

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES**

**Tema:**

**“EVALUACIÓN DE UN INOCULANTE MICROBIANO EN EL  
PROCESO DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE  
UNA GRANJA PORCINA, LATACUNGA, ECUADOR”**

---

Realizado por:  
Franklin Javier Sango

Director del proyecto de tesis:  
Eduardo Lobo Alcayaga Ph. D

**Como requisito para la obtención del título de:**

**MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**



## ○ Introducción:



- La porcicultura a tenido un fuerte crecimiento, en respuesta a la demanda de carne de cerdo en el mercado nacional e internacional, esto a generado impactos ambientales relacionados con el deficiente manejo de desechos
- AGROCALIDAD, ASPE & MAGAP (2010) realiza el primer censo porcino identificando 1.737 granjas porcinas con 20 o más animales o con un mínimo de 5 madres. De forma general los purines de la mayoría de las granjas porcinas se descargan en ríos y quebradas, entre 45% y 53%. La excepción es Galápagos, donde el porcentual de descarga alcanza 90%.
- El consumo estimado de carne de cerdo en 2010 era de 7,3 kg/persona/año. En el año 2016 la cifra aumentó para 10 kg/persona/año.

## Contaminación ambiental

la contaminación ambiental ocasionada por los desechos porcinos genera impactos adversos al agua, suelo, aire, que incluyen olores desagradables y la proliferación de plagas de insectos. Los principales componentes son heces, orina y alimento desperdiciado, que son arrastrados por el agua residual durante el proceso de limpieza. La cantidad de residuos generados tiene relación con las etapas del proceso productivo, alimentación y cantidad de agua consumida

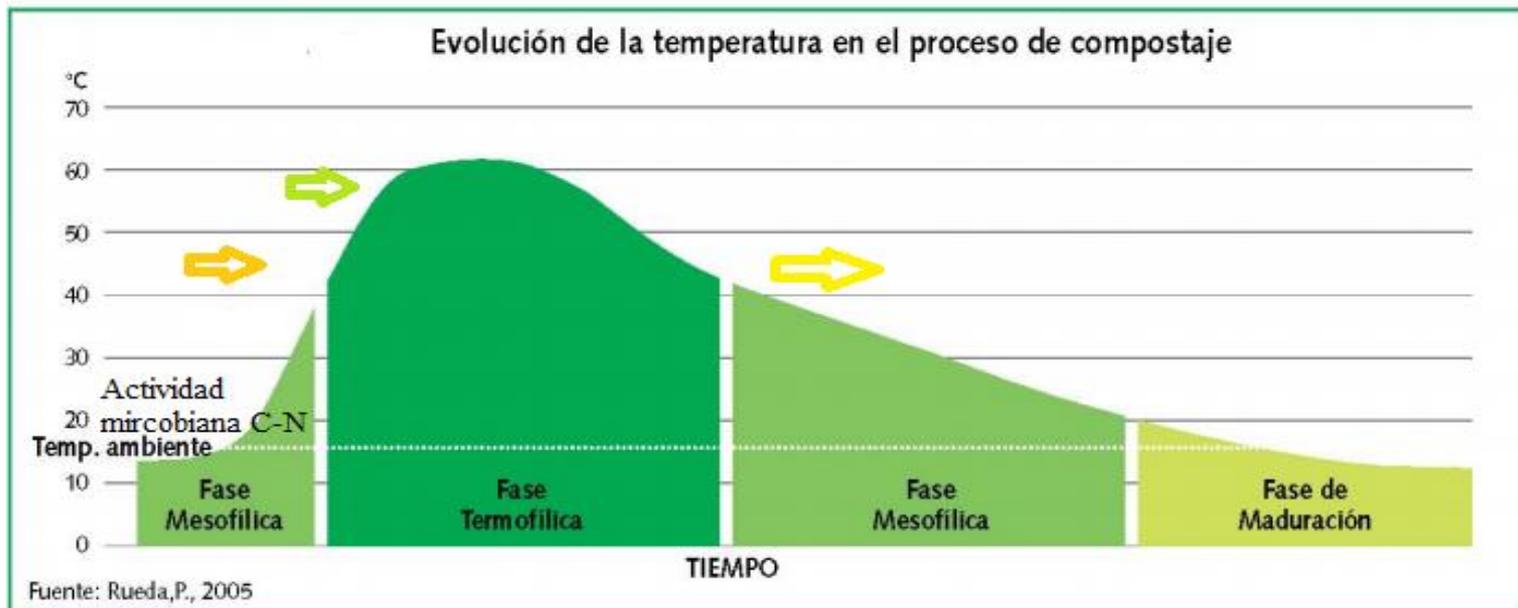


CARLOS GRANJA



## Compostaje:

El compostaje es una de las alternativas para gestionar los residuos orgánicos. La duración del proceso está relacionada con el origen de los residuos, el tamaño de partícula, la disposición de la pila, la aireación, la humedad y la población biológica activa. El área destinada para el efecto es directamente proporcional a la cantidad de residuos y el tiempo del proceso



## Inóculos

La utilización de preparados microbianos (inóculos) como **aceleradores de la degradación de la materia orgánica en el compostaje**, debe garantizar la constitución de agregados significativos en número, para producir una bioaumentación y la reducción del tiempo de formación y maduración del compost, lo que permite reducir el tiempo del compostaje.



## Planteamiento del Problema

La granja porcina trabaja con procesos de compostaje de sus residuos orgánicos desde enero del 2017. Sin embargo, en el mes septiembre de 2019 hubo una denuncia por parte de la comunidad vecinal ante el Ministerio del Ambiente, reclamando de la existencia de (malos) olores expelidos por el proceso normal de producción y de compostaje de la empresa. Por estos motivos, la empresa, consciente de su papel social y ambiental en la comunidad donde está ubicada, optó por la adquisición de un preparado microbiano (inóculo), para tratar este problema, además de incorporar beneficios al proceso de compostaje debido a la adición de este inóculo.



# OBJETIVOS

## ➤ OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar la eficiencia de un inoculante microbiano en el proceso de compostaje utilizando residuos orgánicos de una granja porcina.

### Objetivo específico 1:

- Analizar las variables temperatura y conductividad eléctrica en el proceso de compostaje de residuos orgánicos de la granja porcina, sin y con la adición del inoculante microbiano.

### Objetivo específico 2:

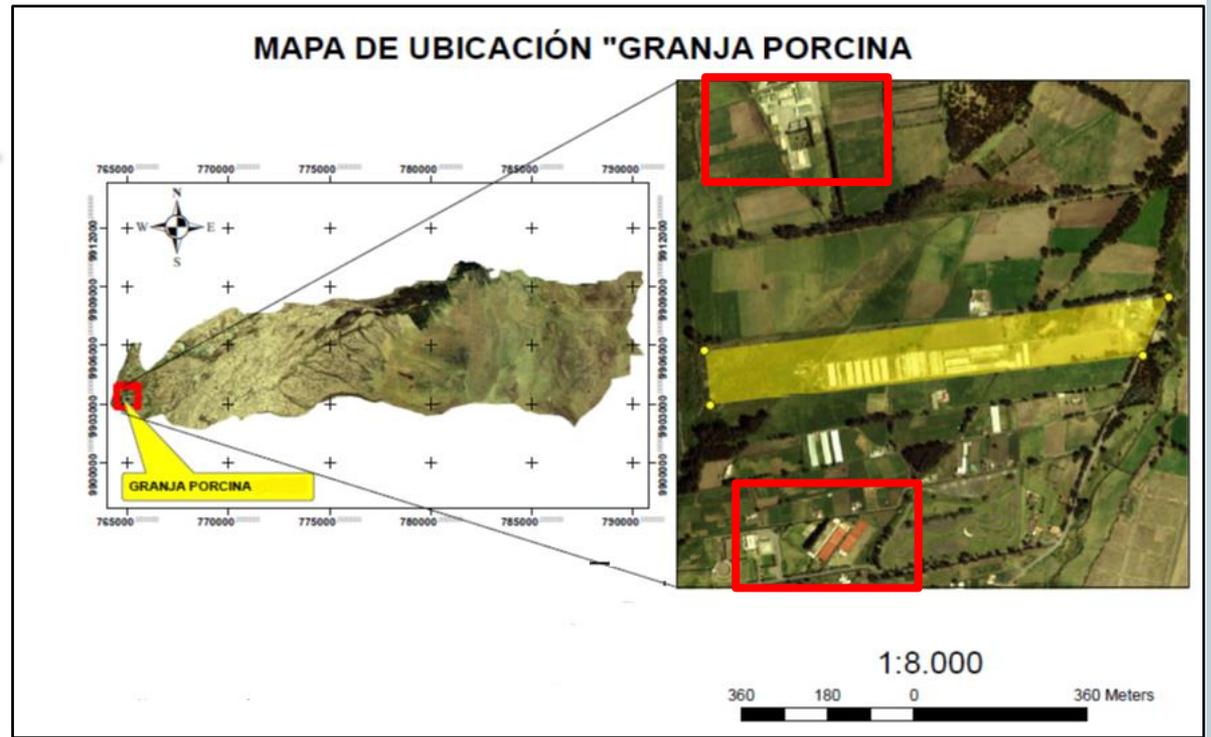
- Analizar los parámetros humedad, pH, nitrógeno total, carbono orgánico y Relación C/N en el proceso de compostaje de residuos orgánicos de la granja porcina, sin y con la adición del inoculante microbiano.

### Objetivo específico 3:

- Verificar la eficiencia de la adición del inóculo microbiano en el proceso de compostaje de residuos orgánicos de la granja porcina, comparando un tratamiento control TC (sin la aplicación del inóculo bacteriano) con un tratamiento experimental TE (con la aplicación del inóculo bacteriano), utilizando normas de producción vigentes.

# METODOLOGÍA:

## Ubicación



## ➤ Área de Estudio



**El inóculo microbiano empleado** es un Biocatalizador Microbiano de Desechos Orgánicos (BMDO©), adquirido junto a la empresa BioControlScience, Ecuador.

<b>Característica</b>	<b>Actividad</b>	<b>Dosis ml*</b>
<b>Fase de inicio</b>	Volteos	100ml/20 litros de agua
<b>Fase media</b>	Volteos	500ml/20 litros de agua
<b>Fase última</b>	Cosecha	500ml/20 litros de agua

## Compostera:

Se implementaron 3 pilas para el tratamiento control y 3 pilas para el tratamiento experimental, que poseen las siguientes dimensiones: 5 m de largo y 1,20 m de alto y 2 m de base.

### Residuos orgánicos para compostaje

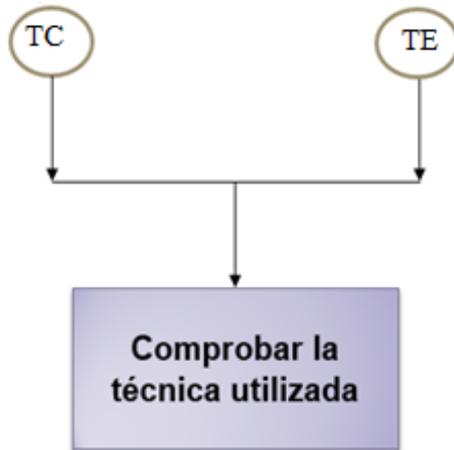
Cascarilla de arroz	2 m <sup>3</sup>
Estiércol de cerdos	4 m <sup>3</sup>
Concentrado de estiércol	6 m <sup>3</sup>

Total de residuos dispuestos para el diseño experimental por tratamiento: 12 m<sup>3</sup>



## Análisis de los tratamientos/muestras:

Inicio: 02-12-2019  
Final: 04-02-2020



### Ecuador:

*“Manual técnico para el registro y control de fertilizantes, enmiendas de suelo y productos afines de uso agrícola”*

**Especificaciones de los fertilizantes orgánicos, mezclados o compuestos, conforme la Instrucción Normativa Brasileña 25/2009 (BRASIL, 2009).**

Garantía	Abono ( compost)
	Clase C
Humedad (máx.)	50 %
Nitrógeno total - N (mín.)	0,5 %
*Carbono orgánico (mín.)	10 %
*CTC <sup>(1)</sup>	Conforme declarado
pH (mín.)	6,0
Relación C/N (máx.)	14 %
*Relación CIC/C <sup>(1)</sup>	Conforme declarado
Otros nutrientes	Conforme declarado

\*Valores expresados en base seca, unidad determinada a 65°C.

(1) Es obligatoria la declaración en el proceso de registro del producto.

# Análisis de Datos

## Estadística Descriptiva

Promedio

Desviación Estándar

Coeficiente de Variación

prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney.

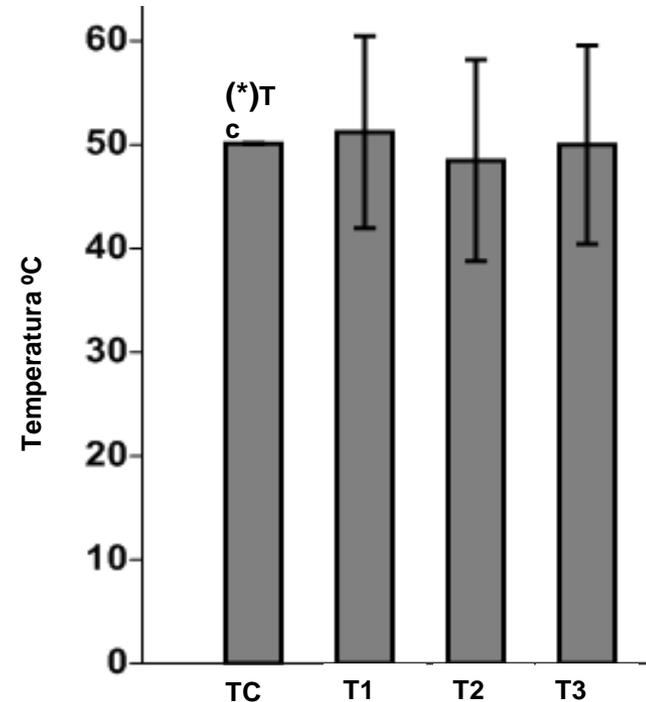
PAST (HAMMER et al., 2001)



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de Temperatura

La temperatura es el factor que influye más críticamente en la velocidad de descomposición de la materia orgánica durante el compostaje.

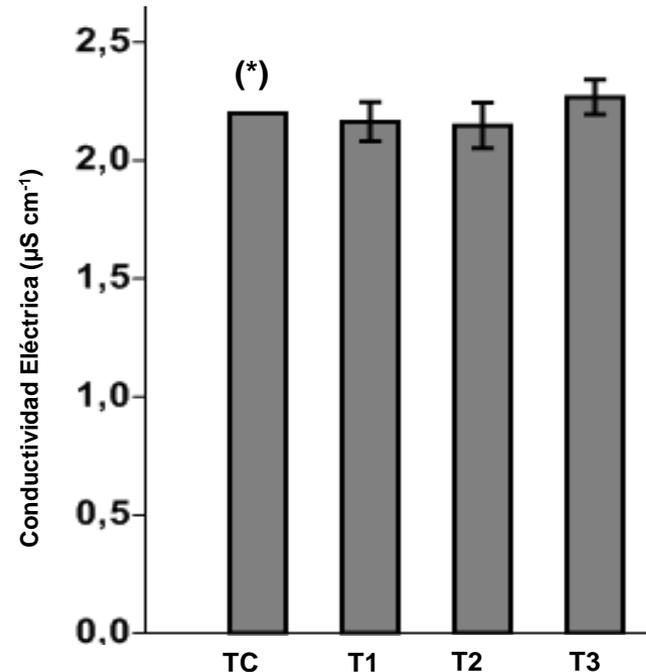


Promedio ( $\pm$  desviación estándar) de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) del proceso de compostaje de residuos de cerdos para el Tratamiento Control TC (sin la aplicación del inóculo bacteriano) y para los valores experimentales T1, T2 y T3 (con la aplicación del inóculo bacteriano), realizado en una granja porcina, entre 02/12/2019 a 04/02/2020. (\*) Diferencia no significativa ( $p > 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de Conductividad

la conductividad eléctrica es importante porque depende de los materiales con los que se ha elaborado el compost (cascarilla de arroz, estiércol, agua, etc.).



Promedio ( $\pm$  desviación estándar) de la conductividad eléctrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) del proceso de compostaje de residuos de cerdos para el tratamiento control TC (sin la aplicación del inóculo bacteriano) y para los valores experimentales T1, T2 y T3 (con la aplicación del inóculo bacteriano), realizado en una granja porcina, entre 02/12/2019 a 04/02/2020. (\*) Diferencia no significativa ( $p>0.05$ ).

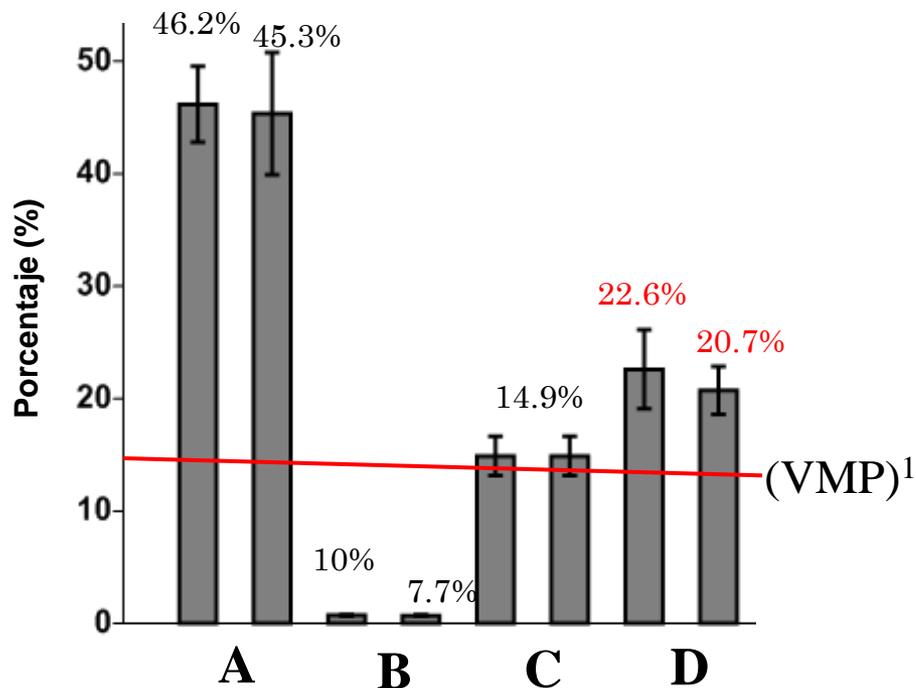
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de Fertilizantes (Compost)

Parámetros	HU TC	HU TE	PH TC	PH TE	NT TC	NTTE	CO TC	CO TE	CN TC	CN TE
Muestras	49.8	39.1	6.5	6.5	0.65	0.69	12.9	12.9	26.4	18.6
	45.6	49.2	6.5	6.5	0.75	0.78	16.2	1.2	21.9	20.7
	43.1	47.7	6.5	6.5	0.79	0.68	15.6	15.6	19.5	22.9
(P ± DS)	46,2 ± 3,4	45,3 ± 5,4	0	0	0,73 ± 0,07	0,72 ± 0,06	14,9 ± 1,6	14,9 ± 1,8	22,6 ± 3,5	20,7 ± 2,2
CV	7,3%	12%	0	0	10,0%	7,70%	11,8%	11,8%	15,5%	10,4%

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ➤ Análisis estadísticos de datos:



**A (Humedad), 50% max**  
**B (Nitrógeno total), 0.5% min**  
**C (Carbono orgánico), 10% min**  
**D (Relación C/N), 14% max**

(VMP) (BRASIL, 2009).

Valor Máximo Permitido para Relación C/N = 14% (BRASIL, 2009).

Soto & Meléndez, (2004), concluyeron que se considera un compost maduro el que tenga una relación C/N < 20-25%

Promedio ( $\pm$  desviación estándar) de los parámetros medidos (%) en el compost producido utilizando compostaje en el Tratamiento Control (TC – 04/02/2019) Y el Tratamiento Experimental (TE – 04/02/2020). A (Humedad - TC y TE). B (Nitrógeno Total – TC y TE). C (Carbono Orgánico – TC y TE). D (Relación C/N – TC y TE). (VMP)<sup>1</sup>: Valor Máximo Permitido para la relación C/N = 14% (Brasil, 2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

**Tratamiento 1 (TC) y 2 (TE), muestras 1, 2 y 3 de las colectas realizadas el 02-12-2019 al 04-02-2020**

\*diferencias significativas ( $p > 0,05$ )

- Humedad (p= 1 ) ▲ (p> 1)
- pH (p=1 ) ▲ (p> 1)
- Nitrógeno total (p=1 ) ▲ (p> 1)
- Carbono orgánico (p=1 ) ▲ (p> 1)
- Relación C/N (p=0,7 ) ▲ (p> 0,7)



No hubo diferencias significativas ( $p > 0.05$ )



## Conclusiones

---

- Considerando el diseño experimental propuesto, concluimos que la adición del inóculo en el Tratamiento Experimental (TE), **no contribuyó para aumentar la eficiencia del proceso de compostaje**, ya que no hubo diferencias significativas entre las variables temperatura y conductividad eléctrica ( $p > 0.05$ ), así como los parámetros humedad, pH, nitrógeno total, carbono orgánico y Relación C/N ( $p > 0.05$ ).
- Además, todos estos parámetros se encuentran dentro de los límites establecidos por la Instrucción Normativa (IN) 25/2009 (BRASIL, 2009) para abonos orgánicos provenientes del proceso de compostaje, resultando en un producto para uso seguro en la agricultura.
- En relación a la denuncia por malos olores generada por la comunidad de influencia directa ante el Ministerio del ambiente, se concluye que la aplicación del inóculo microbiano redujo los olores expelidos a niveles considerables, una vez que esta condición fue ratificado por el ente regulador y la comunidad.

## RECOMENDACIONES:

---

- Proponer un nuevo diseño experimental, aumentando tanto el tamaño de muestra, como la periodicidad del muestreo.
- Implementar técnicas de producción más limpias de producción y control del proceso de compostaje de residuos orgánicos de la granja porcina, **una vez que los resultados de esta investigación demostraron que el inóculo bacteriano fue eficiente, apenas, en la disminución de malos olores expelidos por el proceso,** condición que no justifica la inversión y con ello contribuir al equilibrio financiero de la empresa.



## Referencias Citadas

---

▪ Azurduy, S., Azero, M., Ortuño, N., Bolivia, C., PROINPA Centro El Paso, F., Meneces, A., & El Paso, Z. (2016). Evaluación de Activadores Naturales para Acelerar el Proceso de Compostaje de Residuos Orgánicos en el Municipio de Quillacollo. *Acta Nova*, 7, 1683–0768. [http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v7n4/v7n4\\_a02.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v7n4/v7n4_a02.pdf)

▪ [https://www.researchgate.net/profile/Francisco\\_Cervantes/publication/228790955\\_Estrategias\\_para\\_el\\_aprovechamiento\\_de\\_desechos\\_porcinos\\_en\\_la\\_agricultura/links/0a85e52f8e422c6f03000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Francisco_Cervantes/publication/228790955_Estrategias_para_el_aprovechamiento_de_desechos_porcinos_en_la_agricultura/links/0a85e52f8e422c6f03000000.pdf)

▪ **AGROCALIDAD, ASPE, & MAGAP. (2010). Encuesta Nacional Sanitaria De Granjas De Ganado Porcino. In *Agrocalidad* (Vol. 1).**

ASPE. (2016). Estadísticas porcícolas 2016. 13/02/2020, de Asociación Porcícola Ecuador.

<https://www.aspe.org.ec/index.php/informacion/estadisticas/estadisticas-porcicolas-2016>

Cervantes, F. J., Saldívar-Cabrales, J., & Yescas, J. F. (2007). Estrategias para el aprovechamiento de desechos porcinos en la agricultura. In *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* (Vol. 3, Issue 1).

▪ **BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa DAS n. 25, de 23 de julho de 2009. Diário Oficial da União, Brasília, v. 142, p. 20, jul. 2009.**

▪ **HAMMER, & O. (2001). PAST : Paleontological statistics software package for education and data Analysis. *Paleontología Electrónica*, 4, 9p. [Http://Palaeo-Electronica.Org/2001\\_1/Past/Issuel\\_01.Html](Http://Palaeo-Electronica.Org/2001_1/Past/Issuel_01.Html). Retrieved from <https://ci.nii.ac.jp/naid/10030566307/>**

Rosario Pérez Espejo( 2006 ). Granjas porcinas y medio ambiente Contaminación del del agua en La Piedad, Michoacán [http:// ec.unam.mx/1960/1/04\\_GranjasPorcinas.pdf](http://ec.unam.mx/1960/1/04_GranjasPorcinas.pdf)

*¡Gracias!*



La Granja porcina tiene aproximadamente 35 años, la población llegó hace 15 años es decir ellos llegaron más tarde

La temperatura como influye en el compostaje....

Por que utilizamos una norma brasileña, por que en el país no existe normativa por que existen trabajos relacionados al compostaje en relación a la norma brasileña que se aplica a las condiciones nuestras.

Explicar TC, TE1, TE2, TE3, explicar de donde viene en relación en temperatura y los bigotes corresponde la desviación estándar.

Por que se ha utilizado un test no paramétrico, por que el tamaño de muestras es pequeño la literatura indica el uso de tests no paramétricos para evitar cometer errores tipo1, tipo2

Numero de parámetros se tiene para Análisis Anova

Por que no se ha utilizado un análisis de la varianza

Explicar tabla de parámetros??

Indicar el tipo de humedad se esta midiendo en el compost, la humedad relativa por que es un porcentaje.

Temperatura de compost: mesofílica