tres tratamientos:

1. Control sin porcinos, simulando el manejo del pasto para producción de heno.
2. Manejo tradicional/Estacionarias: pastoreo continuo de los animales con las estructuras de sombra y bebederos fijas en el centro de la pastura.
3. Manejo mejorado/Movibles: Pastoreo continuo de los animales con movimiento semanal de las estructuras de sombra y bebederos ubicándose en doce posiciones previamente identificadas dentro de la pastura, y de los comederos cada tres semanas en cuatro posiciones a lo largo del cercado perimetral.

En el Anexo 1, se presenta la distribución de los bloques y los tratamientos en el terreno.

Se evaluaron las siguientes variables:

- Porcentaje de suelo cubierto con vegetación
- Porcentaje de suelo desnudo
- Ganancia de peso
- Consumo de alimento

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), con tres tratamientos y tres repeticiones. Las repeticiones fueron definidas en función de las características del suelo. Para el análisis de la cobertura vegetal y el suelo desnudo, se consideraron las nueve parcelas como las unidades experimentales. Para la ganancia de peso cada cerdo representó una unidad experimental. El consumo alimenticio se estimó por parcela representando cada una de ellas la unidad experimental.

Modelos estadísticos utilizados.

I. Porcentaje de Cobertura Vegetal. Porcentaje de Suelo Desnudo.

Se utilizó el siguiente modelo estadístico, que incluyó factores fijos y aleatorios, de acuerdo a la metodología de modelos mixtos:

$$y_{ijk} = \mu + i + j + k + (x)_{jk} + ijkl$$

Donde:

y_{ijkl} = l-esima observación. Porcentaje de Cobertura Vegetal. Porcentaje de Suelo Desnudo.

μ = Media general

i = Efectos aleatorios de los bloques

j = Efectos fijos debidos a los tratamientos.

k = Efectos fijos de las semanas.

$(x)_{jk}$ = Efecto de la interacción tratamientos x semana.

ijk = Error experimental

Se consideró que las observaciones y los efectos aleatorios siguen la distribución normal.

II. Ganancia de Peso.

Se utilizó un modelo estadístico correspondiente a un diseño experimental de bloques al azar con covariable.

$$y_{ijk} = \mu + i + j + (x)_{ij} + k + (x-x_i) + (jx(x-x_i)) + ijk$$

Donde:

y_{ijkl} = l-esima observación. Ganancia de peso. Ganancia diaria de peso.

μ = Media general

i = Efectos de los bloques

j = Efectos de los tratamientos.

$(x)_{ij}$ = Efecto de la interacción bloques x tratamiento

k = Efecto de la condición sexual

$(x-x_i)$ = Efecto de la covariable. Peso inicial.

$(jx(x-x_i))$ = Efecto de la interacción tratamiento x peso inicial.

$ijkl$ = Error experimental

III. Consumo de alimento.

Se utilizó un modelo estadístico correspondiente a un diseño experimental de bloques al azar.

$$y_{ijk} = \mu + i + j + ijk$$

Donde:

y_{ijk} = k-esima observación. Consumo de alimento.

μ = Media general

i = Efectos de los Bloques

j = Efectos de los Tratamientos.

ijk = Error experimental

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el Sistema de Análisis Estadístico SAS v 9.13 (SAS 1988). Para las variables: cobertura vegetal y suelo desnudo se utilizó como procedimiento de análisis estadístico el PROC MIXED con medidas repetidas en el tiempo. El diseño experimental empleado fue un diseño completamente al azar con el efecto bloque y la interacción bloque*tratamiento como efectos aleatorios. Previo al análisis ambas variables fueron transformadas utilizando la transformación (arcoseno((x/100)^{1/2})).

Se empleó el procedimiento PROC GLM para llevar a cabo el análisis estadístico de las ganancias de peso total y diaria, las cuales se analizaron empleando el peso inicial como covariable en un diseño de bloques al azar.

Los datos correspondientes al consumo de alimento se analizaron mediante PROC GLM. A las fuentes de variación que resultaron significativas ($p < 0.05$) se les realizaron pruebas de medias de mínimos cuadrados o de Duncan.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

COBERTURA VEGETAL

La producción sostenible de cerdos al aire libre requiere de vegetación que pueda mantener la cobertura del suelo, asimilar los nutrientes del estiércol, y evitar la erosión del terreno (Rachuonyo *et al.* 2005). El pastoreo presenta algunos efectos sobre la cobertura vegetal y el suelo si no se hace un buen manejo, esto debido al pisoteo y al hábito de los cerdos de remover el suelo, lo que produce daños que pueden causar pérdidas parciales o totales de la vegetación establecida. Por ello, Blanco (2006) señala que es muy importante en el manejo del pastoreo, considerar los efectos sobre la planta y propiedades del suelo.

El promedio de cobertura vegetal registrado en las parcelas bajo estudio y durante el periodo experimental fue de $80.90 \pm 1.52\%$. Los análisis de la varianza y prueba de medias que se realizaron para esta variable, permitieron establecer efectos significativos de los tratamientos ($p=0.0088$), semanas ($p<0.0001$) y de la interacción tratamiento*semana ($p<0.0001$). Los promedios de cobertura vegetal para los tratamientos se pueden observar en el Cuadro 1. Durante el periodo experimental las parcelas no pastoreadas y manejadas para la producción de heno presentaron un 21.88% más de cobertura que las parcelas manejadas con los porcinos, esto como consecuencia de la actividad de los animales durante el pastoreo cuando consumían pasto, pero también ocasionaban deterioro en la cobertura vegetal al hozar y pisotear. En zonas con mayor humedad se concentraba la actividad de los animales, observándose áreas con suelo desnudo y compactado.

Cuadro 1. Cobertura vegetal (%) en parcelas de Centeno y Ryegrass pastoreadas con porcinos bajo diferentes manejos de las estructuras de sombra y agua¹.

Tratamiento	Cobertura vegetal (%)
Control	$91.43 \pm 3.87a$
Estacionarias	$75.02 \pm 3.87b$
Movibles	$76.25 \pm 3.87b$

¹Letras diferentes en cada columna corresponden a medias estadísticamente significativas ($P<0.05$) (Duncan).

En la Figura 1 se presenta la evolución de la cobertura vegetal para los diferentes tratamientos bajo estudio. La cobertura va disminuyendo luego de un leve incremento consecuencia del inicio de la primavera y de temperaturas ambientales más favorables al

crecimiento del forraje. El tratamiento control sin cerdos, presenta una tendencia a mantener una cobertura por encima del 80% durante el periodo experimental. Las líneas que representan a los tratamientos de manejo de las estructuras son muy similares, y demuestran un paulatino deterioro de la cobertura consecuencia de la actividad de los cerdos en pastoreo, la cual se intensifica a partir de la semana siete, tal vez como consecuencia del incremento de la carga animal efectiva como consecuencia del crecimiento experimentado por los animales a pastoreo. Estos resultados coinciden con los reportados por Lobo (2009) al evaluar el efecto de la movilización de los equipos en pasturas de pasto Sudan pastoreadas por cerdos. Este autor reporta cifras de 31.81% de cobertura vegetal cuando las pasturas se manejaron sin porcinos versus 27.7, 27.81% para aquellas manejadas con equipos fijos y móviles respectivamente.

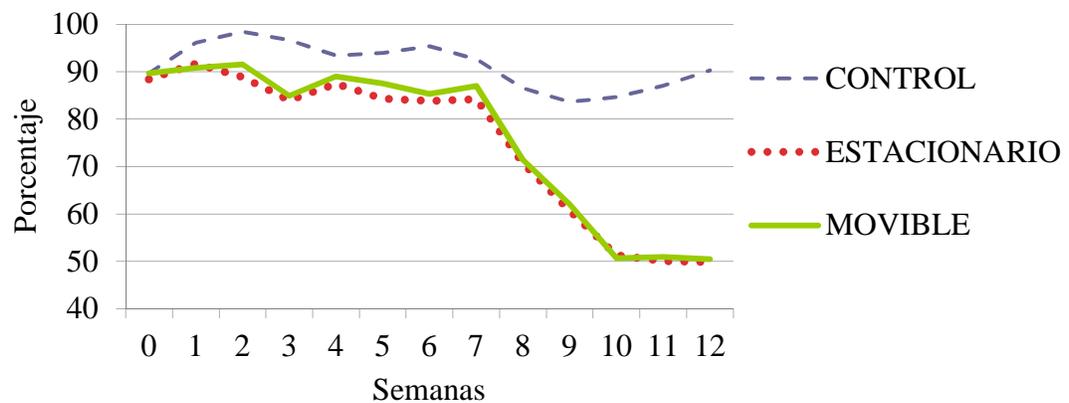


Figura 1. Cobertura Vegetal (%) de parcelas mixtas de Centeno y Ryegrass pastoreadas con cerdos de engorde bajo diferentes manejos de las estructuras de sombra y bebederos.

SUELO DESNUDO

Los daños al suelo pueden ser afectados por la cantidad de cerdos por unidad de área. La densidad por hectárea dependerá de las propiedades del suelo y del régimen de lluvias, para evitar la destrucción de la cubierta vegetal, pues si el suelo queda desnudo es compactado, o se forman áreas con pozos, y consecuentemente la formación de grandes charcos los cuales pueden ocasionar problemas de patas y lesiones o contaminación en los miembros genitales (Goenaga 2006). Galvão (citado por Blanco 2006), al evaluar el efecto del pisoteo de madres gestantes durante dos años de pastoreo en dos especies de gramíneas (*Axonopus compressus*, Misionera y *Hemarthria altísima* IAPAR 35 Roxinha), determinó que no habían diferencias significativas para los niveles de fósforo, potasio, calcio, magnesio, materia orgánica y pH del suelo. Pero observó que en lotes menores de 1,500 m² sembrados de Misionera, presentaron mayor resistencia a la penetración de las raíces (medido con un penetrómetro).

El porcentaje de suelo desnudo en promedio registrado en las parcelas experimentales fue de $19.1 \pm 1.52\%$. El análisis de la varianza realizado a esta variable reflejó la existencia de diferencias significativas entre tratamientos ($p=0.0048$), semanas ($p<0.0001$) y para la interacción tratamientos*semanas ($p<0.0001$). La prueba de medias por mínimas diferencias significativas se presentan en el Cuadro 2, donde los valores promedio para el suelo desnudo y los tratamientos manejados con porcinos a pastoreo presentaron 2.91 veces más superficie descubierta y expuesta a erosión en comparación con las parcelas manejadas para la producción de heno.

Cuadro 2. Suelo desnudo (%) en parcelas mixtas de Centeno y Ryegrass pastoreadas con cerdos de engorde bajo diferentes manejos de las estructuras de sombra y bebederos¹.

Tratamiento	Suelo desnudo%
Control	$8.57 \pm 3.87a$
Estacionarias	$24.98 \pm 3.87b$
Movibles	$23.95 \pm 3.87b$

¹Letras diferentes en cada columna corresponden a medias estadísticamente significativas ($P<0.05$) (Duncan).

La Figura 2 muestra la evolución del suelo desnudo para los diferentes tratamientos. Las parcelas manejadas para la producción de heno, sin porcinos, presentaron valores menores de suelo desnudo en comparación con las manejadas con los porcinos en pastoreo, estas a su vez presentaron un comportamiento similar con un incremento del área de suelo desnudo a partir de la semana siete debido principalmente a un periodo de sequía de 20 días durante los cuales solamente hubo una precipitación de 0.083 cc de lluvia (Estación Gold-Cherry 2010)(Anexo 6). Resultados similares fueron reportados por Lobo (2009), quien obtuvo diferencias significativas ($P<0.01$) entre los tratamientos, con valores menores de suelo desnudo (25.5%) para el tratamiento control sin cerdos en comparación con los tratamientos de estructuras fijas (34.75%) y móviles (34.93%).

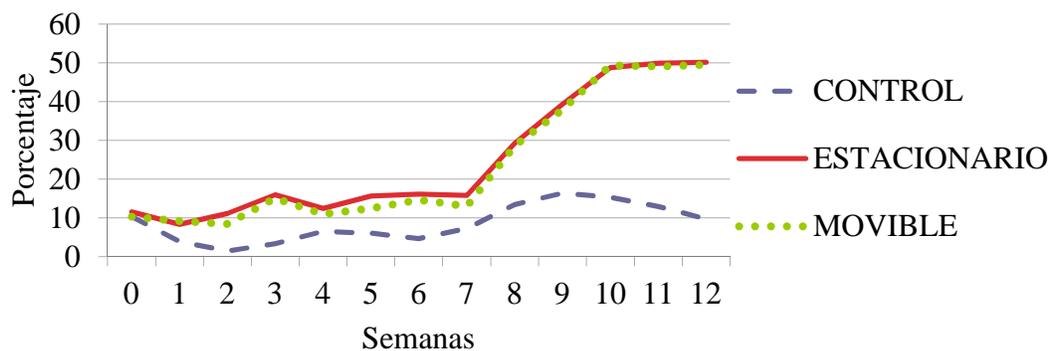


Figura 2. Suelo desnudo (%) en parcelas mixtas de Centeno y Ryegrass pastoreadas con cerdos de engorde bajo diferentes manejos de las estructuras de sombra y bebederos.

PESO VIVO

Muchas investigaciones se han realizado con el propósito de evaluar los índices productivos de los cerdos estabulados cuando se comparan con los mantenidos en sistema de cama profunda y los manejados en el campo, y se ha reportado variabilidad en cuanto a la ganancia diaria de peso, tiempo de salida de los animales a matadero y calidad de la canal; pero en cuanto al consumo y conversión alimenticia el comportamiento ha sido similar entre los sistemas, dependiendo en la mayoría de los casos de la etapa fisiológica considerada y las condiciones climáticas en las que se desarrollan (Krieter 2000).

La densidad animal varía de acuerdo a criterios de cada granja, calidad del pasto, la etapa de desarrollo y las condiciones de clima como la temperatura y precipitación. Cada madre debe disponer de un área de 800 a 1000 m², y para lechones después del destete de dos a tres camadas por potrero con un área por lechón de 70 m². Sin embargo, la densidad destinada a los animales en crecimiento depende de las condiciones mencionadas, además de las características físicas del suelo, como el drenaje, y el tipo de cobertura utilizada (Gonzalez y Hurtado s.f.). Cerdos en crecimiento y finalización en la mayoría de los casos deben ser alimentados *ad-libitum* con alrededor de 20 cerdos en crecimiento y engorde por acre (Wheaton y Rea 1993).

En el Cuadro 3 se presentan los indicadores vinculados al peso de los animales registrados durante el periodo experimental. Las ganancias de peso totales y diarias promedio registradas para los animales en estudio fueron similares ($P > 0.05$) de 73.91 ± 1.25 kg y 0.88 ± 0.01 kg respectivamente.

Cuadro 3. Peso vivo promedio (kg) de cerdos de engorde (Yorkshire x Duroc) pastoreados en parcelas mixtas de Centeno y Ryegrass¹.

	Peso vivo (kg/animal)			
	Peso Inicial	Peso Final	Ganancia de Peso	Ganancia diaria de Peso
Estacionarias	25.96 ± 0.70	101.08 ± 2.21	75.12 ± 1.79	0.894 ± 0.02
Movibles	25.97 ± 0.69	98.67 ± 2.17	72.71 ± 1.76	0.865 ± 0.02
Promedio	25.96 ± 0.49	99.87 ± 1.54	73.91 ± 1.25	0.880 ± 0.01

¹Letras diferentes en cada columna corresponden a medias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) (Duncan).

Los análisis de la varianza para la ganancia de peso, ganancia diaria y las correspondientes pruebas de medias (Duncan) demostraron la existencia de diferencias estadísticas entre las ganancias presentadas por animales de diferente condición sexual ($p < 0.0001$) así como la influencia del peso inicial al empezar el periodo experimental ($p = 0.0002$). No se establecieron efectos significativos de los tratamientos en ganancia total ($p = 0.2135$) y diaria ($p = 0.9825$).

En el Cuadro 4 se presentan las ganancias de peso de los animales bajo estudio en función de su condición sexual, los machos castrados superaron las ganancias registradas para las

hembras en un 12.97%. Resultados similares fueron reportados por Pietrosemoli *et al* (2010a) al evaluar las ganancias de peso de porcinos mestizos (Yorkshire, Duroc, Landrace y Hampshire) mantenidos en pasturas de Bermuda (*Cynodon dactylon*). Estos autores señalan que el promedio de ganancia de peso diaria de los machos castrados fue 17.9% más alto que el de las hembras (0.99 vs 0.84 kg/animal/día, respectivamente). En otro trabajo presentado por estos autores (2010b) al evaluar las ganancias de peso de cerdos raza Duroc en pasturas de pasto Sudan (*Sorghum bicolor*) las ganancias de peso de los machos castrados superaron a las registradas por las hembras en un 18.31% (0.84 vs 0.71 kg/animal/día, respectivamente).

Cuadro 4. Ganancia de peso promedio, total y diaria (kg), de cerdos de engorde al pastoreo en parcelas de Centeno y Ryegrass según su condición sexual¹.

Condición Sexual	Ganancia de peso	
	Total, (kg)	Diaria, (kg) / animal/día
Machos Castrados	78.4 ± 1.87a	0.93 ± 0.016a
Hembras	69.4 ± 1.87b	0.83 ± 0.016b

¹Letras diferentes en cada columna corresponden a medias estadísticamente significativas (P<0.05) (Duncan).

CONSUMO DE ALIMENTO

La implementación de la cría de cerdos a campo se debe al uso de los ecosistemas pastoriles como recurso alimenticio de carácter permanente, económico y no competitivo con la alimentación humana (Vadell *et al.* 2005).

Una gran ventaja de estos sistemas es que se reducen los costos en alimentación, los cuales representan el mayor porcentaje de los egresos en una granja. Esto es debido a que los animales tienen acceso a consumir pasto y a obtener minerales y vitaminas del suelo. Según Clarence *et al.* (1987) el uso de dietas balanceadas (concentrados) puede reducirse en un 15 a 30% cuando se da un adecuado pastoreo a los cerdos. En un experimento realizado en Colombia se disminuyó la cantidad de alimento de 2 a 1.8 kg/animal/día (Alimentación s.f.), teniendo en cuenta la población de la granja, representa una reducción considerable en compra de alimentos concentrados. Los informes de investigaciones sobre el ahorro de alimentación de cerdos en pastoreo varían considerablemente, dependiendo del tipo de pastura, la edad de los cerdos y los sistemas de manejo. Los datos indican que esto equivaldría de 3% a 10% del grano y tanto como un tercio de proteína necesarios para el crecimiento y finalización de cerdos (Wheaton y Rea 1993).

Los animales bajo experimentación presentaron un consumo de alimento promedio de 2.48 ± 0.09 kg/animal/día durante el periodo experimental (Cuadro 5). Al llevar a cabo el análisis de la varianza correspondiente al consumo de alimento promedio, estimado por parcela, no se detectaron diferencias estadísticas entre bloques (p=0.5124) ni entre tratamientos (p=0.9733). Estos resultados difieren de los registrados por Pietrosemoli *et al.* (2010b), quienes señalan la existencia de diferencias en el consumo de animales manejados con las estructuras fijas en relación con el consumo de alimento registrado para

animales manejados con las estructuras móviles (2.37 vs 2.25 kg/animal/día para estructuras fijas y móviles, respectivamente).

Cuadro 5. Consumo de alimento (kg) de cerdos de engorde (Yorkshire x Duroc) pastoreados en parcelas mixtas de Centeno y Ryegrass¹.

Tratamiento	Consumo de alimento (kg/animal)
Movibles	2.48 ± 0.15
Estacionarias	2.49 ± 0.13
Promedio	2.48 ± 0.09

¹Letras diferentes en cada columna corresponden a medias estadísticamente significativas (P<0.05) (Duncan).

En otro estudio Tepper (citado por Araque *et al.* 2006), evaluó el comportamiento productivo de cerdos estabulados y a campo alimentados con recursos alternativos (raíz de batata, follajes de morera y nacedero) durante las etapas de crecimiento y engorde, sobre las variables de consumo de alimento, conversión de alimento, calidad de la canal y costos de producción, concluyendo que el alojamiento alternativo a campo muestra 0.70 y 0.78 kg de ganancia diaria y una conversión alimenticia de 2.38 y 3.31 en crecimiento y finalización, respectivamente. Además, las características de la canal y costos de alimentación son similares a los obtenidos en alojamientos tradicionales con el uso de dietas basadas en recursos alternativos.

Araque *et al.* (2006) evaluaron el uso de dos dietas, una convencional (maíz y soya) y otra alternativa (raíz y follaje de yuca, follaje de morera y aceite de palma), donde se obtuvieron 11.38 y 10.5 lechones nacidos vivos, 20.57 y 18.56 kg de peso de la camada al nacer, respectivamente. Así mismo, se obtuvo un promedio de 9.71 lechones destetados para el sistema alternativo, por lo que los resultados demuestran que las razas no se ven afectadas sino que también expresan su potencial genético al usar alimentos alternativos. Dentro de los materiales usados en la alimentación alternativa se encuentran algunos que son usados dependiendo de la disponibilidad en la zona o el costo que estos representen para el productor. En el trópico se usa y juega un papel muy importante la yuca (*Manihoc esculenta*), siendo la raíz la parte utilizable. González *et al.* (1997 citado por Blanco 2006), indican que a partir de la etapa de crecimiento, con el uso de la yuca se puede obtener una ganancia de peso de 635 g/día y una conversión alimenticia de 3.06, y algo muy importante es que se reducen los costos totales de producción en un 23.6%.

4. CONCLUSIONES

- El manejo de parcelas mixtas de Centeno y Ryegrass en condiciones de pastoreo con porcinos genera un deterioro de la cobertura vegetal en comparación con el manejo bajo corte para la producción de heno.
- La cobertura de parcelas mixtas de Centeno y Ryegrass no fue influenciada por el movimiento de las estructuras de sombra y bebederos.
- El porcentaje de suelo desnudo de parcelas mixtas de Centeno y Ryegrass se incrementó cuando las parcelas fueron manejadas en condiciones de pastoreo de porcinos en comparación con las parcelas manejadas bajo corte para la producción de heno.
- El porcentaje de suelo desnudo registrado por las parcelas mixtas de Centeno y Ryegrass manejadas bajo estructuras fijas no se diferenció del registrado por las parcelas manejadas bajo estructuras móviles.
- La ganancia de peso de porcinos manejados a pastoreo en parcelas mixtas de Centeno y Ryegrass se vio influenciada por la condición sexual de los animales. Los machos castrados presentaron mayores ganancias que las hembras.

5. RECOMENDACIONES

- Repetir el ensayo con una carga animal más baja.
- Contrastar los resultados de cobertura vegetal obtenidos con la información de la distribución espacial de los nutrientes aportados al suelo para evaluar los beneficios potenciales de la práctica de movilización de las estructuras de sombra y bebederos.

6. LITERATURA CITADA

Aillery, M; Gollehon, N; Johansson, R; Kaplan, J; Key, N; y Ribaudó, M. 2005. Managing manure to improve air and water quality. Economic Research Report 9.USDA. (en línea). Consultado 18 jun.2010. Disponible en www.ers.usda.gov/publications/err9/err9ref.pdf.

Alimentación. s.f. (En línea). Consultado 18 feb. 2010. Disponible en <http://www.kogi.udea.edu.co/talleres/Bases/marioandres/UdeA/Cerdos%20pastoreo.doc>.

Araque, H; González, C; Sulbaran, L; Quijada, J; Viloria, F. y Vecchionacce, H. 2006. Alojamiento alternativo e impacto ambiental en la producción alternativa de cerdos (en línea). Consultado 13 feb. 2010. Disponible en <http://www.feporcina.org/06noticias/expo/memorias/Resumenes/Alimentacion%20y%20Materias%20Primas%20Alternativas/Alojamientosalternativos.Pdf>.

Blanco Gómez, José. 2006. Potencialidad de producción de cerdos (en línea). Consultado 26 feb. 2009. Disponible en <http://www.agroterra.com/profesionales/articulos.asp?Idarticulo=494>.

Clarence, EB; Ronald, VD y Virgil, WC. 1987. Producción Porcina. Trad. Barberan Roda, Manuel. 1 ed. México D.F. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. p. 242.

Dichio, L y Campagna, D. 2007. Caracterización de la vegetación sometida a diferentes cargas de porcinos (en línea). Santa Fe, Argentina. Consultado 13 feb. 2010. Disponible en http://www.fagro.edu.uy/~suinos/biblioteca/prod_cerdos_a_campo/PCAC-Dichio%20-%20Caracterizacion%20de%20la%20vegetacion%20sometida%20a%20diferentes%20cargas%20de%20porcinos_Resultados%20preliminares.pdf

Environmental Protection Agency. 2001. National pollution discharge elimination, animal feeding operations. Consultado 14 may 2010. (en línea) Disponible en http://cfpub1.epa.gov/npdes/home.cfm?program_id=7.

Goldsboro, Carolina del Norte. 2010. (en línea). Estados Unidos. Consultado 3 feb. 2010. Disponible en http://en.wikipedia.org/wiki/Goldsboro,_North_Carolina#Climate

Gonzalez, C. y Hurtado. s.f. Aspectos generales de la producción de cerdos a campo (en línea). Consultado 26 feb. 2010. Disponible en <http://www.e-campo.com/?event=news.print&id=3B8BC9C0-2F4C-49D0-9D2D851C73D5B17B&>.

Goenaga, P. 2006. Porcinos - cría intensiva a campo (en línea). Consultado 24 feb. 2010. Disponible en: http://www.inta.gov.ar/pergamino/info/documentos/2006/cria_int_acampo06.pdf.

McGlone, J.J. 2001. Farm animal welfare in the context of other society issues: toward sustainable systems. *Livestock Production Science*. 72:75-81.

Krieter, J. 2000. Evaluation of different pig production systems including economic, welfare and environmental aspects. *Animal Breeding Files* 45(3): 223-235.

Lobo, A. 2009. Efecto de la movilización de los equipos sobre la cobertura vegetal usando el pasto Sudan con porcinos en pastoreo Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura, Honduras.C.A. 35p.

Petersen, S.O; Kristensen, K. y Eriksen J. 2001. Denitrification losses from outdoor piglet production: Spatial and temporal variability. *Journal of Environmental Quality*. 30:1051-1058.

Pietrosemoli, S; Green, J. 2009. Efecto de la carga animal de cerdas adultas en la cobertura vegetal de pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*) durante el invierno. MEMORIAS ALPA. Volumen 17. Suplemento I. 447-450. XXI Reunión Bienal. San Juan, Puerto Rico. 18-23 de Octubre de 2009.

Pietrosemoli, S; Guevara, J; Cardona, J; Maradiaga, W; Lobo, A; Green, J. 2010a. Animal weight gain in a pastured hog production system.. 2010 Joint ADSA PSA AMPA CSAS ASAS Meeting. July 11-15. Denver. Colorado. USA.

Pietrosemoli, S; Guevara, J; Cardona, J; Maradiaga, W; Lobo, A; Green, J. 2010b. Weight gain of Duroc pigs managed in a Sudangrass (*Sorghum bicolor*) pasture. *Animal Science*, 2010 Joint ADSA PSA AMPA CSAS ASAS Meeting. July 11-15. Denver. Colorado. USA.

Rachuonyo, H.A; Allen, V.G. y McGlone, J.J. 2005. Behavior, preference for, and use of alfalfa, tall fescue, white clover, and buffalograss by pregnant gilts in an outdoor production system. *Journal of Animal Science*. 83:2225-2234.

SAS. 1988. SAS User's Guide: Statistics (Version 5 Ed.). SAS Inst. Inc., Cary, NC.

Thornton, K. 1998. Outdoor pig production. Farming Press Limited. Ipswich, Suffolk, Great Britain. p. 206.

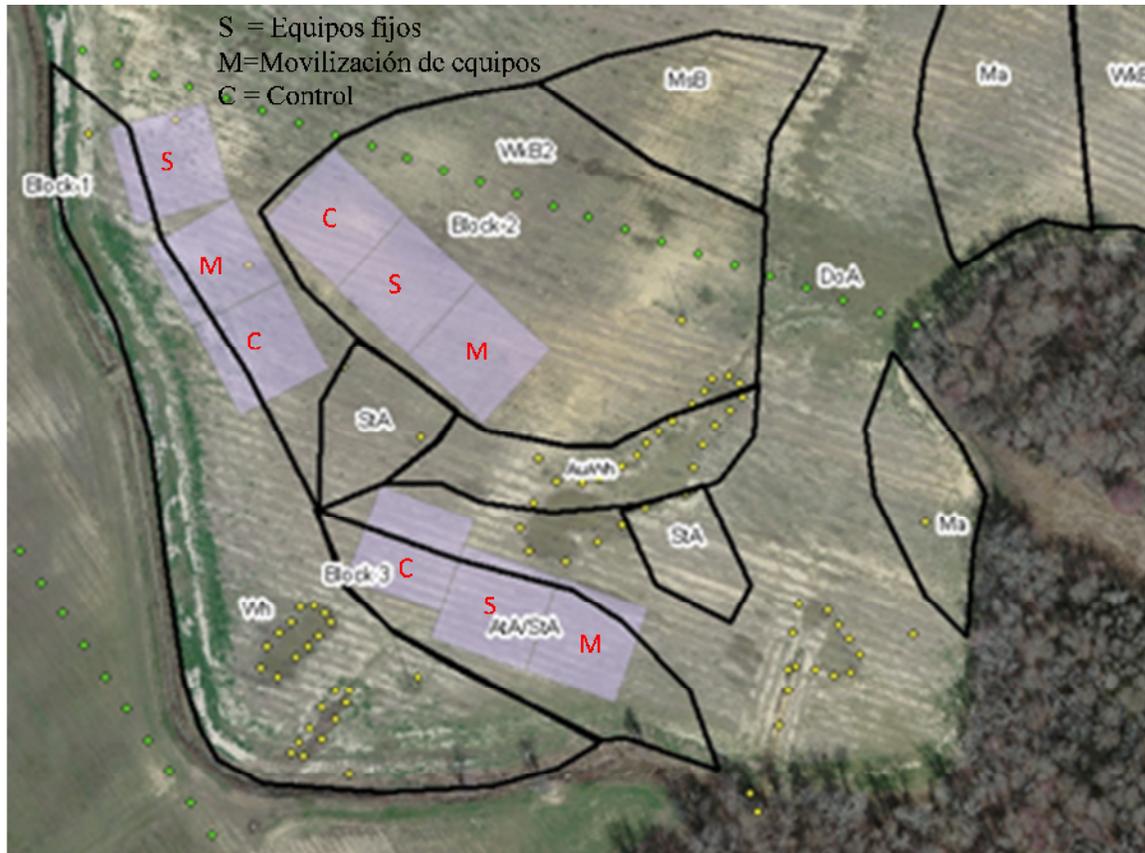
USDA/NCRS. 2000. Water Quality Management Practice No. 108-00-068. USDA/Natural Resource Conservation Service, Washington, DC.

Vadell, A; Barlocco, N y Garín, D. 2005. Caracterización de los principales componentes de los sistemas de producción de cerdos a campo en Uruguay. (en línea). Consultado 26 feb. 2010. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/22-cerdos_uruguay.html.

Wheaton, H.N y Rea, J.C. 1993. Forages for swine. Univ. Of Missouri Extension-G2360. (en línea). Consultado 19 Jun. 2010. Disponible en <http://extension.missouri.edu/publications/DisplayPub.aspx?P=G2360>

7. ANEXOS

Anexo 1. Mapa de la distribución de los tratamientos en el campo.

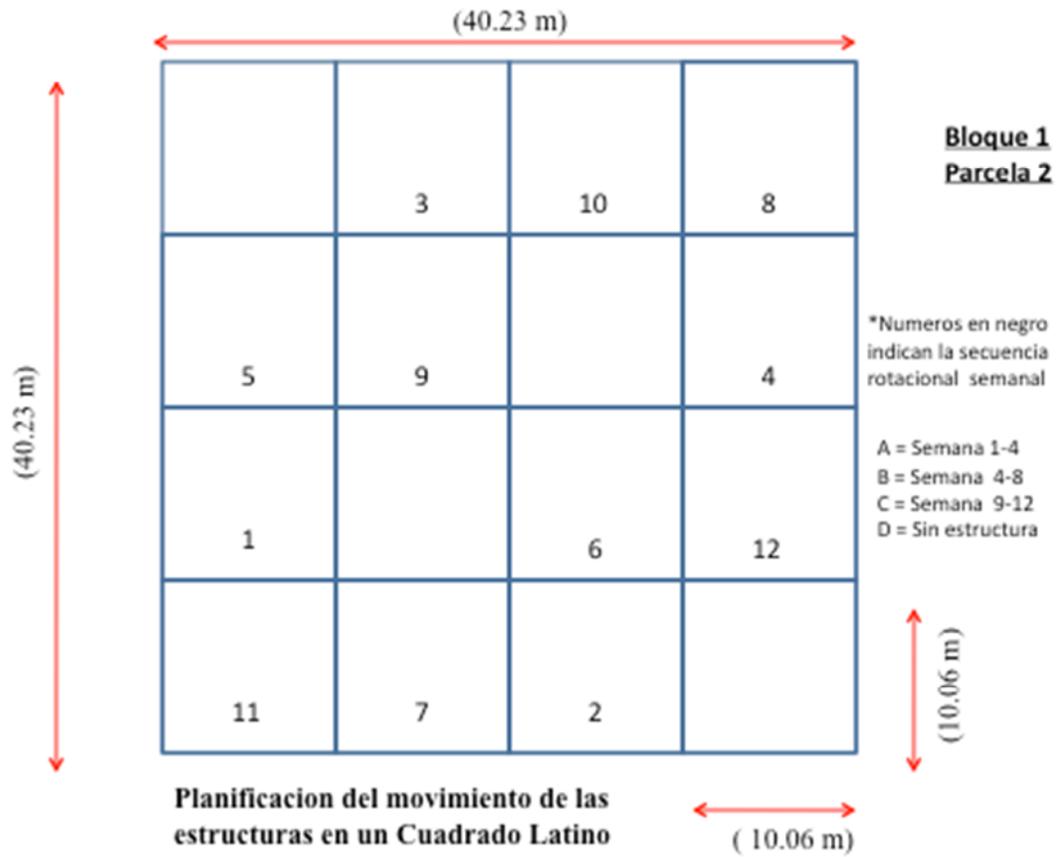


C: Control.
S: Estacionarias.
M: Movable

Anexo 2. Composición de la ración alimenticia utilizada.

Ingrediente	Porcentaje
Maíz	73.70
Soya	23.50
Fosfato mono cálcico	1.08
Piedra caliza	0.97
Sal común	0.50
Premix (vitaminas y minerales)	0.25
Total	100

Anexo 3. Plan de movimiento semanal de estructuras.



Anexo 4. Análisis bromatológico de la ración alimenticia utilizada al inicio.



North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services
Food and Drug Protection Division Laboratory
 4000 Reedy Creek Road, Raleigh, NC 27607

Steve Troxler
 Commissioner

Daniel Ragan
 Director

TEST REPORT

NCSU CIG PROJECT 600 LAURETTE WAY KANNAPOLIS, NC 28081	Sample Submitted To Laboratory By: NCDA & CS Feed/Forage Office 1070 Mail Service Center Raleigh, NC 27699 - 1070
	Sample Submitted Date: 06/15/2010 Date Testing Completed: 06/25/2010 LIMS #: AA10961 Transcript #: 2009-3010 Page Number: Page 1 of 1
County: CABARRUS Telephone: 704-250-5405	

Final Report
 *Interim Report
 Amended Report

Sample Description: GUEVARA 1 **Ext. Assistance:** N **Production Status:** N/A
Forage Form: N/A **Maturity:** N/A
Species: **Special Treatment:**
Forage Type: Home Mixes

Species	Analyte	Unit	As Submitted Basis	Dry Matter Basis
	Dry Matter	%	93.01	
	Crude Protein	%	15.89	17.08
	Acid Detergent Fiber	%	3.25	3.49
	Calcium	%	0.73	0.79
	Phosphorus	%	0.47	0.50
	Sulfur	%	0.16	0.17
	Magnesium	%	0.15	0.16
	Sodium	%	0.15	0.16
	Potassium	%	0.71	0.76
	Copper	ppm	8.00	9.00
	Iron	ppm	156.00	168.00
	Manganese	ppm	31.00	33.00
	Zinc	ppm	69.00	74.00
	Ash	%	4.42	4.76

Approved by: <i>CL Full</i>	Date: <i>6/25/10</i>
------------------------------------	-----------------------------

*Interim reports serve only as a notification of preliminary results. Interim results are not final. This document can not be reproduced except in full without the written approval of the NCDA&CS FDPD Laboratory. The results listed in this report pertain only to the samples as provided to the lab by the customer.

End of Report

Anexo 5. Análisis bromatológico de la ración alimenticia utilizada al final.



North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services
 Food and Drug Protection Division Laboratory
 4000 Reedy Creek Road, Raleigh, NC 27607

Steve Troxler
 Commissioner

Daniel Ragan
 Director

TEST REPORT

NCSU CIG PROJECT 600 LAURETTE WAY KANNAPOLIS, NC 28081	Sample Submitted To Laboratory By: NCDA & CS Feed/Forage Office 1070 Mail Service Center Raleigh, NC 27699 - 1070
	Sample Submitted Date: 06/15/2010 Date Testing Completed: 06/25/2010 LIMS #: AA10952 Transcript #: 2009-3011 Page Number: Page 1 of 1
County: CABARRUS Telephone: 704-250-5405	

Final Report
 *Interim Report
 Amended Report

Sample Description: GUEVARA 2 HOGS Ext. Assistance: N Production Status: N/A
 Forage Form: N/A Species: Maturity: N/A
 Forage Type: Home Mixes Special Treatment:

Species	Analyte	Unit	As Submitted Basis	Dry Matter Basis
	Dry Matter	%	91.18	
	Crude Protein	%	15.51	17.01
	Acid Detergent Fiber	%	7.20	7.90
	Calcium	%	0.74	0.81
	Phosphorus	%	0.56	0.61
	Sulfur	%	0.17	0.19
	Magnesium	%	0.16	0.17
	Sodium	%	0.12	0.13
	Potassium	%	0.79	0.87
	Copper	ppm	13.00	14.00
	Iron	ppm	253.00	278.00
	Manganese	ppm	37.00	41.00
	Zinc	ppm	90.00	99.00
	Ash	%	4.50	4.94

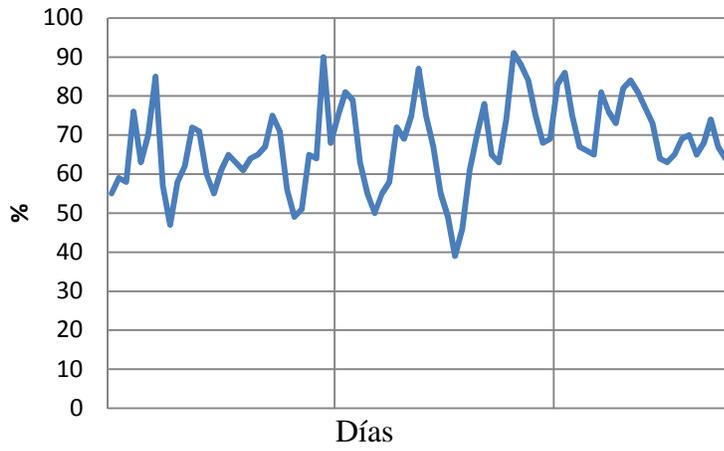
Approved by: <i>Cl Fulk</i>	Date: <i>6/25/10</i>
-----------------------------	----------------------

*Interim reports serve only as a notification of preliminary results. Interim results are not final. This document can not be reproduced except in full without the written approval of the NCDA&CS FPD Laboratory. The results listed in this report pertain only to the samples as provided to the lab by the customer.

End of Report

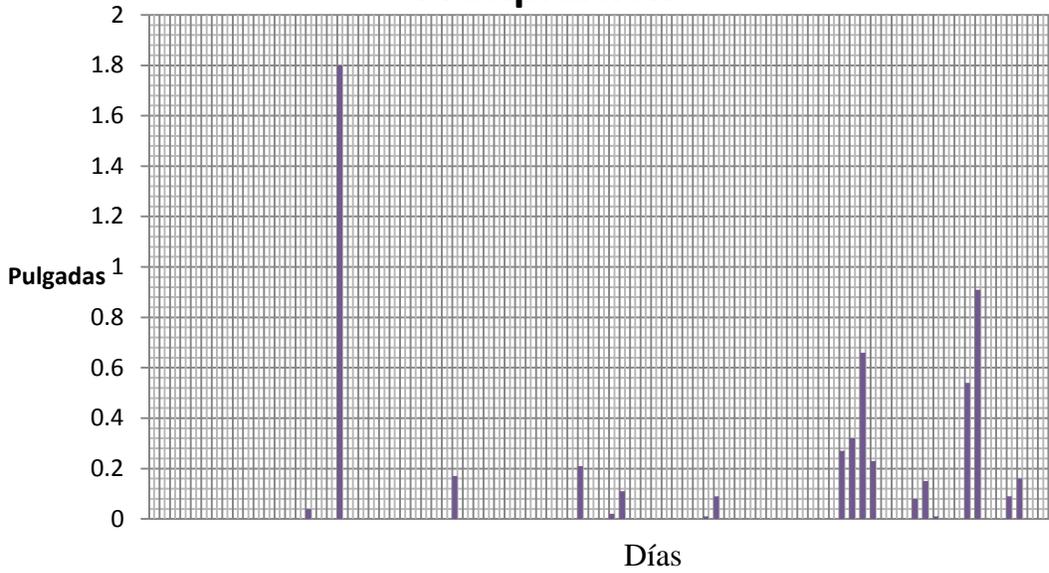
Anexo 6. Humedad relativa y precipitación

Humedad Relativa

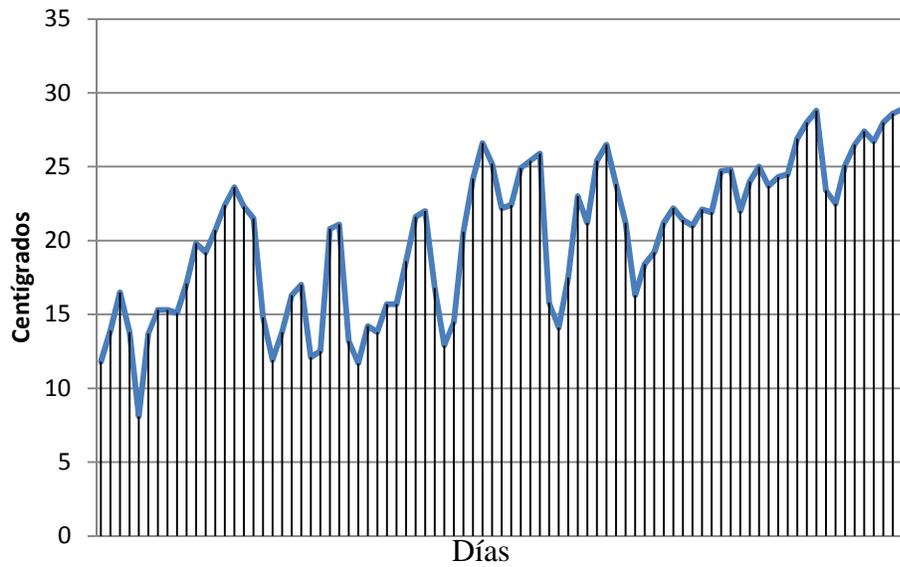


Promedio de humedad relativa a 2 m

Precipitación

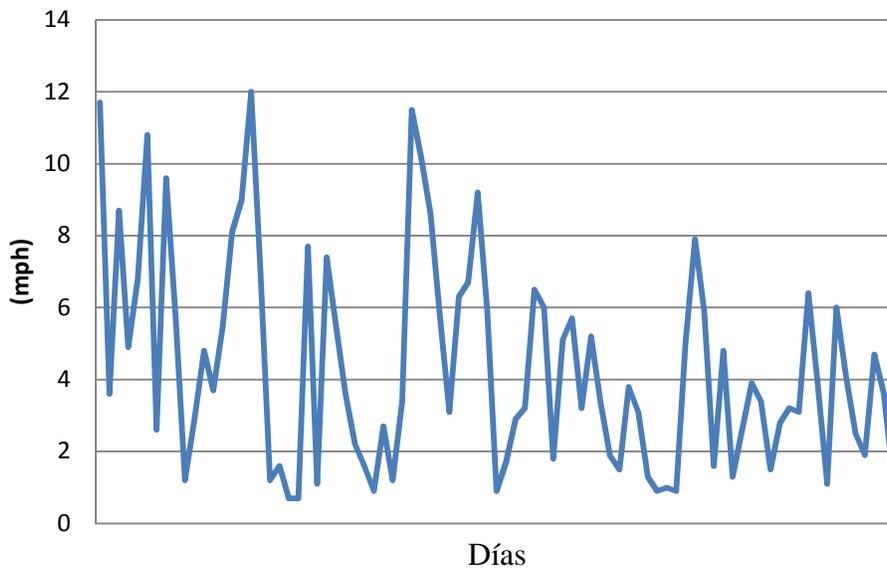


Anexo 7. Temperatura y velocidad del aire



Temperatura del aire (Promedio diario a 2 m (C))

Velocidad del viento



Promedio de la velocidad del viento a 10 m (mph)

Anexo 8. Producción de biomasa (kg MS/ha) de praderas mixtas de Centeno y Ryegrass.

