

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

ESTUDIO DEL EFECTO DE LODOS RESIDUALES LÁCTEOS EN SUELOS AGRÍCOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE AVENA (*Avena sativa* L.), EN LA COMUNIDAD LA ESPERANZA, PROVINCIA DEL CARCHI.

Proyecto de tesis presentado como requisito para la obtención del título de ingeniero agropecuario.

Autor:

Revelo Rosero Franklin Andrés

Director:

Ing. Miguel Aragón Esparza MSc.

IBARRA-ECUADOR, 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
ARTÍCULO CIENTÍFICO

TEMA: “ESTUDIO DEL EFECTO DE LODOS RESIDUALES LÁCTEOS EN SUELOS AGRÍCOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE AVENA (*Avena sativa* L.), EN LA COMUNIDAD LA ESPERANZA, PROVINCIA DEL CARCHI.”

Autor: Franklin Andrés Revelo Rosero

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO: Ing. Miguel Aragón, MSc.

COMITÉ LECTOR:

Ing. Miguel Gómez, MSc.

Ing. María José Romero, MSc.

Dr. Luis Nájera

AÑO: Abril 2018.

LUGAR DE INVESTIGACIÓN: La presente investigación se realizó en la hacienda El Espino, ubicada en el La Esperanza, provincia del Carchi.

Ibarra – Ecuador 2018

DATOS INFORMATIVOS



NOMBRES: Franklin Andrés

APELLIDOS: Revelo Rosero

CÉDULA DE IDENTIDAD: 040180771-4

FECHA DE NACIMIENTO: 9 de julio de 1991

ESTADO CIVIL: Soltero

DIRECCIÓN: Av. Mariano Acosta, Ibarra.

TELÉFONO: 0991370685

E-MAIL: andres1991revelo@gmail.com

FECHA: 10 de abril del 2018.

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA – UTN

Fecha: 10 de abril del 2018.

Franklin Andrés Revelo Rosero

“ESTUDIO DEL EFECTO DE LODOS RESIDUALES LÁCTEOS EN SUELOS AGRÍCOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE AVENA (*Avena sativa* L.), EN LA COMUNIDAD LA ESPERANZA, PROVINCIA DEL CARCHI.”

Autor: Franklin Andrés Revelo Rosero

TRABAJO DE GRADO

Ingeniero en Agropecuaria, Universidad Técnica del Norte, Carrera de Ingeniería en Agropecuaria, Ibarra, 10 de abril del 2018.

DIRECTOR: Ing. Miguel Aragón, MSc.

El objetivo de esta investigación, evaluar el efecto de lodos residuales lácteos en suelos agrícolas para la producción de avena común (*Avena sativa* L.), en la comunidad La Esperanza, Provincia del Carchi.

Ibarra, 10 de abril del 2018

Franklin Andrés Revelo Rosero

AUTOR

Ing. Miguel Aragón, MSc.

DIRECTOR

ESTUDIO DEL EFECTO DE LODOS RESIDUALES LÁCTEOS EN SUELOS AGRÍCOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE AVENA (*Avena sativa* L.), EN LA COMUNIDAD LA ESPERANZA, PROVINCIA DEL CARCHI.

Franklin Andrés Revelo Rosero¹, Miguel Aragón Esparza²
(andres1991revelo@gmail.com)

Universidad Técnica del Norte
Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

RESUMEN

En el estudio se realizó una fertilización con lodos residuales lácteos (LRL) más compostaje de LRL (compost). Se evaluó el efecto de los lodos residuales lácteos en el suelo y en la producción del cultivo de avena. Se lo realizó en dos tipos de suelo un franco arenoso y un franco. Las cantidades de fertilizantes se lo hizo de acuerdo con el requerimiento de N para el cultivo una vez realizado los análisis de suelo. Los tratamientos fueron: T1 (25% LRL+75% compost), T2 (50% LRL + 50% compost), T3 (75% LRL + 25% compost), T4 (urea) y T5 (sin fertilizar). Se realizaron análisis de suelo antes y después de la fertilización para realizar los análisis, teniendo un periodo de 112 días. Se utilizó un DPD donde se evaluó textura, densidad aparente, pH, conductividad eléctrica, contenido de materia orgánica en el suelo, concentración de N, P, K en el suelo, altura de planta y rendimiento de materia seca del cultivo de avena. La textura no se vio afectada por la fertilización, para el pH tuvo tendencia de alcalinización en el suelo franco arenoso, la conductividad eléctrica si presento cambios por la fertilización. La materia orgánica tuvo un decrecimiento en ambos tipos de suelo, la concentración de N y P aumentaron con la fertilización, mientras que, la concentración de potasio redujo luego de la fertilización. El rendimiento fue similar entre tratamientos en el suelo franco arenoso, para el suelo franco se obtuvo rendimientos bajos sin hacer la fertilización.

Palabras claves: Lodo residual lácteos, fertilización, producción.

ABSTRACT

In the study, it was possible to perform a fertilization with residual dairy sludge (LRL) plus composting of LRL (compost). The purpose of which was to evaluate the effect of residual sludge on the soil and on the production of the oat crop. It was done in two types of soil, one sandy loam and one loam. The fertilizer quantities were made according to the N requirement for the crop once the soil analyzes were carried out. The treatments were: T1 (25% LRL + 75% compost), T2 (50% LRL + 50% compost), T3 (75% LRL + 25% compost) and T4 (urea) and T5 (without fertilize), for each type of soil. Soil analyzes were performed before and after fertilization to perform the analyzes, having a period of 112 days. A DPD was used where texture, bulk density, pH, electrical conductivity, content of organic matter in the soil, N, P, K concentration in the soil, plant height and dry matter yield of the oat crop were evaluated. The texture was not affected by the fertilization, for the pH it had a tendency of alkalization in the loamy sandy soil, the electrical conductivity if I present changes by fertilization. The organic matter had a decrease in both types of soil, the concentration of N and P increased with fertilization, while the concentration of potassium reduced after fertilization. The yield was similar between treatments in the sandy loam soil, for the loam soil low yields were obtained without doing the fertilization.

Key words: residual dairy sludge, fertilization, production.

INTRODUCCIÓN

El diario EL COMERCIO (2016), menciona que la producción lechera ha hecho un cambio en el sector productivo del cantón Montufar, esto se ha generado por la rentabilidad de explotación de ganadería lechera. De acuerdo a las encuestas realizadas por INEC (2016), en el Ecuador la producción lechera en el año 2016 fue de 5 319 288 litros/día. De la elaboración bruta generada por el país 2.8 millones de litros son destinados a industrias formales encargadas de la producción de derivados lácteos (El Telegrafo, 2016). Por cada litro de leche procesada se genera de 1,5 a 2,5 litros de agua residual (EOI, 2008). Esto permite hacer una relación concluyendo que se generan entre 4.2 a 7 millones de litros de aguas residuales al día por el procesamiento de la leche. Lo antes mencionado genera una preocupación desde el punto de vista ambiental para el sector industrial lechero por la disposición final de los efluentes. Una manera adecuada de disposición final de lodos residuales lácteos es su uso en el campo agrícola, forestal y recuperación de áreas degradadas, por lo que permite la reutilización de estos residuos convirtiéndolos así en un recurso para los

sistemas de producción (López et al., 2000).

Para la presente investigación se implementó un ensayo, en el cual se utilizó lodos residuales lácteos de la planta de tratamiento de Alpina S.A. San Gabriel más compostaje de lodos residuales lácteos obtenidos de la florícola Golden, para la fertilización edáfica, teniendo como cultivo indicador avena común (*Avena sativa* L.).

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el efecto de lodos residuales lácteos en suelos agrícolas para la producción de avena común (*Avena sativa* L.), en la comunidad La Esperanza, Provincia del Carchi.

Objetivos Específicos

Analizar las características físico-químicas del suelo antes y después de la aplicación de lodos residuales lácteos.

Cuantificar el contenido de materia seca y rendimiento de avena común (*Avena sativa* L.) en los tratamientos en estudio.

Determinar dosis óptimas de lodos residuales lácteos para suelos agrícolas en la producción de avena común (*Avena sativa* L.).

METODOLOGÍA

La presente investigación estuvo ubicada en la hacienda el Espino en la comunidad La Esperanza, en la provincia del Carchi.

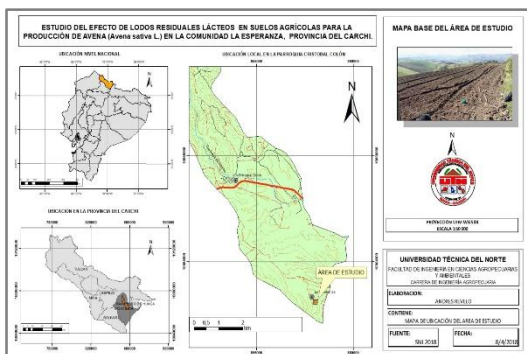


Fig. 1 Localidad del área de estudio.

TRATAMIENTOS

Una vez realizado los análisis de suelos y obtenido los niveles de nitrógeno en el suelo, los porcentajes de lodos residuales lácteos (LRL) más compostaje de lodos residuales lácteos (compost de LRL) se incorporaron para proporcionar el 100% del requerimiento de nitrógeno, necesario para el desarrollo del cultivo de avena. Estos se los comparo con una fertilización convencional (FC) donde se utilizó únicamente urea y un tratamiento de control y esto se incorporo en dos tipos de suelo (franco arenoso y franco).

Tabla 1 Tratamientos.

Tratamiento	LRL (%)	Compost de LRL (%)	Tipo de suelo
T1	25	75	Franco arenoso
T2	50	50	Franco arenoso
T3	75	25	Franco arenoso
T4(Testigo)		FC	Franco arenoso
T5(testigo)		SF	Franco arenoso
T5	25	75	Franco
T6	50	50	Franco
T7	75	25	Franco
T8 (testigo)		FC	Franco
T9(testigo)		SF	Franco

FC: Fertilización convencional, SF: Sin fertilización

VARIABLES

V. Edáficas

1. Textura.
2. Densidad aparente.
3. pH.
4. Conductividad eléctrica.
5. Contenido de materia orgánica.
6. Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio.

V. Agronómicas de la avena

7. Altura de planta.
8. Rendimiento de materia seca.

RESULTADOS

Textura

Arena

Tabla 2

*Medias y error estándar de la interacción Tipo de suelo*Tratamiento del porcentaje de arena en el suelo.*

Tipo de suelo	Tratamientos	Medias (%)	E.E.	Rango
FA	3	65.67	2.17	A
FA	2	64.53	2.66	A
FA	4	63.20	1.38	A
FA	5	61.40	3.09	A
FA	1	53.80	1.65	B
F	4	50.80	1.08	BC
F	2	48.53	1.48	C
F	5	47.13	0.97	C
F	3	46.72	0.60	C
F	1	46.53	0.87	C

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), FA: franco arenoso, F: franco.

Limo

Tabla 3

Tipo de suelo	Tratamientos	Medias (%)	E.E.	Rango
F	3	35.38	0.29	A
F	4	33.47	0.89	AB
F	5	31.23	1.97	BC
F	1	31.20	1.03	BC
F	2	31.17	1.34	BC
FA	1	32.70	0.72	AB
FA	5	28.50	0.92	CD
FA	2	27.13	2.28	D
FA	4	26.83	0.90	D
FA	3	25.43	1.80	D

Arcilla

Tabla 4
Medias y error estándar por tipo de suelo, del porcentaje de arcilla.

Tipo de suelo	Medias (%)	E.E.	Rango
Franco	19.57	0.75	A
Franco Arenoso	10.15	0.74	B

En cuanto a la arcilla, los porcentajes no fueron influenciados por la aplicación de los fertilizantes, sin embargo, en el suelo franco arenoso se obtuvieron valores inferiores del porcentaje de arcilla con relación al suelo franco.

Tabla 5
Medias y error estándar por tratamientos, del porcentaje de arcilla

Tratamientos	Medias (%)	E.E.	Rango
1	17.88	1.51	A
5	15.87	2.20	AB
2	14.32	2.18	B
3	13.37	1.53	B
4	12.85	1.30	B

En cuanto a los tratamientos, se obtuvieron valores estadísticamente más altos en el tratamiento 1, comparado a los tratamientos 2,3 y 4. El tratamiento 5 tuvo valores intermedios, lo antes mencionado es independientemente del tipo de suelo y la aplicación de fertilizantes.

Las fracciones porcentuales de arena, limo y arcilla no fueron afectadas por la aplicación de los lodos residuales lácteos más compost para la fertilización edáfica en el suelo franco.

Los resultados antes presentados los corrobora Dimas *et al.*, (2001), quienes no encontraron diferencias significativas en cambios de la textura del suelo, al aplicar abonos orgánicos en suelos: arcillosos, migajones arcillosos, migajones arenosos y arenosos. En la presente investigación la aplicación de fertilizantes no produjo un efecto en la textura del suelo, las variaciones que se presentaron pudieron deberse a factores externos al uso de fertilizantes como por ejemplo la lluvia ya que la temporada en la que se sembró existieron lluvias frecuentes (INAMHI). Castelán *et al.*, (2017), determinó que sembrar en épocas lluviosas disminuyen las fracciones de arena y limo, aumentando en la fracción de arcilla. Jaramillo (2002), manifiesta que la fracción de arcilla por ser un

material con alta plasticidad posee mayor resistencia a la erosión hídrica, esto coincide con los datos de esta investigación, ya que no existieron diferencias significativas estadísticamente en los datos iniciales y finales de las arcillas en el periodo de tiempo que se tomó las muestras de suelo (112 días).

Densidad aparente

Tabla 5
Medias y errores estándares de la interacción Tipo de suelo*aplicación de la densidad aparente del suelo.

Tipo de suelo	Aplicación	Medias (g/cm ³)	E. Estándar	Rango
FA	antes	1.41	0.01	A
FA	después	1.31	0.04	B
F	después	1.36	0.02	AB
F	antes	1.35	0.01	AB

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05), FA: franco arenoso, F: franco.

De acuerdo a los datos obtenidos en esta investigación, la densidad aparente del suelo fue influenciada por la aplicación de los fertilizantes y el tipo de suelo. Se apreció que independientemente de los tratamientos, se produjeron cambios en el suelo franco arenoso después de la aplicación de los fertilizantes. En el suelo franco no se manifestaron cambios de la densidad aparente del suelo por la fertilización.

En esta investigación, la densidad aparente disminuyó después de la fertilización en suelo franco arenoso, esto lo corrobora Dimas *et al.*, (2001), manifestando en su investigación que la incorporación de materias orgánicas disminuye la densidad aparente del suelo arcillosos, migajones arcillosos, migajones arenosos y arenosos. De igual manera, Salamanca *et al.*, (2005), expresan que el contenido alto de materia orgánica vuelve al suelo más poroso disminuyendo la densidad aparente del suelo. Murray *et al.*, (2011), manifiestan que la densidad aparente está directamente ligada al contenido de carbono y materia orgánica en el suelo lo cual modifica algunas características físicas del suelo. Adicional a esto, Romero *et al.*, (2015), manifiestan que el contenido de materia orgánica en el suelo es inversamente proporcional a la densidad aparente del suelo, además, expresan que es una característica que se debe considerar para evaluar la degradación del suelo.

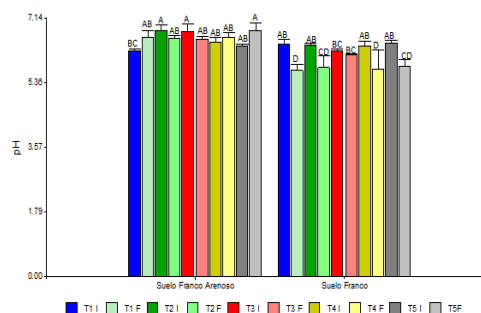


Figura 1. Valores iniciales y finales de pH del suelo franco arenoso y suelo franco.

El pH del suelo si fue influenciado por la aplicación de los fertilizantes, además se presentó un comportamiento diferente dado por los tratamientos en el suelo franco arenoso y el suelo franco respectivamente.

Antes de la aplicación de los fertilizantes estadísticamente los tratamientos no tuvieron pH similares en el suelo franco arenoso, mientras que para el suelo franco el pH de los tratamientos fue similar. Después de la aplicación de los fertilizantes se obtuvo que el pH del suelo franco se hizo más ácido, mientras que, en el suelo franco arenoso no se presentó una modificación significativa estadísticamente después de la aplicación de los fertilizantes en los tratamientos.

En el suelo franco arenoso el tratamiento 1 no tuvo un cambio significativo por la aplicación de los fertilizantes, para el suelo franco el tratamiento 1 la aplicación de fertilizantes produjo una reducción del pH, el tratamiento 2 no mostró cambios significativos estadísticamente después de la fertilización en el suelo franco arenoso, mientras que, en el suelo franco se produjo una acidificación del suelo después de la fertilización (Figura 27).

En el tratamiento 3 no existieron cambios estadísticamente significativos del pH después de la fertilización en el suelo franco arenoso y en el suelo franco. En el suelo franco arenoso el tratamiento 4 no produjo cambios del pH, en el suelo franco la fertilización con urea (tratamiento 4) produjo una acidificación del suelo.

El tratamiento 5 (sin fertilización) no presentó cambios significativos comparando los datos iniciales y finales del pH en el suelo franco arenoso, mientras que en el suelo franco si se produjeron cambios de pH tornándose más ácido.

Los datos obtenidos en esta investigación manifiestan que la fertilización con lodos residuales lácteos más compost causan una acidificación del suelo franco, esto corrobora Matos *et al.*, (2011), donde presenciaron una reducción del pH en el suelo al aplicar lodos residuales lácteos por un periodo de tres años. Dimas *et al.*, (2001), no coincide con esta investigación, debido a que en su investigación no presenciaron cambios de pH al aplicar fertilizantes orgánicos en suelos arcillosos, migajones arcillosos, migajones arenosos y arenosos. López *et al.*, (2002a), indica que el pH del suelo se incrementa conforme se aumenta las

cantidades (240 m³) de lodos residuales lácteos, siendo esto contradictorio a los datos obtenidos en la presente investigación ya que el tratamiento 3 (mayor cantidad de LRL aplicados 1,5 m³) no tuvo un cambio de pH en el suelo. Omil *et al.*, (2005), exponen que, el uso de lodos industriales lácteos estabilizados con cal aumenta el pH en suelos franco arenosos, lo que no concuerda con los datos obtenidos en esta investigación, ya que se ostentaron valores similares antes y después de la aplicación de lodos residuales lácteos en el suelo franco arenoso, sin embargo en esta investigación no se aplicó cal lo que es un factor influyente para alcalinizar los suelos.

Conductividad eléctrica (Ce)

Tabla 6
*Medias y error estándar de la interacción tipo de suelo * aplicación de la conductividad eléctrica.*

Tipo de suelo	Aplicación	Medias (mS/cm)	E. Estándar	Rango
FA	antes	0.49	0.04	A
FA	después	0.48	0.02	A
F	antes	0.49	0.02	A
F	después	0.41	0.02	B

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), FA: franco arenoso, F: franco.

La conductividad eléctrica si fue influenciada por la aplicación de los fertilizantes en el tipo de suelo independiente de los tratamientos. Podemos observar que este cambio se

produce en el suelo franco, ya que en el suelo franco arenoso no muestra cambios significativos de esta característica por la aplicación de fertilizantes.

López *et al.*, (2002a) exterioriza que la cantidad de lodos residuales lácteos para la fertilización es directamente proporcional con el aumento de la conductividad eléctrica en suelos franco arenosos. Esto discorda con lo obtenido en esta investigación, en el suelo franco arenoso no se presentaron cambios de conductividad eléctrica después de la fertilización.

Sin embargo, las cantidades utilizadas por López en su investigación fueron muy superiores (80, 160 y 240 m³), a la de la presente investigación (valores aproximados: 0.5, 1 y 1.5 m³). De igual manera López *et al.*, (2002b) manifiestan que las aplicaciones de lodos residuales lácteos en el suelo aumentan la conductividad eléctrica en suelos arenosos francos, esto no coincide con los datos obtenidos en la presente investigación, ya que el suelo franco arenoso no presento cambios en la conductividad eléctrica después de la aplicación.

Contenido de materia orgánica en el suelo.

Tabla 7
*Medias y errores estándares de la interacción Tipo de suelo*Tratamiento del contenido de materia orgánica en el suelo.*

Tipo de suelo	Tratamiento	Medias (%)	E.E.	Rango
FA	5	8.14	± 0.93	A
FA	2	8.09	± 0.41	A
FA	3	7.63	± 0.20	A
FA	4	7.19	± 0.59	A
FA	1	5.46	± 0.61	B
F	4	4.12	± 0.27	C
F	2	3.99	± 0.30	C
F	5	3.96	± 0.22	C
F	3	3.92	± 0.26	C
F	1	3.86	± 0.21	C

Tabla 8
*Medias y errores estándares de la interacción Tipo de suelo*aplicación del contenido de materia orgánica en el suelo.*

Tipo de suelo	Aplicación	Medias (%)	E. Estándar	Rango
Franco arenoso	antes	8.03	0.31	A
Franco arenoso	después	6.57	0.47	B
Franco	antes	4.38	0.14	C
Franco	después	3.55	0.05	D

El contenido de materia orgánica en el suelo se ve influenciado por la aplicación de los fertilizantes independientemente de los tratamientos, de igual manera el tipo de suelo presenta cambios por los tratamientos independientemente de la aplicación.

Se puede observar que el suelo franco arenoso tuvo mayor contenido de materia orgánica que el suelo franco. Los tratamientos 2,3,4 y 5 tuvieron datos similares estadísticamente en el suelo franco arenoso, mientras que, en el tratamiento 1 se obtuvo menor

porcentaje de materia orgánica en el suelo franco arenoso.

En el suelo franco todos los tratamientos ostentaron cantidades similares de materia orgánica en el suelo. En el suelo franco todos los tratamientos ostentaron porcentajes similares de materia orgánica en el suelo. En el primer caso nos indica que en el suelo franco arenoso se presenta mayor cantidad de materia orgánica que el suelo franco.

La pérdida de materia orgánica puede ser influenciada por diversos factores como: la composición de la materia orgánica, el entorno físico (temperatura, oxígeno y humedad) (FAO, sf). En los anexos 9 y 10 podemos comparar que después de la fertilización la actividad microbiológica del suelo aumento, esto posiblemente contribuyo a la degradación de la materia orgánica del suelo, concurrendo a la disminucion de esta, sin embargo, estos análisis fueron generales por lo que esta es una hipótesis. Además para la incorporación de los fertilizantes se realizó una remoción del suelo (Figura 15) lo que permite una aireación y con esto aumentar la tasa de mineralización de la materia orgánica en el suelo, este efecto es mayormente en suelos con textura gruesa como el franco arenoso (Peña *et*

al.,2005). Otro factor influyente pudo ver sido la erosión hídrica como lo evidenciaron (Hincapié *et al.*, 2011), ya que el ensayo se lo hizo en época lluviosa. También pudo ver existido una mineralización como lo menciona Matus y Maire (2000) donde, dicen que la incorporación de materias orgánicas nitrogenadas crea una relación C: N menor lo que, permite la mineralización de la materia orgánica.

Los resultados de la presente investigación difieren con los datos hallados por Dimas *et al.*, (2001) donde demostraron que los porcentajes de materia orgánica en el suelo aumentaron después de la aplicación de abonos orgánicos para el cultivo de maíz. De igual manera Matos *et al.*, (2011) menciona que no existió reducción en el porcentaje de materia orgánica del suelo, al utilizar lodos urbanos más fertilización convencional.

NPK

Nitrógeno

Tabla 9
*Medias y errores estándares de la interacción Tipo de suelo*Tratamiento del contenido de nitrógeno en el suelo*

Tipo de suelo	Tratamiento	Medias (ppm)	E.E.	Rango
FA	2	55.17 ± 8.51	8.51	A
FA	2	44.92 ± 8.51	8.51	A
FA	4	44.65 ± 10.16	10.16	B
FA	3	40.78 ± 7.69	7.69	B
FA	5	25.01 ± 8.29	8.29	B
F	4	21.86 ± 9.82	9.82	C
FA	1	18.33 ± 5.69	5.69	CD
F	3	17.17 ± 5.65	5.65	CD
F	2	13.06 ± 5.01	5.01	CD
F	1	12.21 ± 5.40	5.40	D

Tabla 10
*Medias y errores estándares de la interacción Tratamiento*aplicación de fertilizantes del contenido de nitrógeno en el suelo.*

Tratamiento	Aplicación	Medias (ppm)	E.E.	Rango
1	Antes	7.10 ± 4.02	4.02	H
1	Después	27.82 ± 3.19	3.19	DE
2	Antes	23.74 ± 8.19	8.19	EF
2	Después	48.61 ± 10.62	10.62	AB
3	Antes	17.91 ± 5.24	5.24	EFG
3	Después	45.07 ± 7.69	7.69	BC
4	Antes	12.91 ± 4.39	4.39	GH
4	Después	57.02 ± 5.05	5.05	A
5	Antes	16.10 ± 6.44	6.44	FGH
5	Después	36.88 ± 8.81	8.81	CD

El contenido de nitrógeno se vio influenciado por los tratamientos en estudio y el tipo de suelo, independientemente de la aplicación, además, la aplicación de los tratamientos si influyó en el contenido de nitrógeno, independientemente del tipo de suelo.

En el suelo franco arenoso con el tratamiento 2 se obtuvo el mayor contenido de nitrógeno en el suelo, los tratamientos 3,4 y 5 obtuvieron valores similares, el tratamiento 1 presentó la menor concentración de nitrógeno en el suelo franco arenoso. En el suelo franco se obtuvo la mayor cantidad de nitrógeno en el tratamiento 4 siendo este superior a los tratamientos 1 y 5. Sin embargo los tratamientos 1,2,3 y 5 ostentaron cantidades similares. La concentración de nitrógeno tuvo incremento significativo en todos los tratamientos después de la fertilización.

Los resultados antes presentados indican un incremento de la concentración del nitrógeno del suelo, esto se debe a que se realizó un aporte de fuentes nitrogenadas al suelo, esto lo contradice en su investigación López *et al.*, (2002a) ya que no hallaron diferencias significativas en la concentración de nitrógeno al aplicar lodos de la industria láctea.

López *et al.*, (2002b) concuerda con los resultados de la presente investigación ya que al aplicar lodos de la industria láctea aumento las concentraciones de nitrógeno en el suelo, de igual manera López *et al.*, (1999) indicaron que la fertilización con lodos residuales lácteos y materias orgánicas aumentan las concentraciones de nitrógeno en el suelo después de un periodo de tiempo.

Agregando a lo mencionado antes Fraç y Jezierska-Tys (2011), indicaron que el uso de lodos lácteos ayuda a la síntesis de enzimas presentes en la circulación del nitrógeno, ayudando a tener una mayor disponibilidad de nitrógeno. Con lo que respecta al aumento en los tratamientos 4 (fertilización con urea), y 5 (sin fertilización), en el primer caso el aumento probablemente se debió al

aporte que se realizó con el sintetizado químico nitrogenado, en el segundo caso del tratamiento 5 el incremento se puede posiblemente atribuir a que existió una mineralización de la materia orgánica inicial del suelo y a las permanentes lluvias durante el experimento. Harrison-Kirk *et al.*, (2014) en su investigación demostró que la cantidad de materia orgánica y balances de la relación de C: N conjuntamente con la humedad del suelo influyen directamente en la mineralización de la materia orgánica y por ende tener mayor disponibilidad de nutrientes.

Fósforo

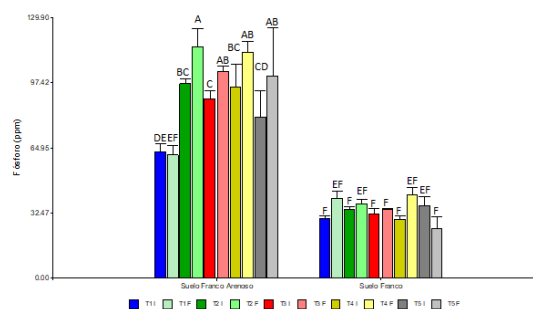


Figura 3. Concentraciones iniciales y finales de fósforo en el suelo.

La aplicación de los fertilizantes en cada tratamiento tuvo influencia para cada tipo de suelo en el contenido de fósforo. Se puede observar que la concentración de fósforo es mayor en el suelo franco arenoso que en el suelo franco, además, en el suelo franco arenoso se obtuvieron mayores cantidades de fósforo con la aplicación

de fertilizantes. Excepto en el tratamiento 1 del suelo franco arenoso donde existió una baja de la concentración de fósforo, para el suelo franco el tratamiento 1 si presento un aumento significativo en la concentración de fósforo. El tratamiento 2 en el suelo franco arenoso presento un aumento significativo después de la fertilización, esto no sucedió en el suelo franco ya que el tratamiento 2 no tuvo un cambio significativo de la concentración de fósforo. El tratamiento 3 aumento significativamente la concentración de fósforo después de la fertilización en el suelo franco arenoso, en el suelo franco el tratamiento 3 no presento un cambio significativo después de la fertilización.

En el suelo franco arenoso el tratamiento 4 no tuvo un incremento significativo en la concentración de fósforo, en el suelo franco tampoco presento un incremento significativo de fósforo. El tratamiento 5 presento una subida de la concentración de fósforo en el suelo franco arenoso, mientras que en el suelo franco el tratamiento 5 tuvo un decrecimiento de fósforo, sin embargo, esto no fue significativo estadísticamente.

López *et al.*, (2002a) menciona que el aporte de lodos lácteos provoca

una disminución en el contenido de fosforo disponible para las plantas, esto no concuerda con los datos obtenidos en esta investigación ya que si se presentó un incremento después de la fertilización. Resultados similares a la presente investigación encontraron López *et al.*, (2002b) donde la aplicación de lodos lácteos aumento la concentración de fósforo en el suelo, sin embargo, el lodo lácteo utilizado en la presente investigación tuvo menor concentración de fósforo comparada con la investigación en discusión.

López *et al.*, (1999) en su investigación dice que la fertilización de praderas con lodos de la industria láctea aumenta la concentración de fosforo en el suelo, concordando con los resultados de la presente investigación. En los tratamientos 4 (fertilización con urea) y 5 (sin fertilización) se atribuye el aumento de la concentración de fosforo posiblemente por una mineralización de la materia orgánica Matus y Maire (2000).

Potasio

Tabla 11
*Medias y errores estándares de la interacción Tipo de suelo*aplicación del contenido de potasio en el suelo.*

Tipo de suelo	Aplicación	Medias (meq/100ml)	E. Estándar	Rango
FA	Antes	3.56	0.11	A
FA	Después	2.59	0.08	B
F	Antes	2.93	0.06	C
F	Después	1.94	0.06	D

Tabla 12
Medias y errores estándares de los tratamientos del contenido de potasio en el suelo.

Tratamientos	Medias (meq/100ml)	E.E.	Rango
3	2.76	0.21	A
2	2.71	0.21	A
5	2.65	0.22	A
4	2.55	0.19	AB
1	2.42	0.14	B

Para el contenido de potasio en el suelo, la aplicación de fertilizantes produjo diferencias significativas en el suelo independientemente de los tratamientos empleados. Además, los tratamientos presentaron diferencias estadísticas en cuanto a la concentración de potasio en el suelo independientemente de la aplicación de fertilizantes. Además, se observa que existe un decrecimiento de la concentración de potasio en el suelo después de la fertilización, tanto en el suelo franco arenoso y franco.

El suelo franco arenoso ostento mayor concentración de potasio que el suelo franco, en los tipos de suelo se presentó una pérdida de potasio después de la aplicación de los fertilizantes. En los tratamientos 2,3 y 5 se obtuvo mayor concentración de potasio en el suelo, mientras que el tratamiento 1 fue el que tuvo la menor una menor cantidad de potasio, el tratamiento 4 se encontró en un punto intermedio ya que compartió

rangos estadísticos con todos los tratamientos.

La pérdida de la concentración del potasio en el suelo se puede atribuir a la absorción del cultivo para su desarrollo y lixiviación ya que la temporada que se realizó la investigación se presentaron fuertes lluvias. Estos resultados los reconoce Matos *et al.*, (2011) ya que en su investigación existió una pérdida de potasio en temporada lluviosa al aplicar lodos lácteos por un periodo de 3 años. De igual manera López *et al.*, (2000) concuerda con los resultados presentados en esta investigación ya que la concentración de potasio en el suelo disminuyó en el tiempo después de la aplicación de lodos lácteos.

En la investigación realizada por López *et al.*, (2002b) la aplicación de lodos lácteos complementada con potasio no tuvo un efecto, al compararlo con aplicación de solo lodos residuales lácteos, donde, existió una pérdida de potasio en el suelo, esto concuerda con los resultados obtenidos en la presente investigación.

Altura de planta

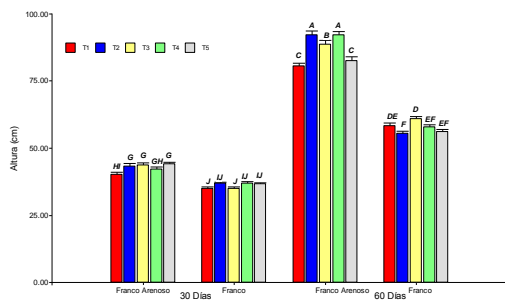


Figura 42. Altura de planta.

La altura de planta dependió del tipo de suelo, de los tratamientos y del día de medición. Se observa que se obtiene alturas más altas a los 60 días, esto es obviamente por un desarrollo natural de la planta. Las plantas con mayor altura a los 30 días se obtuvieron con el tipo de suelo franco arenoso, se excluye al tratamiento 1 ya que compartió rangos con los tratamientos 2,4 y 5 del suelo franco. En el suelo franco no se manifestaron diferencias entre tratamientos para altura de planta a los 30 días. A los 60 días, se obtiene alturas mayores en el suelo franco arenoso con los tratamientos 2 y 4 los de mayor altura, el tratamiento 3 consecutivamente con un valor medio, con los tratamientos 1 y 5 fue con los que se obtuvo las alturas menores. En el suelo franco los tratamientos 1 y 3 con respecto al tratamiento 2 tuvieron valores mayores estadísticamente. Sin embargo, los tratamientos 4 y 5 tuvieron valores

intermedios compartiendo rangos con los tratamientos 1 y 2.

Domínguez *et al.*, (2010) manifiesta que la aplicación de vermicompost tiene un efecto en el desarrollo del cultivo de una forma lenta, debido a que la tardía liberación de nutrientes disponibles para las plantas. Esto concuerda con la presente investigación ya que se vio un efecto de la fertilización a los 60 días mas no a los 30 días.

Rendimiento de materia seca

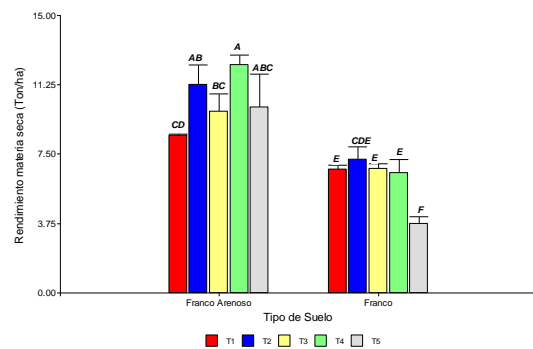


Figura 5. Rendimiento de materia seca.

El rendimiento se vio influenciado por el tipo de suelo y por los tratamientos, en la figura 30 se observa que el suelo franco arenoso ostenta los mayores rendimientos de materia seca de avena, en relación a los rendimientos obtenidos en el suelo franco.

Para el suelo franco arenoso los rendimientos obtenidos en el tratamiento 4 difiere de los tratamientos 1 y 3. En el suelo franco se puede ver un mejor

efecto de la fertilización, los tratamientos fueron similares en rendimiento, a excepción del tratamiento 5 (sin fertilizar) donde se obtuvo el rendimiento menor estadísticamente.

Matos *et al.*, (2011) en su investigación no concuerda con los resultados de la presente investigación, debido que obtuvieron mayores rendimientos con el uso de lodos residuales lácteos en comparación a la fertilización con sintetizados químicos. Dimas *et al.*, (2001) obtuvo resultados en los que con la fertilización química se obtuvo mayor rendimiento de grano de maíz, lo que no concuerda con la presente investigación.

López *et al.*, (1999) obtuvo en su investigación que con cantidades altas de lodos residuales lácteos el rendimiento de forraje aumentó, esto se mostró en la presente investigación en el suelo franco donde la aplicación de lodos residuales lácteos más compost se obtuvieron mejor rendimiento con respecto a los tratamientos donde no se aplicó estos fertilizantes. Gutiérrez (2015), determino que con el uso de concentraciones altas de efluentes líquidos de las industrias lácteas se obtiene mayor contenido de materia seca en el cultivo de lechuga. Datos similares se presentaron en esta investigación en el

suelo franco. López *et al.*, (2002b) público que el uso de lodos residuales lácteos o fertilizantes químicos se tiene 50% más de producción con respecto al no realizar ninguna enmienda para la fertilización, esto se puede ver reflejado en la presente investigación en el suelo franco donde la fertilización orgánica y la química obtuvieron mayores rendimientos con respecto al tratamiento sin fertilización. Bande *et al.*, (2010) manifiestan que el uso de lodos de la industria láctea más potasio se compara con los rendimientos obtenidos con la fertilización química en las praderas de raigrás inglés y trébol blanco, lo que comparte con los resultados obtenidos en esta investigación ya que los rendimientos obtenidos con lodos residuales más compost fueron similares a los obtenidos a los de fertilización con sintetizados químicos.

CONCLUSIONES

- La aplicación de lodos residuales lácteos (LRL) más compostaje de lodos residuales lácteos (compost) no afectó a la textura del suelo, ya que no se encontraron cambios significativos por su aplicación. En cuanto a la densidad aparente del suelo la aplicación de lodos residuales lácteos más compost

produjeron cambios en el suelo franco arenoso donde se vio disminuida la densidad aparente del suelo, en el suelo franco no existió cambios de densidad aparente por el uso de LRL más compost.

- En cuanto a las características químicas del suelo, el uso de LRL más compost produjo un efecto de elevar el pH en el suelo franco arenoso, mientras que en el suelo franco son existió efectos significativos de cambio de pH. La conductividad eléctrica del suelo no se vio afectada por el uso de LRL más compost en el suelo franco arenoso, sin embargo, el suelo franco si presento cambios en la conductividad eléctrica por la fertilización.
- El contenido de materia orgánica en el suelo fue afectado por la aplicación de LRL más compost. Se produjo una reducción del contenido de materia orgánica tanto en el suelo franco arenoso como en el suelo franco.
- La concentración de nitrógeno en el suelo presentó cambios en el suelo franco arenoso y suelo franco, donde se produjo un aumento de las concentraciones

de este elemento en el suelo después de la fertilización. Las cantidades de fósforo en el suelo de igual manera que en el nitrógeno, si fueron influenciadas por la aplicación de LRL más compost, este efecto se vio en los tipos de suelo (franco arenoso y franco), donde se tuvo incremento del fósforo. Para el potasio se tuvo un efecto de reducción en las concentraciones después de la aplicación de LRL más compost, este efecto fue similar en el suelo franco arenoso y el suelo franco.

- El rendimiento de materia seca fue superior en el suelo franco arenoso, donde no se observó un efecto de la fertilización, esto se debió a que el tratamiento sin fertilizar tuvo rendimientos similares a los tratamientos que se fertilizó. Sin embargo, en el suelo franco se pudo observar un efecto de la fertilización, los tratamientos que fueron fertilizados con LRL más compost tuvieron rendimientos mayores al tratamiento sin fertilizar y rendimientos similares al tratamiento con fertilización química.

- La aplicación de lodos residuales lácteos más compost tuvo un efecto en la producción de avena, tanto en el suelo franco arenoso y franco el tratamiento 3 poseyó rendimientos similares a los otros tratamientos, por lo que se concluye que el tratamiento 3 es la mejor opción, porque se ocupa mayor cantidad de lodos residuales lácteos, y estos no tienen un costo en las empresas lácteas.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar investigaciones similares en mezclas forrajeras de gramíneas y leguminosas, y realizar la evaluación del comportamiento del cultivo y las características físico-químicas del suelo.
2. Se recomienda realizar un análisis financiero comparando el uso de lodos residuales lácteos con sintetizados químicos.
3. Se recomienda realizar estudios utilizando solamente lodos residuales lácteos para la fertilización edáfica.

BIBLIOGRAFÍA

Agricultores y Territorios
Chambre D`Agriculture Haute- Loire.
(2009). Agri43.com. Obtenido de
ÉPANDAGE DES BOUES
URBAINES/AGRO-INDUSTRIELLES
EN AGRICULTURE:
<http://www.haute-loire.chambagri.fr/Epandage-des-boues-urbaines-agro>

Aldean, L. (12 de octubre de 2016). Compostaje de lodos residuales lácteos. (A. Revelo, Entrevistador)

Álvares, U., González, I., López, L., Manilla, D., Ortega, G., Romero, M., . . . Vega, M. (2005). Química 2 Manual de actividades para el alumno. México: Colegio de Ciencias y Humanidades.

Bande, M., Sainz, M., y López, M. (2010). Uso de lodos de depuradora de industria láctea como fertilizantes en las praderas: efectos en la producción y la composición botánica. Obtenido de Dialnet:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5357570>

Bautista, A., Etchevers, J., del Castillo, R., y Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente, 90-97.

Bernal, C. S. (2003). Repositorio INIA. Obtenido de Fertilización de

cultivos y Frutales en la zona Norte:
<http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/buletines/NR30028.pdf>

Castelán, R., López, L., Tamariz, J., Linares, G., y Cruz, A. (2017). Erosión y pérdida de nutrientes en diferentes sistemas agrícolas de una microcuenca en la zona periurbana de la ciudad de Puebla, México. *Terra Latinoamericana*, 35(3), 229 - 235. Obtenido de <http://www.revistas-conacyt.unam.mx/terra/index.php/terra/article/view/134/249>

Clasificación y propiedades de la Avena (*Avena sativa*). (s.f.). Obtenido de *Salud y Buenos Alimentos*: <http://saludybuenosalimentos.es/alimentos/index.php?s1=Cereales&s2=Con+Gluten&s3=Avena>

COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE - REGION METROPOLITANA. (marzo de 1998). COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE - REGION METROPOLITANA. Obtenido de *Guía para el control y prevención de la contaminación industrial*: http://www.sinia.cl/1292/articles-26238_pdf_lacteos.pdf

Díaz, F., y Pérez, N. (2008). *LA BIOFERTILIZACIÓN COMO TECNOLOGÍA SOSTENIBLE*. México: Plaza y Valdés, S.A. de C.V.

Dimas, J., Díaz, A., Martínez, E., y Valdez, R. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra*, 19(4), 293-299. Obtenido de [redalyc.org:
http://www.redalyc.org/html/573/57319401/](http://www.redalyc.org/html/573/57319401/)

Domínguez, J., Lazcano, C., y Brandón, M. (enero de 2010). Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. Obtenido de *SciELO*: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0065-17372010000500027&script=sci_arttext&tlng=pt

EL COMERCIO. (24 de mayo de 2016). *NEGOCIOS*. La demanda de leche crece en Carchi.

El Telégrafo. (2 de abril de 2016). Las condiciones ambientales de Ecuador favorecen a la producción; 5,4 millones de litros de leche se producen al día. 5,4 millones de litros de leche se producen al día. Recuperado el 18 de marzo de 2017, de *El Telégrafo*: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/5-4-millones-de-litros-de-leche-se-producen-al-dia>

EOI. (abril de 2008). Los vertidos del sector lácteo. Recuperado el 18 de

mayo de 2017, de Repositorio EOI:
[http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/
asset/eoi:48159/componente48157.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48159/componente48157.pdf)

FAO. (1991). Manejo del Suelo: producción y uso de composte en ambientes tropicales y subtropicales. Obtenido de Boletín de Suelos de la FAO:

[https://books.google.com.ec/books?id=
WgZ47ud_bpoC&pg=PA6&dq=compo
sici%C3%B3n+del+suelo&hl=es-
419&sa=X&ved=0ahUKEwjekqv87LH
NAhWF6x4KHSRZALAQ6AEIGjAA#
v=onepage&q=composici%C3%B3n%2
0del%20suelo&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=WgZ47ud_bpoC&pg=PA6&dq=composici%C3%B3n+del+suelo&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjekqv87LHNAhWF6x4KHSRZALAQ6AEIGjAA#v=onepage&q=composici%C3%B3n%20del%20suelo&f=false)

FAO. (2009). Repositorio FAO. Obtenido de Guía para la Descripción de Suelos: [http://www.fao.org/3/a-
a0541s.pdf](http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf)

FAO. (2013). Repositorio de la FAO. Obtenido de Manual del compostaje del agricultor: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

FAO. (s.f.). FAO. Obtenido de Propiedades Químicas del suelo: [ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training
/FAO_training/general/x6706s/x6706s0
4.htm](ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/x6706s/x6706s04.htm)

Fraç, M., y Jeziarska-Tys, S. (Julio de 2011). Agricultural utilisation of dairy sewage sludge: Its effect on enzymatic activity and microorganisms

of the soil environment. African journal and Microbiology research , 1755-1762. doi:10.5897/AJMR10.707

Fuentes, G. (febrero de 1984). Repositorio Digital INIAP. Obtenido de INIAP 82 nueva variedad de Avena de doble propósito: [http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/
41000/232/4/iniapscbd140.pdf](http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/232/4/iniapscbd140.pdf)

García, J., Álvarez, C., Paredes, C., López, E., Fernández, F., Bustamante, M., . . . Seoane, S. (2015). De Residuo a Recurso El camino hacia la Sostenibilidad. Madrid: Grupo Mundi-Prensa.

Gisbert, J., Ibáñez, S., y Moreno, H. (SF). Repositorio Universidad de Politécnica de Valencia. Obtenido de La Textura de UN Suelo: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10
251/7775/Textura.pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7775/Textura.pdf)

GOBIERNO DE ESPAÑA. (2008). MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTEY MEDIO RURALY MARINO. Obtenido de Manual de Compostaje:

[http://www.mapama.gob.es/es/calidad-
y-evaluacion-
ambiental/publicaciones/manual_de_co
mpostaje_2011_paginas_1-24_tcm7-
181450.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/manual_de_compostaje_2011_paginas_1-24_tcm7-181450.pdf)

Gutiérrez, Y. (2015). Caracterización de la toxicidad de los residuos líquidos de la industria láctea de la ciudad de Cuenca, utilizando modelos ecotoxicológicos. Obtenido de Repositorio de la Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21218/1/TESIS.pdf>

Harrison-Kirk, T., Beare, M., Meenken, E., y Condon, L. (Julio de 2014). Soil organic matter and texture affect responses to dry/wet cycles: Changes in soil organic matter fractions and relationships with C and N mineralisation. *Soil Biology and Biochemistry*, 74, 50-60. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071714000741>

Heredia, E. (SF). Academia. Obtenido de Densidad Real, Aparente y Porosidad del Suelo: https://www.academia.edu/7716432/DENSIDAD_REAL_APARENTE_Y_POROSIDAD_DEL_SUELO

Hincapié Gómez, E., & Salazar Gutiérrez, L. F. (2011). Impacto de la erosión sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y la producción del café. Obtenido de [cenicafe.org: http://www.cenicafe.org/es/documents/6.pdf](http://www.cenicafe.org/es/documents/6.pdf)

IICA. (septiembre de 1985). Repositorio MAGAP. Obtenido de Programa de Desarrollo Tecnológico Agropecuario: <https://books.google.com.ec/books?id=B2wqAAAAYAAJ&pg=PA120&dq=cultivo+de+avena+forrajera+en+ecuador&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiNuY-zqMnNAhXJIR4KHY2IA60Q6AEIGjAA#v=onepage&q=cultivo%20de%20avena%20forrajera%20en%20ecuador&f=false>

INAMHI. (s.f.). Publicaciones meteorológicas. Obtenido de Servicio meteorológico.gob.ec: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/biblioteca/>

INEA. (13 de 05 de 2012). Análisis de forrajes en el laboratorio. Valladolid, Guinea, España. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=qLBL6Bnh8YU>

INEC. (2016). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2016. Informe Ejecutivo, INEC. Recuperado el 18 de marzo de 2017, de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-)

2016/Informe%20ejecutivo%20ESPAC
_2016.pdf

INIA REMEHUE. (sf).
Biblioteca INIA-REMEHUE. Obtenido
de Determinación de materia seca de
forraje y ensilajes a través del uso de
microondas.:

file:///C:/Users/Andr%C3%A9s/Downlo
ads/43.pdf

INIAP. (noviembre de 2008).
Repositorio INIAP. Obtenido de Guía
para producir semilla de Avena el en
Bajío:

file:///C:/Users/Andr%C3%A9s/Downlo
ads/GUIA%20PARA%20PRODUCIR
%20AVENA%20(1).pdf

INIAP. (2014). Repositorio
INIAP. Obtenido de Informe Anual
2014:

[http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/
41000/804/1/iniapscIASU2014.pdf](http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/804/1/iniapscIASU2014.pdf)

Jaramillo J., D. F. (2002).
Introducción a la Ciencia del Suelo.
Obtenido de Repositorio Universidad
Nacional de Colombia:
[http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/
70060838.2002.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf)

Kaplán, A., Labella, S., Rucks ,
L., Durán , A., y Califra , Á. (2011).
Obtenido de GUIA PARA LA
DESCRIPCIÓN E INTERPRETACIÓN
DEL PERFIL DE SUELO:

[http://www.cebra.com.uy/renare/media/
Gu%C3%ADa-para-la-
descripci%C3%B3n-e-
intrepretaci%C3%B3n-del-perfil-del-
suelo.pdf](http://www.cebra.com.uy/renare/media/Gu%C3%ADa-para-la-descripci%C3%B3n-e-intrepretaci%C3%B3n-del-perfil-del-suelo.pdf)

López, M., Alonso, X., y Sainz,
M. (1999). Short-term effects of soil
amendment with dairy sludge on yield,
botanical composition, mineral nutrition
and arbuscular mycorrhization in a
mixed sward. *Pastos*, 29(2), 231 - 243.
Obtenido de
[http://polired.upm.es/index.php/pastos/a
rticle/view/1270](http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/1270)

López, M., Bande, M., y Seoane,
S. (2000). Evaluación del efecto salino
en un suelo fertilizado con lodos de
industria láctea. *Edafología*, 7, 73-83.
Recuperado el 19 de mayo de 2017, de
[http://www.secs.com.es/data/Revista%2
0Oedafo/partes%20volumen%207/pagina
s%2073-83.pdf](http://www.secs.com.es/data/Revista%20Oedafo/partes%20volumen%207/paginas%2073-83.pdf)

López, M., Moirón, C., y Seoane,
S. (2002). Changes in chemical
properties of an acid soil after
application of dairy sludge. Obtenido de
Repositorio Universidad Santiago de
Compostela:
[http://www.ibader.org/archivos/docs/Ch
anges%20in%20chemical%20properties
%20of%20an%20acid%20soil.pdf](http://www.ibader.org/archivos/docs/Changes%20in%20chemical%20properties%20of%20an%20acid%20soil.pdf)

López, M., Cascallana, V., y
Seoane Labandeira, S. (2002).

Comparison of the effects of dairy sludge and a mineral NPK fertilizer on an acid soil. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=244313>

Matos, M., López, M., Cunha, M., Sáinz, M., Rodríguez, T., y Carral, E. (2011). Effects of Organic Fertilizers on Soil Physicochemistry and on the Yield and Botanical Composition of Forage over 3 Years. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 778.

Matos, M., Niemeyer, J., Sousa, P., Cunha, M., y Carra, E. (2011). Behavioral avoidance tests to evaluate effects of cattle slurry and dairy sludge application to soil. *SciELO Brasil*, 1472-1478.

Matus, F., y Maire G., C. R. (2000). Relación entre la materia orgánica del suelo, textura del suelo, y tasas de mineralización de carbono y nitrógeno. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365-28072000000200003&script=sci_arttext

Maya, M. (2014). *Operaciones Culturales, Riego y Fertilización*. Málaga: IC Editorial.

Ministerio del Ambiente Ecuador. (4 de mayo de 2015). *Reforma del libro vi del texto unificado de*

legislación secundaria. (C. D. PUBLICACIONES, Ed.) Recuperado el 19 de mayo de 2017, de [Ambiente.gob.ec](http://ambiente.gob.ec):

<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO%2B061%2BREFORMA%2BLIBRO%2BVI%2BTU%2BLSMA%2B-%2BR.O.316%2B04%2BDE%2BMAYO%2B2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>

Morales, I. (2009). Aprovechamiento de lodos primarios provenientes del tratamiento de aguas residuales de una industria láctea por medio de la producción de concentrados para animales del sector Porcicola y ganadero vacuno. Obtenido de Repositorio Universidad La Salle: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14862/T41.09%20M792a.pdf?sequence=1>

Murray, R., Bojórquez, J., Hernández, A., Orozco, M., García, J., Gómez, R., . . . Aguirre, J. (24 de marzo de 2011). Efecto de las materias orgánicas sobre las propiedades físicas del suelo en un sistema agroforestal de la llanura costera norte de Nayarit, México. *Biociencias*, 1(3), 27 - 35. Obtenido de <http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/02-03/biociencias3-3.pdf>

Navarro, G., y Navarro, S. (2014). Fertilizantes Química y Acción. Murcia: Mundi-Prensa.

Navarro, G. (2003). Química Agrícola. Madrid: Mundi-Prensa.

Núñez, J. (1991). Fundamentos de EDAFOLOGÍA. San José: EUED.

Omil, B., Solla, F., y García, A. (2005). Respuesta en crecimiento de una plantación de *Pinus radiata* D. Don, a la aplicación de lodos de lechería estabilizados con cal. Obtenido de Dialnet:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2982820>

Padilla, W. (1979). Repositorio Digital INIAP. Obtenido de guía de recomendación de Fertilización para los principales cultivos del Ecuador: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/432/4/iniapscbt32.pdf>

Porta, J., y López, M. (2005). Agenda de Campo de Suelos. Madrid: Mundi-Prensa.

Porta, C., López, R., y Roquero, D. (2008). Edafología: para la agricultura y el medio ambiente. Madrid: Mundi-Prensa.

Pulido, B. (12 de 2008). RESPUESTA DE DOS GENOTIPOS DE AVENA FORRAJERA (*Avena sativa* L.) A TRES DENSIDADES DE

SIEMBRA EN LA COMARCA LAGUNERA. Obtenido de Repositorio de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2112/BEATRIZ%20MARTINEZ%20PULIDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Revista El agro. (23 de abril de 2014). Revista El agro. Obtenido de La Avena y el clima en Ecuador: <http://www.revistaelagro.com/2014/04/23/el-cultivo-de-la-avena-y-el-clima-en-ecuador/>

Rodríguez, R., Moreno, J., Díaz, J., y Larreal, M. (2006). Comportamiento de la conductividad eléctrica en dos series de suelo del sector Caño San Miguel, municipio Mara, estado Zulia durante un período de dos años. Facultad de Agronomía, 394-404. Obtenido de Comportamiento de la conductividad eléctrica en dos series de suelo del sector Caño San Miguel, municipio Mara, estado Zulia durante un período de dos años.

Romero, C., García, E., y Hernández, E. (2015). Materia orgánica y densidad aparente en suelos del suroeste de La Malinche, Tlaxcala, México. Revista Iberoamericana de Ciencias, 2(5), 64 - 70. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publicatio>

n/292774911_Materia_organica_y_densidad_aparente_en_suelos_del_suroeste_de_La_Malinche_Tlaxcala_Mexico

Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., y Hill, M. (2004). Repositorio de la Universidad de la República. Obtenido de Propiedades Físicas del Suelo: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/30160/30160_AVA/30160_DocsAVA_U2/propiedades_fisicas_del_suelo.pdf

Salamanca, A., y Sadeghian, S. (2005). La densidad aparente y su relación con otras propiedades del suelo en la zona cafetera colombiana. Obtenido de Biblioteca.cenicafe.org: [http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/163/1/arc056\(04\)381-397.pdf](http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/163/1/arc056(04)381-397.pdf)

Salazar, J. (2014). Operaciones Auxiliares de Abonado y Aplicación de Tratamientos en Cultivos. IC Editorial.

Squella N., y Ormeño N., (2008). Repositorio INIA. Obtenido de La Avena como cultivo Forrajero: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR34674.pdf>

Stocking, M., y Murnagham, N. (2003). Manual para la Evaluación de Campo de la Degradación de la Tierra. Murcia: Mundi-Prensa.

Thompsom, L., y Troeh, F. (2002). Los Suelos y su Fertilidad. Barcelona: REVERTÉ, S. A.

Tulcán Online. (14 de mayo de 2012). Tulcán Online. Obtenido de Lugares Turísticos del Cantón Montúfar: <http://www.tulcanonline.com/index.php/montufar.html>

UNIVERSIDA PÚBLICA DE NAVARRA. (2012). Herbario Universidad Pública de Navarra y Departamento de producción Agraria. Obtenido de Avena Sativa L.: http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Aven_sati_p.htm

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA. (2015). Cultivo en Hidroponía. La Plata: D - Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.

Vibrans, H. (17 de agosto de 2009). Malezas de México. Obtenido de Avena fatua L.: <http://www.conabio.gob.mx/malezasde-mexico/poaceae/avena-fatua/fichas/ficha.htm>

Villafañe, R. (1999). Calificación de los suelos por sales y dispersión por sodio y su aplicación en la evasión de tierras. *Agronomía Tropical*, 645-658.

Villena, L. (1995). Contaminación de las industrias lácteas. Obtenido de Repositorio Institucional de

la Universidad de Córdoba:
<http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/3823/08-1995-02.pdf?sequence=1>

Zeiger, E. (2006). Fisiología Vegetal. Los Ángeles: Universitat Jaume I.