

**Efecto de pastoreo de cerdos en el suelo, en la
producción de maíz dulce (*Zea mays*) y en
rendimiento del cerdo en campo versus
confinado, Zamorano, Honduras**

Jonathan Raphael Schweikle

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Efecto de pastoreo de cerdos en el suelo, en la
producción de maíz dulce (*Zea mays*) y en
rendimiento del cerdo en campo versus
confinado, Zamorano, Honduras**

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

Presentado por:

Jonathan Raphael Schweikle

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2012

Efecto de pastoreo de cerdos en el suelo, en la producción de maíz dulce (*Zea maiz*) y en rendimiento del cerdo en campo versus confinado, Zamorano, Honduras

Presentado por:

Jonathan Raphael Schweikle

Aprobado:

Rogel Castillo, M.Sc.
Asesor principal

Abel Gernat, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Gloria Arévalo, M.Sc.
Asesora

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Schweikle, Jonathan. 2012. Efecto de pastoreo de cerdos en el suelo, en la producción de maíz dulce (*Zea mays*) y en rendimiento del cerdo en campo versus confinado, Zamorano, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Zamorano. Honduras. 14 p.

El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras con el objetivo de evaluar el efecto del pastoreo de cerdos sobre el porcentaje de materia orgánica, pH, contenido de nitrógeno, potasio y fósforo del suelo y el rendimiento de maíz dulce, así como evaluar la ganancia de peso, consumo de alimento y la conversión alimenticia de los cerdos de encaste de Duroc, Landrace e Yorkshire en dos sistemas de producción: campo y confinado. Se colocaron 5 cerdos de 16 semanas de edad en parcelas de campo de 9×12 m y se mantuvieron por 6 semanas. Posterior al pastoreo de los cerdos se sembró maíz dulce variedad Sweet Valley. Los resultados de desempeño de los cerdos se compararon con un lote de cerdos contemporáneos mantenidos en confinamiento en la Granja Porcina Educativa de Zamorano. Se encontró diferencia significativa ($P<0.05$) para las tres variables estudiadas en los cerdos, con una ganancia de peso diaria de 0.77 ± 0.09 kg/animal en el campo y 0.89 ± 0.09 kg/animal en la granja, un consumo de alimento de 3.70 y 3.31 kg/animal/día para confinamiento y pastoreo respectivamente, el índice de conversión alimenticia fue de 4.37 kg en el campo y 4.15 kg en la granja. Los análisis de suelo tomados antes y después de la presencia de cerdos en el campo resultaron que el pH y las concentraciones de nitrógeno y fósforo no tienen una diferencia significativa. Sin embargo el potasio resultó con un incremento significativo ($P<0.01$) y la materia orgánica decreció significativamente ($P<0.04$) en las parcelas que se pastorearon los cerdos. Peso y cantidad de mazorcas de maíz dulce, no se encontró diferencia significativa entre las parcelas con cerdos en comparación sin cerdos ($P<0.05$).

Palabras clave: Ganancia de peso, granja porcina, pastoreo.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIONES.....	9
5. RECOMENDACIONES.....	10
6. LITERATURA CITADA	11
7. ANEXOS	13

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Comparación del consumo diario, la ganancia de peso diario e índice de conversión alimenticia en cerdos de encaste de Duroc, Landrace e Yorkshire, bajo dos sistemas de producción. EAP Zamorano, Honduras.....	6
2. Análisis de suelo antes y después del pastoreo de cerdos analizando los factores de pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio.	7
3. Diferencia de condición química del suelo antes y después del pastoreo de cerdos analizando los factores de pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio, Lote 0, Zona 2, EAP Zamorano, Honduras.	7
4. Rendimiento de maíz con base en peso y cantidad de mazorcas en el Lote 0 de Zona 2 de Olerocultura bajo pastoreo de cerdos, Lote 0, Zona 2, EAP Zamorano, Honduras.....	8
Anexos	Página
5. Establecimiento del cerco externo de la primera parcela en el Lote 0, Zona 2, EAP Zamorano, Honduras.	13
6. Cerdos de encaste de Duroc, Landrace e Yorkshire en pastoreo comiendo materia verde en la parcela en el Lote 0, Zona 2, EAP Zamorano, Honduras.	14
7. Cerdos de encaste de Duroc, Landrace e Yorkshire en la parcela en la cuarta semana de estar en pastoreo en el campo (20 semanas de edad) Lote 0, Zona 2, EAP Zamorano, Honduras.....	14

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, más agricultores involucran maquinaria agrícola, fertilizantes y plaguicidas químicos en sus labores para producción vegetal. De esta manera se ha creado una dependencia continua de grandes compañías transnacionales (Martínez 2003), las cuales suministran esos insumos. En Honduras alrededor de 41% de los agricultores hondureños utilizan fertilizantes químicos e insecticidas, sin embargo, 97% de ellos no tienen maquinaria agrícola lo cual crea la necesidad de buscar otras maneras de preparación del terreno (SICI-UNAH 2008).

En su mayoría varios pequeños y medianos productores no tienen los recursos financieros para la mecanización del terreno, por lo cual utilizan métodos manuales usando tracción animal o mano de obra para preparar el suelo para la siembra (Leonard 1981). Por ello, se crea la necesidad de buscar vías simples y eficientes para mejorar la producción agrícola en lugares donde la tecnología de maquinaria agrícola no tiene mucha presencia.

Este tipo de productores tienen sistemas de producción mixtos, combinando la producción agrícola con la producción animal. Debido a ello se propone aprovechar las características de cada uno, combinarlos y obtener el máximo provecho de ello. El involucrar la zootecnia en la producción agrícola, para sacar el máximo beneficio de cada sector (FAO 1999).

El pastoreo de los cerdos en el campo tiene varias ventajas para el productor, no solo consumen rastrojos, malezas y pastos del terreno sino que con sus trompas labran el suelo en búsqueda de comida. De esta forma ayudan en el volteado e incorporación de nutrientes al suelo. Con ello se puede acortar el tiempo para la preparación del terreno y reducir los costos de la misma, beneficiando al agricultor. Sin embargo este efecto se puede disminuir con el estado de humedad del suelo causando el efecto contrario de compactar el suelo si este está mojado.¹

El estiércol excretado por los cerdos sirve como fertilizante para el cultivo en forma directa o como base para los microorganismos, los cuales digieren los componentes orgánicos para transformarlos a formas absorbibles por las plantas. De esta manera no solo se aplican nutrientes en forma directa al suelo mediante la cerdasa, sino que reduce la cantidad de fertilizante químico agregado al terreno para suplir con los requerimientos nutricionales del cultivo (FAO 1999).

¹Arévalo, G. 2012. Profesora Asociada de Manejo de Suelo. EAP Zamorano. Comunicación personal.

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del pastoreo de cerdos sobre el porcentaje de materia orgánica, pH, contenido de nitrógeno, potasio y fósforo del suelo y el rendimiento de maíz dulce de variedad Sweet Vally. También se evaluó la ganancia de peso, consumo de alimento diario y la conversión alimenticia de los cerdos en dos ambientes: pastoreo y confinado en granja.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, Valle del Yeguaire, Francisco Morazán, Honduras. El terreno se encuentra a una altura de 800 m sobre el nivel del mar, a una temperatura de 24° C, una precipitación pluvial promedio de 1100 mm distribuidos entre los meses de mayo a octubre (Velasquez Mendez 2007). La parcela de campo se estableció en la sección de Olericultura, Zona 2, Lote 0. Los cerdos en confinado estuvieron en la Granja Porcina Educativa de Zamorano.

Método. En el terreno se sembró un ciclo de cultivo de maíz dulce de variedad Sweet Vally a mediados de Mayo del año 2011 para homogenizar las condiciones del terreno en las cuatro parcelas. Se cosechó a finales de Agosto y se tomaron muestras 12 muestras de suelo por parcela. Se analizaron en el Laboratorio de Suelos de Zamorano. Después se inició con la construcción de dos jaulas, una en cada parcela experimental, de nueve metros por 12 metros para hospedar cinco cerdos en cada una de ellas.

Los cerdos, siendo encastes de las razas Duroc, Landrace e Yorkshire con 16 semanas de edad, se trasladaron a finales de Agosto al campo, con un peso promedio de 68 kg cada uno, donde se quedaron durante seis semanas hasta inicios de Diciembre, cuando fueron cosechados en la Planta de Cárnicos de Zamorano con un peso promedio de 100 kg. Al igual se tuvo un lote de 14 cerdos en la Granja Porcina Educativa de Zamorano para comparar los datos de engorde de los cerdos.

En las parcelas de campo cada cerdo tuvo un espacio de 21.6 m² y en la Granja Porcina de 1 a 1.3 m² por cerdo (Castillo 2006). Se les ofreció en ambas ubicaciones alimento concentrado ad libitum y se midió el consumo diario en cada lugar. Después de la cosecha de los cerdos se realizó otro muestreo y análisis de suelo en las cuatro parcelas.

En el Laboratorio de Suelos se determinó el pH con un potenciómetro, materia orgánica mediante el método de Walkley Black concentración de nitrógeno calculado como el 5% de la materia orgánica, potasio mediante la solución extractora Mehlich 3 determinado por absorción atómica y fósforo usando la solución extractora Mehlich 3, analizándolo por colometría (Arévalo y Gauggel 2010).

A mediados de Abril del 2012 se preparó el terreno con una rastra pesada a una profundidad de 15 cm y después con una acamadora, creando camas de 20 cm de alto y 50 cm de ancho. Se sembró otro ciclo de maíz dulce de variedad Sweet Vally a un distanciamiento de 30 cm entre planta realizando un desmalezado cada mes y fertilizaciones semanales mediante fertiriego. Fue cosechado a inicios de Julio del 2012.

En la segunda siembra de maíz dulce se evaluó el peso y cantidad de mazorcas de maíz en las parcelas, comparando el rendimiento entre lotes con y sin cerdos. Para calcular el rendimiento de toneladas por hectárea se calculó con la ecuación [1].

$$\text{---} \text{-----} \quad [1]$$

Y la cantidad de mazorcas (expresado en miles) por hectárea se calculó con la ecuación [2].

$$\text{---} \text{-----} \quad [2]$$

En el caso de los cerdos se analizó el consumo de alimento, el cual fue medido diariamente al alimentar los cerdos. La ganancia de peso diaria (GDP) se calcula mediante la ecuación [3] (Castillo 2006).

$$\text{-----} \quad [3]$$

El índice de conversión alimenticia (ICA) se calculó con la ecuación [4] (Castillo 2006).

$$\text{-----} \quad [4]$$

Finalizado la fase de pastoreo, los datos de ganancia de peso animal fueron comparados con el desempeño de un lote contemporáneo, manejado bajo el sistema de producción convencional en la Granja Porcina Educativa de la Escuela Agrícola Panamericana.

Variables. En el suelo se analizó el pH, la materia orgánica, y concentración de nitrógeno, fósforo y potasio para sensibilizar el análisis estadístico se tomó la diferencia de cada parámetro antes y después del pastoreo. A los cerdos se les analizó el consumo diario de alimento, la ganancia de peso diario por animal (GDP) y el índice de conversión alimenticia (ICA). Al segundo ciclo de maíz dulce se analizó el rendimiento de peso y cantidad de mazorcas comparando entre las dos parcelas con y sin pastoreo de cerdos.

Tratamientos. En la producción de las parcelas de campo se tuvieron dos tratamientos: parcelas con y sin cerdos durante seis semanas con dos repeticiones de cada uno. En la producción animal se evaluó es sistema de engorde de cerdos comparando entre los cerdos en pastoreo y los cerdos en granja.

Diseño experimental. Para el experimento de producción de campo se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con dos repeticiones y para el otro experimento en la producción animal se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), comparando entre cerdos en pastoreo y cerdos en confinamiento, con dos repeticiones por tratamiento.

Análisis Estadístico. Todos los datos fueron analizados mediante la prueba t de student con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS[®] 2009).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo de alimento. El consumo diario de los cerdos en la Granja Porcina y el campo de hortalizas. Ambos resultados presentan diferencia estadística ($P=0.035$), donde confinado resultó con un mayor consumo diario, lo cual se puede deber al estrés calórico del cual están sufriendo los cerdos en pastoreo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación del consumo diario, la ganancia de peso diario e índice de conversión alimenticia en cerdos de encaste de Duroc, Landrace e Yorkshire, bajo dos sistemas de producción. EAP Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Consumo diario (kg/animal)	GDP (kg/animal)	ICA (kg)
Confinamiento	3.70 ± 1.61^a	0.89 ± 0.09^a	4.15^a
Pastoreo	3.31 ± 0.69^b	0.77 ± 0.09^b	4.37^b

^{a,b} Letras iguales corresponden a medias estadísticamente iguales ($P < 0.05$)

GDP: Ganancia de peso diario.

ICA: Índice de conversión alimenticia.

Se reportaron datos similares en el estudio realizado por Verdezoto Carrera (2009), el cual registró un consumo diario en las etapas de desarrollo y engorde en granja de 3.09 ± 0.62 kg/animal siendo ese dato menor al encontrado las parcelas del Lote 0. Los cerdos en pastoreo registraron un consumo mayor al reportado por Guevara Gonzalez (2010), el cual registró un consumo diario de 2.48 ± 0.09 kg/animal.

La cantidad de animales en el campo depende de los criterios de cada granja, la calidad del forraje, la etapa de desarrollo y las condiciones de clima como temperatura y precipitación (Guevara Gonzalez 2010). La ganancia de peso diario es menor en los animales en pastoreo comparado con los de la Granja Porcina de Zamorano, lo cual se puede atribuir al menor consumo diario provocado por el estrés calórico al igual como el consumo complementario de materia verde, efectos que no se aislaron.

La ganancia de peso diario en pastoreo fue más baja ($P=0.046$) que en confinamiento, lo cual pudo ser provocado por incremento en el gasto de calorías que el cerdo tuvo al movilizarse en búsqueda de su alimento y agua. Además los animales se encontraban expuestos a las condiciones ambientales, lo cual pudo provocar estrés calórico. Romero Galeano (2008) encontró una ganancia de peso diario de 0.73 ± 0.093 kg/animal en el campo, indicando que se encuentra en el rango aceptable.

En el índice de conversión alimenticia se encontró una diferencia significativa ($P=0.012$).

Comparando los datos de la Granja Porcina con datos obtenidos por el estudio realizado por Penagos Galeano (2002) con los cerdos a una misma área con un valor de 3.13, el índice es mayor. Eso puede tener como causa, que los cerdos se encuentran en su estado final de desarrollo y engorde.

Efecto en el suelo. No se encontró diferencias significativa entre los valores de pH y concentración de nitrógeno y fósforo, sin embargo, por el efecto del pastoreo si hubo diferencia para el valor de potasio ($P=0.019$) y materia orgánica ($P=0.045$). Se observa una reducción en todas las variables entre el muestreo inicial y final del suelo no atribuida al experimento. Los valores son promediados con sus respectivas desviaciones estándar (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de suelo antes y después del pastoreo de cerdos analizando los factores de pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio.

Tratamiento	T	Características				
		pH	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)
Con Cerdos	A	6.36±0.04	3.65	0.18	37.50±6.36	892.50±40.31 ^a
	F	5.41±0.04	3.35±0.20	0.17±0.01	29.50±7.78	694±263.04 ^a
Sin Cerdos	A	6.10±0.03	3.48±0.08	0.18±0.01	23.50±2.12	642±2.83 ^b
	F	5.89±0.02	3.22±0.18	0.16±0.01	18.50±6.36	455±1.41 ^b

^{a,b} Letras iguales corresponden a medias estadísticamente iguales ($P<0.05$)

T: Tiempo; A: Antes; F: Final;

MO: Materia orgánica; N: Nitrógeno; P: Fósforo; K: Potasio

Las diferencias de cada parámetro evaluado en el suelo entre las condición al inicio y al final del tratamiento, mostró diferencias significativas en el contenido de materia orgánica y potasio, (Cuadro 3).

Cuadro 3. Diferencia de condición química del suelo antes y después del pastoreo de cerdos analizando los factores de pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio, Lote 0, Zona 2, EAP Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Variación de los valores					
	Δ pH	%			mg/kg	
		Δ Materia orgánica	Δ Nitrógeno	Δ Fósforo	Δ Potasio	
Con cerdo	- 0.95 ^a	- 0.30 ^a	- 0.01 ^a	- 8.00 ^a	- 198.80 ^a	
Sin cerdo	- 0.21 ^a	- 0.26 ^b	- 0.02 ^a	- 5.00 ^a	- 187.00 ^b	

^{a,b} Letras iguales corresponden a medias estadísticamente iguales ($P<0.05$)

La pérdida significativa de materia orgánica se puede explicar con la oxidación directa de ella por falta de cobertura vegetal del suelo. Como los cerdos labran y comieron la cobertura vegetal, quedaba prácticamente nada que impedía la oxidación y pérdida de materia orgánica. El potasio se reduce por la absorción de él por la cobertura y como los cerdos se comieron y labraron el suelo no se perdió tanto el nutriente en parcelas con cerdos (Arévalo y Gauggel 2010).

Cosecha de maíz dulce. La cantidad de maíz cosechado no mostró diferencia estadística entre tratamientos. ($P > 0.05$). Al observar el crecimiento de las plantas se pudo identificar visualmente las parcelas que tuvieron cerdos en pastoreo, porque las plantas sobresalían en altura antes las demás, pero no se midió esta variable.

Cuadro 4. Rendimiento de maíz con base en peso y cantidad de mazorcas en el Lote 0 de Zona 2 de Olerocultura bajo pastoreo de cerdos, Lote 0, Zona 2, EAP Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Mazorca	
	Peso (t/ha)	Cantidad (mil/ha)
Con cerdo	1.64 ± 0.03 ^{n.s.}	47.04 ± 0.83 ^{n.s.}
Sin cerdo	1.47 ± 0.05 ^{n.s.}	45.09 ± 1.57 ^{n.s.}

^{n.s.} Diferencias no significativas ($P < 0.05$)

4. CONCLUSIONES

- Los cerdos en pastoreo presentaron un menor consumo, una menor ganancia de peso diario y mayor índice de conversión alimenticia que los cerdos en confinamiento.
- Las características del suelo, el pH y la concentración de nitrógeno y fósforo no presentaron diferencias entre las parcela con cerdos en comparación sin cerdos. Hubo cambios significativos en las parcelas con cerdos en potasio y materia orgánica.
- El pastoreo de cerdos no afecta la producción de maíz *Zea maíz* de la variedad Sweet Vally.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para futuros estudios realizar más repeticiones para mejorar los datos del rendimiento del estudio.
- Para evaluar los aportes de los cerdos al suelo se recomienda alargar el tiempo de los cerdos en el campo.
- Para experimentos similares se recomienda medir en el cultivo la altura de planta, en el suelo, características físicas como la estructura, resistencia a la penetración y nitrógeno por un método de medida y no estimación como en este caso.
- Medir el efecto en diferentes estados de humedad del suelo.
- Tomar datos de rendimiento en canal y sus características al momento de la cosecha del animal.

6. LITERATURA CITADA

Arévalo, G; Gauggel, C. 2010. Manual de prácticas del curso de manejo de suelos y nutrición vegetal. 5 ed. Zamorano, Honduras. 75 p.

Castillo, R. 2006. Producción de Cerdos. Primera edición Zamorano Academic Press. Zamorano, Honduras. 89 p.

FAO. 1999. La Caja de Herramientas Sobre Ganadería y Medio Ambiente (en línea). Consultado 28 oct. 2012. Disponible en <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/Index.htm>

Guevara Gonzalez, J.C. 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. Proyecto especial de graduación del programa de Ciencia y Producción Agropecuaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 26 p.

Leonard, D. 1981. Cultivos Tradicionales. La preparación de la tierra para el cultivo (en línea). Consultado 25 ago. 2012. Disponible en http://www.cd3wd.com/cd3wd_40/hlthes/pc/m0035s/es/M0035S00.HTM#CONTENTS

Martinez, J. M. 2003. Acuíferos y Agroquímicos en una Región Fronteriza: Retos y Oportunidades del TLCAN para la Agricultura Mexicana. 34 p.

Penagos Lizama, M.F. 2002. Evaluación de tres densidades poblacionales en la etapa final de cerdos de engorde. Proyecto especial de graduación del programa de Ciencia y Producción Agropecuaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 14 p.

Romero Galeano, R.N. 2008. Desempeño productivo en campo, calidad características sensoriales de la carne de verracos y cerdos castrados. Proyecto especial de graduación del programa de Ciencia y Producción Agropecuaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 18 p.

SICI-UNAH. 2008. Agricultura Orgánica en Honduras y Tendencias de Mercados Internacionales Para estos Productos (en línea). Consultado 22 ago. 2012. Disponible en <http://www.sici-unah.org/art/Agricultura%20Organica%20en%20Honduras.pdf>

Velásquez Méndez, D. E. 2007. Estudio semidetallado de suelos de la parte plana de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ciencia y Producción Agropecuaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 78 p.

Verdezoto Carrera, M.A. 2009. Desempeño productivo en campo, calidad y características sensoriales de la carne de cerdos castrados o inmunocastrados. Proyecto especial de graduación del programa de Ciencia y Producción Agropecuaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 20 p.

7. ANEXOS



Anexo 1. Establecimiento del cerco externo de la primera parcela en el Lote 0, Zona 2, EAP Zamorano, Honduras.



Anexo 2. Cerdos de encaste de Duroc, Landrace e Yorkshire en pastoreo comiendo materia verde en la parcela en el Lote 0, Zona 2, EAP Zamorano, Honduras.



Anexo 3. Cerdos de encaste de Duroc, Landrace e Yorkshire en la parcela en la cuarta semana de estar en pastoreo en el campo (20 semanas de edad) Lote 0, Zona 2, EAP Zamorano, Honduras.