



Innovación Sostenible en Pastos: Hacia una Agricultura de Respuesta al Cambio Climático

*M^a Dolores Báez Bernal
Laura Campo Ramírez
Sonia Pereira Crespo
María J. Bande Castro
Julio E. López Díaz*



Innovación Sostenible En Pastos: Hacia una Agricultura de Respuesta al Cambio Climático

**55ª Reunión Científica de la Sociedad Española
para el Estudio de los Pastos**

Lugo-A Coruña, 26 a 29 Abril 2016



© Los autores

© De la presente Edición

Edita: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos

Edición coordinada por:

M^a Dolores Báez Bernal

Laura Campo Ramírez

Sonia Pereira Crespo

María J. Bande Castro

Julio E. López Díaz

Maquetación: A. Román y coordinadores

Imágenes portada: Gonzalo Flores Calvete y Bruno Fernández Lorenzo

ISBN: 978-84-608-7722-6



Innovación Sostenible En Pastos: Hacia una Agricultura de Respuesta al Cambio Climático

**55ª Reunión Científica de la Sociedad Española
para el Estudio de los Pastos**

Lugo-A Coruña, 26 a 29 Abril 2016



© Los autores

© De la presente Edición

Edita: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos

Edición coordinada por:

M^a Dolores Báez Bernal

Laura Campo Ramírez

Sonia Pereira Crespo

María J. Bande Castro

Julio E. López Díaz

Maquetación: A. Román y coordinadores

Imágenes portada: Gonzalo Flores Calvete y Bruno Fernández Lorenzo

ISBN: 978-84-608-7722-6



ÍNDICE

COMITÉ ORGANIZADOR	XI
ENTIDADES COLABORADORAS	XI
COMITÉ CIENTÍFICO	XIII
PRESENTACIÓN	XV

BOTÁNICA Y ECOLOGÍA

PASTOS DEL NO IBÉRICO EN LA RED NATURA 2000	3
A. RIGUEIRO RODRÍGUEZ Y M.R. MOSQUERA LOSADA	
EFFECTO DE LA BIOFORTIFICACIÓN CON ZINC SOBRE <i>Trifolium subterraneum</i> L. CRECIDO EN SUELOS CONTAMINADOS CON CADMIO	9
M.J. POBLACIONES Y Z. RENGEL	
VARIACIÓN EN LA CONCENTRACIÓN DE ALCALOIDES FÚNGICOS EN <i>Festuca rubra</i> DEL NORTE Y SUR DE EUROPA	15
B.R. VÁZQUEZ DE ALDANA, M. HELANDER, K. SAIKKONEN, A. ALVAREZ-PASCUA Y E.I. ZABALGOGEAZCOA	
MÉTODOS PARA LA REDUCCIÓN DE LA DUREZA SEMINAL EN LEGUMINOSAS SILVESTRES DEL ESPACIO NATURAL SIERRA NEVADA.....	21
M.E. RAMOS FONT, A.B. ROBLES CRUZ, M.T. TOGNETTI BARBIERI Y J.L. GONZÁLEZ REBOLLAR	
EFFECTO DEL PASTOREO SOBRE LA VEGETACIÓN HERBÁCEA: PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y CALIDAD DE PASTO	27
T. MARTÍNEZ Y A. ÁLVAREZ	
EL USO DE LA FLORA NATIVA EN UN SISTEMA SILVOSPASTORIL DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA....	33
M. FIGUEROA MEDINA, J. ZARATE ESCOBEDO, M.E. OROZCO HERNÁNDEZ, O.A. CASTELÁN ORTEGA Y J.G. ESTRADA FLORES	
INFLUENCIA DE LA TIPOLOGÍA DEL MARGEN EN LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA DE PRADOS PIRENAICOS	39
C. CHOCARRO Y A. JUAREZ	
PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EVALUAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE PASTOS HERBÁCEOS.....	47
A. SALVAT SALADRIGAS Y C. CASAS ARCARONS	
RELACIONES ENTRE LA DIVERSIDAD VEGETAL Y LA DIVERSIDAD MICROBIANA EDÁFICA EN PASTOS DE MONTAÑA CON Y SIN PASTOREO.....	53
L. EPELDE, H. ARRIAGA, I. ALBIZU, I. MIJANGOS, S. MENDARTE, M. ANZA, N. MANDALUNIZ, A. LANZÉN Y C. GARBISU	

EFFECTO DEL ABANDONO DEL PASTOREO EN LOS ATRIBUTOS FUNCIONALES DE LOS PASTOS ATLÁNTICOS DE MONTAÑA	59
A. ALDEZABAL, N. VITORES, I. ODRIOZOLA, U. PÉREZ-LÓPEZ Y N.A. LASKURAIN	

MODELOS PREDICTIVOS DE DISTRIBUCIÓN DE TIPOS DE VEGETACIÓN EN CANTABRIA	65
M.G. MAESTRO Y J. BUSQUÉ	

PRODUCCIÓN VEGETAL

LA MEJORA GENÉTICA VEGETAL COMO HERRAMIENTA PARA ENCARAR LOS RETOS DE SOSTENIBILIDAD QUE SE PLANTEAN COMO CONSECUENCIA DE LOS CAMBIOS AMBIENTALES PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE	75
J. MORENO-GONZÁLEZ	

LAS MEZCLAS DE LEGUMINOSAS ANUALES PUEDEN MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA ROTACIÓN RAIGRÁS ITALIANO-MAÍZ FORRAJERO	81
A. BOTANA, J. VALLADARES, S. PEREIRA-CRESPO, N. DÍAZ, C. RESCH, B. FERNÁNDEZ-LORENZO, T. DAGNAC, M. VEIGA Y G. FLORES-CALVETE	

IMPORTANCIA DEL USO DE ADITIVOS EN LA CALIDAD Y ESTABILIDAD DE LOS ENSILADOS DE LEGUMINOSAS	87
A. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, F. VICENTE, B. DE LA ROZA DELGADO, A. SOLDADO, J. GARCÍA, J.M. ALONSO Y M. PELÁEZ	

PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE MEZCLAS FORRAJERAS CON LEGUMINOSAS ANUALES Y RAIGRÁS MEDIANTE NIRS	93
S. PEREIRA-CRESPO, J. VALLADARES, N. DÍAZ, D. DÍAZ, B. FERNÁNDEZ-LORENZO, C. RESCH, T. DAGNAC, A. BOTANA, M. VEIGA Y G. FLORES-CALVETE	

EN UN SISTEMA DE ROTACIÓN ANUAL DE DOS CULTIVOS ¿INFLUYEN LAS LEGUMINOSAS FORRAJERAS DE INVIERNO EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DEL MAÍZ FORRAJERO?	99
S. BAIZÁN, F. VICENTE, D. CELIS, I. SALVADOR LORETO, C. GONZÁLEZ, S. MODROÑO Y A. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ	

CALIDAD DE LOS ENSILADOS DE HIERBA Y DE MAÍZ EN LAS EXPLOTACIONES LECHERAS GALLEGAS	105
S. PEREIRA-CRESPO, R. LORENZANA, M. BARREAL, M. RODRÍGUEZ Y G. FLORES-CALVETE	

CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE ENSILADOS DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.) UTILIZADOS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE A PEQUEÑA ESCALA EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO.....	111
A. SAINZ-RAMÍREZ, F. LÓPEZ-GONZÁLEZ, I.A. DOMÍNGUEZ-VARA Y C.M. ARRIAGA-JORDÁN	

EFFECTO ENCALANTE Y FERTILIZANTE DE ESTIÉRCOL DE POLLO DESHIDRATADO Y GRANULADO APLICADO EN UNA ROTACIÓN DE MAÍZ FORRAJERO-RAIGRÁS ITALIANO	117
M.J. BANDE-CASTRO, M.J. SAINZ Y M.E. LÓPEZ-MOSQUERA	

EVALUACIÓN DE VERMICOMPOST APLICADO A SUELO CULTIVADO CON PASTO TANZANIA (<i>Panicum maximum</i>)	123
O. INCLAN AGUILAR, P. MIRELES LEZAMA, O.A. CASTELÁN ORTEGA Y F. AVILES NOVA	
COMPORTAMIENTO DE <i>Trifolium pratense</i> L. FRENTE A LA FERTILIZACIÓN FOSFÓRICA EN AMBIENTE MEDITERRÁNEO DE LA PROVINCIA DE LEÓN	129
R. GARCÍA Y A. CALLEJA	
RESPUESTA DE <i>Rumex crispus</i> L. A LA FERTILIZACIÓN NPK EN PRADOS DE LA MONTAÑA DE LEÓN	135
R. GARCÍA, M. RODRÍGUEZ Y A. CALLEJA	
PRODUCCIÓN Y VALOR NUTRITIVO DE ESPARCETA INOCULADA CON DOS CEPAS DE <i>Rhizobium sp.</i> EN ASTURIAS.....	141
J.A. OLIVEIRA-PRENDES, P. PALENCIA, E. AFIF-KHOURI, I. DELGADO Y F. TEMPRANO	
INFLUENCIA DEL INHIBIDOR 3,4 DIMETILPIRAZOL FOSFATO (DMPP) SOBRE LAS PRODUCCIONES Y EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE UN CULTIVO DE RAIGRÁS ITALIANO	147
C. GILSANZ, M.D. BÁEZ Y M.I. GARCÍA	
ESTUDIO DE LOS FLUJOS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN CULTIVOS HERBÁCEOS DE SECANO (CEBADA Y ALFALFA)	153
A. GONZÁLEZ DE INZA, C. CANTERO-MARTÍNEZ, J. ALVARO-FUENTES Y R. FANLO	
LA HUELLA DE CARBONO EN LOS FORRAJES DE CANTABRIA.....	159
G. SALCEDO DÍAZ	
SELECCIÓN DE HÍBRIDOS FORRAJEROS DE MAÍZ PRECOCES ADAPTADOS A LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LA CORNISA CANTÁBRICA	167
L. CAMPO Y J. MORENO-GONZÁLEZ	
EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE HERBICIDAS Y ESCARDA MECÁNICA EN EL CONTROL DE ADVENTICIAS EN MAÍZ FORRAJERO EN GALICIA.....	175
M.J. BANDE-CASTRO Y J. VALLADARES	
CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE ESPECIES DE LOS PRADOS DEL PIRINEO CENTRAL.....	181
J. ASCASO, R. REINÉ, A. BROCA, O. BARRANTES Y C. FERRER	
ANTIOXIDANTES Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN PRATENSES LIGADAS A LA DEHESA: EFECTO DE LA FECHA DE RECOLECCIÓN Y LA ESPECIE.....	189
M. CABEZA DE VACA, F. GONZÁLEZ, S. GARCÍA-TORRES, D. TEJERINA Y V. MAYA	

BIOMASA RADICAL INCORPORADA AL SUELO TRAS EL CULTIVO DE *Brassica carinata* Y *Brassica juncea* EN LA DEHESA. CONCENTRACIÓN Y PERFIL DE GLUCOSINOLATOS 195
P. FERNÁNDEZ REBOLLO, M.D. CARBONERO MUÑOZ, J.R. LEAL MURILLO, A.M. GARCÍA MORENO, P. RIOS CASTAÑO, M.E. SÁNCHEZ, S. OBREGÓN Y A. DE HARO BAILÓN

COMPORTAMIENTO CESPITOSO, RECUENTO CROMOSÓMICO Y CONTENIDO DE ADN NUCLEAR EN VARIETADES VEGETALES OBTENIDAS EN LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO 201
J.A. OLIVEIRA-PRENDES, P. PALENCIA Y J.M. GONZALEZ-TRIGUERO

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y LA PERSISTENCIA EN ESPECIES PERENNES PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES 207
I. JANER, J. GULÍAS, J. SERRA Y J. CIFRE

PRODUCCIÓN ANIMAL

LEGUMINOSAS ANUALES PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN GALICIA 217
G. FLORES-CALVETE

IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN DE VACUNO EN BASE A FORRAJES A PARTIR DE LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE 221
F. VICENTE, C. SANTIAGO, M.A. GONZÁLEZ, J.D. JIMÉNEZ-CALDERÓN Y A. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ

PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN LA LECHE DE VACAS PASTANDO TRITICALE CON O SIN *Trifolium incarnatum* 227
G. SALCEDO DÍAZ, A. VILLAR BONET Y J. DOLTRA BREGÓN

COMPARACIÓN DE UNA MEZCLA DE TRÉBOLES ANUALES CON RAIGRÁS INGLÉS EN UN SISTEMA DE PASTOREO CON VACAS DE LECHE 235
M. VEIGA, A. BOTANA, C. RESCH, S. PEREIRA-CRESPO, T. DAGNAC, J. VALLADARES, N. DÍAZ, B. FERNÁNDEZ-LORENZO Y G. FLORES-CALVETE

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ENSILADO DE LEGUMINOSAS ANUALES EN LA RACIÓN DEL GANADO VACUNO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE 241
A. BOTANA, C. RESCH, L. GONZÁLEZ, T. DAGNAC, S. PEREIRA-CRESPO, B. FERNÁNDEZ-LORENZO, J. VALLADARES, M. VEIGA Y G. FLORES-CALVETE

GRANO DE MAÍZ MOLIDO COMO SUPLEMENTO PARA VACAS LECHERAS EN PASTOREO O BAJO SIEGA DE PRADERAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE A PEQUEÑA ESCALA EN MÉXICO 247
J. VELARDE-GUILLÉN, J.G. ESTRADA-FLORES, A.A. RAYAS-AMOR, F. VICENTE, A. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, D. HEREDIA-NAVA Y C.M. ARRIAGA-JORDÁN

CONTRIBUCIÓN DEL METANO ENTÉRICO AL TOTAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO GENERADOS POR EL CULTIVO DE MAÍZ Y SU USO COMO ENSILADO EN LA ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS	253
G. SALCEDO DÍAZ	
IDENTIFICACIÓN DE FACTORES QUE INFLUYEN EN LA INTENCIÓN DE USO DE ENSILADO DE MAÍZ POR PRODUCTORES DE LECHE A PEQUEÑA ESCALA EN EL ALTIPLANO CENTRAL MEXICANO	259
J.D. GARCÍA-VILLEGAS, C.M. ARRIAGA-JORDAN, E. SÁNCHEZ-VERA, M. JUÁREZ-MORALES, A.A. RAYAS-AMOR Y C.G. MARTINEZ-GARCIA	
APLICACIÓN DEL ANÁLISIS FACTORIAL A LA TIPIFICACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES LECHERAS DE CANTABRIA EN FUNCIÓN DEL MANEJO DEL TERRITORIO	265
A. VILLAR, R. MOROS, J. DOLTRA, G. SALCEDO, I. VÁZQUEZ, B. FERNÁNDEZ Y J. BUSQUÉ	
LA PRODUCCIÓN DE CARNE DE RAZA TUDANCA EN CANTABRIA DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS GANADEROS Y OTROS ESLABONES DE LA CADENA DE VALOR	271
I. VÁZQUEZ, A.M. OLAIZOLA, H. RESANO, L. LÓPEZ Y E. SERRANO	
DISCRIMINACIÓN DEL TIPO Y NIVEL DE FORRAJE DE LA DIETA DE TERNEROS ACABADOS EN ESTABULACIÓN UTILIZANDO EL CONTENIDO EN CAROTENOIDES EN PLASMA Y TEJIDO ADIPOSO	279
E. SERRANO, M.J. HUMADA, S. GUTIÉRREZ Y J. MATEO	
EVALUACIÓN COMPARATIVA DE <i>Festulolium</i> CON DOS VARIEDADES DE <i>Lolium perenne</i> L. EN PRADERAS DEL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO	285
F. LÓPEZ-GONZÁLEZ, M. ROSAS-DAVILA, I.A. DOMINGUEZ-VARA Y C.M. ARRIAGA-JORDÁN	
EVALUACIÓN DE <i>Bromus catharticus</i> Vahl COMO RECURSO PARA PRADERAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO.....	291
D.A. PLATA-REYES, A. GÓMEZ-MIRANDA, F. LÓPEZ-GONZÁLEZ, I.A. DOMÍNGUEZ-VARA Y C.M. ARRIAGA-JORDÁN	
ENSILADO DE AVENA-VALLICO PARA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO.....	297
M.D. CELIS-ALVAREZ, F. LÓPEZ-GONZÁLEZ, C.G. MARTÍNEZ-GARCÍA, J.G. ESTRADA-FLORES Y C.M. ARRIAGA-JORDÁN	
RACIONES OBTENIDAS EN PASTOREO SOBRE UNA ROTACIÓN DE CULTIVOS FORRAJEROS ADAPTADA AL SECANO SEMIÁRIDO EN NAVARRA.....	303
J.M. MANGADO	
DIMENSIONAMIENTO DE FOSAS DE PURÍN PARA OPTIMIZAR SU VALOR FERTILIZANTE EN EXPLOTACIONES DE VACUNO DE LECHE GALLEGAS.....	311
J.F. CASTRO, M.D. BÁEZ Y M.I. GARCÍA	



SISTEMAS Y RECURSOS SILVOPASTORALES

SISTEMAS SILVOPASTORALES EN GALICIA Y SU VINCULACIÓN A LA POLÍTICA EUROPEA	321
M.R. MOSQUERA-LOSADA Y A. RIGUEIRO RODRÍGUEZ	
INTEGRACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS PASTOS DE MONTAÑA DEL NORTE PENINSULAR	325
J. BUSQUÉ, R. ROSA GARCÍA, R. CELAYA, I. ALBIZU, N. ALDAI, J. ALDÁZ, F.J. SESMA, D. SOLA, K. OSORO Y OTROS DEL GPMN	
PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FORRAJE DE VARIEDADES DE TRITICALE CULTIVADAS EN CONDICIONES DE SOMBRA, PARA SU UTILIZACIÓN EN SISTEMAS AGROFORESTALES.....	331
O. SANTAMARÍA, S. RODRIGO, A. ALBARRÁN, G. MORENO Y L. OLEA	
CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LOS PASTOS HERBÁCEOS EN LA DEHESA DEL PARQUE NACIONAL DE LAS TABLAS DE DAIMIEL	339
C. LÓPEZ-CARRASCO, C. RUÍZ DE LA HERMOSA Y S. ROIG	
DIFERENCIAS EN LA CUBIERTA DE PASTOS HERBÁCEOS DE DEHESA POR INFLUENCIA DEL ARBOLADO Y LA GESTIÓN GANADERA	345
A. LÓPEZ-SÁNCHEZ, C. LÓPEZ-CARRASCO Y S. ROIG	
SIEMBRA DE ESPECIES HERBÁCEAS DE INTERÉS FORRAJERO (SILVESTRES Y AGRÍCOLAS) EN ÁREAS CORTAFUEGOS DE ANDALUCÍA ORIENTAL	351
A.B. ROBLES, M.E. RAMOS, J. RUIZ MIRAZO Y J.L. GONZÁLEZ REBOLLAR	
EXPERIENCIA DEMOSTRATIVA DE CONTROL DEL MATORRAL EN RONCESVALLES (NAVARRA): EFECTOS DEL FUEGO EN EL SUELO	357
R.M. CANALS TRESSERRAS, L. SAN EMETERIO GARCIANDIA, L. MÚGICA AZPILICUETA, J.L. SAEZ ISTILART Y I. VERGARA HERNÁNDEZ	
EFFECTO DEL MANEJO DE LA ALIMENTACIÓN SOBRE EL BALANCE DE CARBONO EN EXPLOTACIONES DE OVINO LECHERO	363
N. MANDALUNIZ, A. PASCUAL, I. BATALLA, O. DEL HIERRO, J.L. SAEZ, J. ARRANZY R. RUIZ	
EFFECTO DE LA CARGA GANADERA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y LA CALIDAD DE PASTO EN UN SISTEMA SILVOPASTORAL ESTABLECIDO BAJO CEREZO	369
M.R. MOSQUERA-LOSADA, I. URBAN-MARTINEZ, J.J. SANTIAGO-FREIJANES, N. FERREIRO-DOMÍNGUEZ Y A. RIGUEIRO-RODRÍGUEZ	
PODER REPELENTE DE DISTINTOS PRODUCTOS EN GANADO OVINO	375
P. FERNÁNDEZ REBOLLO, M.D. CARBONERO MUÑOZ, J.R. LEAL MURILLO, J.E. BOLÍVAR GONZÁLEZ, M.T. HIDALGO FERNÁNDEZ Y A.M. GARCÍA MORENO	

LA ACUMULACIÓN NETA DE FITOMASA Y CALIDAD NUTRITIVA DE PASTIZALES EN EL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA NEVADO DE TOLUCA PARA LA PRODUCCIÓN OVINA.....	381
J. MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, C.M. ARRIAGA JORDÁN, C. GONZÁLEZ REBELES ISLAS, R. ROSA GARCÍA, G.B. HERNÁNDEZ-LUNA, J. VALDÉS REYNA Y J.G. ESTRADA FLORES	
RESULTADOS PRELIMINARES DE ACTIVIDAD DEL GANADO VACUNO DE RAZA MORUCHA EN EXTENSIVO MEDIANTE DISPOSITIVOS GPS-GPRS	387
R. POSADO, R. BODAS, B.R. VÁZQUEZ-DE-ALDANA, J.L. HERNÁNDEZ, R. ARROYO Y J.J. GARCÍA	
ATRIBUTOS DE CALIDAD NUTRICIONAL DEL ARBUSTO <i>Lavatera assurgentiflora</i> K.....	393
U.F. JUÁREZ ZEBADÚA, P.A. MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, E. CORTÉS DÍAZ Y L.A. MIRANDA ROMERO	
PREFERENCIA DEL GANADO BOVINO POR LOS PRINCIPALES ÁRBOLES FORRAJEROS DEL TROPICO SECO CENTROAMERICANO	399
K. LÓPEZ BENAVIDES, L.R. ROCHA MOLINA, E. SERRANO FERRON', M.C. ESPUNYA PRAT Y J. BARTOLOMÉ FILELLA	
ÍNDICE DE AUTORES	405



EVALUACION DE VERMICOMPOST APLICADO A SUELO CULTIVADO CON PASTO TANZANIA (*Panicum maximum*)

O. INCLAN AGUILAR¹, P. MIRELES LEZAMA², O.A. CASTELÁN ORTEGA³ Y F. AVILES NOVA¹.

¹CU Temascaltepec. oinclanaguilar@gmail.com; favilesnova@yahoo.com.mx. ²Facultad de Planeación Urbana y Regional. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario No. 100 Col. Centro Toluca Estado de México. México.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de materia seca del pasto *Panicum maximum* (Tanzania), abonado con vermicompost de caprino y de ovino. Se realizó un diseño experimental completamente al azar en el que los tratamientos fueron los tipos de estiércol, los cuales se recolectaron directamente de los corrales y se compostearon durante 60 días. Los resultados muestran que solo se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el contenido de fósforo del vermicompost; el contenido más alto se obtuvo en el vermicompost elaborado con estiércol de caprino. Se concluye que la mayor producción de materia seca del pasto Tanzania se obtuvo con el vermicompost de caprino.

Palabras clave: producción de materia seca, caprino, ovino.

INTRODUCCIÓN

Los residuos orgánicos producidos por la actividad doméstica e industrial son eliminados a través de vertederos al aire libre o controlados causando problemas económicos y medioambientales. Al presentarse estos problemas se han desarrollado diversas tecnologías para resolver dicha situación. El desarrollo de la lombriz de tierra en los residuos orgánicos se le denominó "vermicultura". El vermicompostaje es un proceso que consiste en la transformación de la materia orgánica a través de la acción descomponedora de las lombrices. Domínguez (2004), menciona que aunque los microorganismos son los responsables de la degradación bioquímica de la materia orgánica, las lombrices son cruciales en el proceso de fragmentación y acondicionamiento del sustrato, provocando una mayor superficie para la actividad microbiana y alterando su actividad biológica. Una de sus principales características es la modificación de sus características físicas, químicas, biológicas, reduciendo progresivamente la relación C/N. El "vermicompost", así se llama al producto final, es un material parecido al humus con una relación C/N baja, porosidad alta, gran capacidad de retención hídrica y posee la mayor parte de los nutrientes en forma fácilmente extraíbles por las plantas.

Los beneficios que la lombriz de tierra tiene sobre la fertilidad de los suelos se conocen desde hace tiempo. En estos últimos 50 años se han demostrado los beneficios que el vermicompost (VC) tiene sobre el crecimiento vegetal. Stephens y Davoren (1995) demostraron que la adición de lombrices al suelo produce un incremento en el crecimiento de cereales en zonas templadas. Actualmente mediante una serie de experimentos de campo se ha demostrado que la inoculación de lombrices al suelo agrícola tropical puede tener efectos notables sobre el crecimiento y rendimiento vegetal (Lavelle y Spain, 2001). El VC mejora algunas propiedades físicas del suelo como la estructura (Jongmas *et al.*, 2003), el incremento de la materia orgánica (Edwards, 1998), la capacidad de retención de agua, el drenaje, la formación y degradación de agregados (Edwards y Bohlen, 1996), también mencionan los efectos químicos y biológicos en la degradación de la materia orgánica y en el

reciclado de nutrientes. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del VC sobre la producción de materia seca del forraje *Panicum maximum* (Tanzania).

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el rancho universitario de Temascaltepec, el cual se encuentra ubicado entre las coordenadas extremas de 19° 01' 05,3" y 19° 01' 36,0" N y 100° 02' 23,6" y 100° 02' 47,7" W, a una altitud media de 1880 m s. n. m. Con una temperatura media anual de 17 °C y una precipitación de 1200 mm.

La toma de muestra de suelo se realizó conforme a la norma NOM-021-SEMARNAT-2000. La muestra compuesta se tomó de 9 submuestras, a las cuales se les determinó materia orgánica (MO) con el método AS-07, fósforo (P) con el método AS-11 y potasio (K) con el método AS-19. Así como sus características físicas con la metodología descrita en la misma norma.

Se utilizó estiércol de ovino (75 kg MS) y caprino (46 kg MS) para la elaboración del VC recolectado directamente en corrales del rancho. El compostaje del estiércol tuvo una duración de 60 días. Después de este tiempo el compost se transfirió a 6 vermirreactores de 1m³, se utilizaron tres vermirreactores para cada tratamiento. Se colocaron en promedio 24,8 Kg MS de compost de caprino y 42,6 Kg MS de compost de ovino. Del cual se obtuvieron en promedio 19,3 Kg MS de VC de caprino (VCC) y 30,3 Kg MS de VC de ovino (VCO) de cada vermirreactor.

La toma de muestras del vermicompost se realizó conforme a la norma NTEA-006-SMA-RS-2006, a las muestras tomadas se les determinó materia orgánica (MO) con el método AS-07, nitrógeno (N) con el método AS-08, fósforo (P) con el método AS-11 y potasio (K) con el método AS-19, los cuales son métodos descritos en la norma NOM-021-SEMARNAT-2000.

Se utilizaron dos micro parcelas (10 m x 4 m) de la especie: *Panicum maximum* (Tanzania) establecidas en el 2011 en temporada de lluvias en el Rancho Universitario San Simón de Guerrero, Estado de México. Se le realizó un corte de uniformidad a 15 cm del suelo.

La dosis de aplicación del VC se calculó para obtener la producción de MS estimada para la zona que fue de 10,0 t ha⁻¹ y con un porcentaje de 13,2 de nitrógeno.

Tabla 1. Características físicas del suelo cultivado por forrajes tropicales antes de la aplicación del vermicompost.

	Arena	Limo %	Arcilla	Color Seco	Color Húmedo	Textura	Estructura Seco	Estructura Húmedo
Fertilidad	38	30	32	Pardo a pardo oscuro	Pardo	Franco – arcillosa	Ligeramente seca	Fiable
HA 0-16	52	24	24	Pardo a pardo oscuro	Pardo	Franco – arcillosa	Ligeramente seca	Fiable
HAC 16-55	36	22	42	Rojizo	Amarillo - rojizo	Arcilloso	Ligeramente dura en seco	Fiable
HC 55-80	38	20	42	Rojizo	Amarillo - rojizo	Franco – arcillosa	Consistencia suave	Fiable

HA=Horizonte A, HAC=Horizonte AC, HC=Horizonte C.

Se realizó un diseño experimental completamente al azar donde los tratamientos fueron el tipo de estiércol utilizado. El modelo general lineal fue $Y = \mu + T_i + e_{ij}$, donde Y es la variable respuesta, T es el efecto debido al tratamiento (i=1,2), e_{ij} es el error experimental. Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza con el paquete estadístico de MINITAB v14 (2003). Cuando se



observaron diferencias significativas ($P<0,05$) se aplicó la prueba de Tukey. Las variables evaluadas fueron materia orgánica, fósforo, potasio y producción de forraje.

Cabe mencionar que esta pradera fue establecida en un lugar donde hasta el 2011 era un bosque de coníferas. Las características físicas del suelo que se obtuvieron en la parcela donde se encuentra establecida la pradera se muestran en la Tabla 1.

Los análisis mostraron que el suelo tiene un pH fuertemente ácido como se muestra en la Tabla 2. Esto concuerda con lo mostrado por Pérez-Suarez *et al.* (2008), que encontraron que el pH es más ácido en suelos cubiertos por árboles que en lugares abiertos. La fertilidad del suelo muestra deficiencia tanto en fósforo como potasio siendo este último el que se tomó como base para realizar el balance de fertilización (Tabla 2).

Tabla 2. Características químicas de fertilidad y de los horizontes del suelo cultivado por forrajes tropicales antes de la aplicación del vermicompost.

Horizonte (cm)	pH	Materia orgánica %	Materia orgánica kg/t	Nitrógeno kg/ha	Fósforo kg/ha	Potasio kg/ha
FERTILIDAD	5,02	3,00	30,00	90,00	0,0420	0,16
HA 0-16	4,72	3,69	36,09	105,00	0,0510	0,14
HAC 16-55	5,16	0,37	3,07	12,00	0,0589	0,04
HC 55-80	5,36	0,17	1,07	12,00	0,0530	0,04

HA=Horizonte A, HAC=Horizonte AC, HC=Horizonte C.

La dosis de N-P-K que se aplicó a la pradera fue calculada en función de la estimación de la extracción del elemento por la planta, para una producción de forraje esperada en la zona de 10 t MS/ha y sin tomar en cuenta el aporte del suelo.

El VC que menos K aporta es el de ovino, por lo que se tomó como base para formular la dosis. Se aplicaron 19,7 t MS/ha de VCC y 18,4 t MS/ha de VCO (0,422 kg MS/Macollo de VCC y 0,395 Kg MS/Macollo de VCO). Sin embargo., Roberts *et al.* (2013), mencionan que para poder sustituir los fertilizantes inorgánicos se necesitaría aplicar 50 t/ha que equivale a 1 cm de VC en el suelo, esto resultaría poco práctico y costoso para un sistema de praderas como en este estudio.

Tabla 3. Composición química del vermicompost.

	Materia orgánica kg/t	Nitrógeno kg/t	Fosforo kg/t	Potasio kg/t
VCC	144,10	28,00	2,80 ^a	13,50
VCO	134,70	27,45	2,21 ^b	14,40
Promedio	140,30	27,80	2,535	13,84
P	0,87	0,476	0,05	0,37

VCC=Vermicompost de caprino, VCO=Vermicompost de ovino.

En la Tabla 3 se presentan los resultados del análisis del VC. Los resultados muestran que el contenido en fósforo (P) es diferente ($P<0,05$). Los valores que se obtuvieron son similares a los mostrados por Loh *et al.* (2005) y Arancon *et al.* (2003), quienes trabajaron con heces de vacuno y caprino.

Tabla 4. Vermicompost (VC) aplicado en pradera de tanzania (*Panicum maximum*).

	VCC	VCO
t VC aplicado	19,641	18,370
kg MS VC/Macollo	0,422	0,395

VCC = Vermicompost de caprino, VCO = Vermicompost de ovino, MS=Materia seca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de forraje en pradera

La cantidad de forraje obtenido en el día 84 fue superada en 6 t por el VCC, aunque no se ha diferenciado estadísticamente de la producción obtenida con el VCO. En la pradera que se ha denominado control se obtuvo la mitad de producción. Esta producción se atribuye a la cantidad de potasio que se aplicó a la pradera (Gallardo 2015, comunicación personal).

Tabla 5. Producción de forraje (kg MS/ha) con un promedio de 40 000 macollos por hectárea.

VC	MS(t/ha) 28	MS(t/ha) 56	MS(t/ha) 84
Caprino	2,91 ^a	6,89 ^a	13,86 ^a
Ovino	1,97 ^{ab}	2,64 ^b	9,34 ^a
Control	1,63 ^b	3,91 ^b	4,12 ^b
P	0,015	0,004	0,000

VC = Vermicompost, MS=Materia seca.

La NTEA-006-SMA-RS-2006, menciona que para mejorar un suelo el rango de materia orgánica debe estar por encima del 15 %, sin embargo esta característica no se cumple ya que, como se muestra en la Tabla 3, los valores son cercanos al 14%. Esto se debe a que solo se manejó heces de caprino y ovino sin adicionar algún otro elemento que mejorara la materia orgánica. Al aplicar el VC conforme al elemento extraíble por la planta, la producción fue superada por el VCC y alcanzada por el VCO quedando a la mitad de producción en la pradera que se utilizó como control. Duran y Henríquez (2007) mencionan que las características finales del VC se ven influenciadas por la materia prima utilizada. Aunque en este caso se debe considerar la textura de las heces ya que las de caprino son más porosas que las de ovino permitiendo la aireación y permeabilidad en el pasto, esta puede ser una de las razones de los rendimientos más altos de materia seca obtenidas con el abonado del VCC.

CONCLUSIONES

El mejor vermicompost aplicado a la pradera fue el de caprino por la cantidad de materia seca obtenida en el pasto. La aplicación de vermicompost en pradera se vuelve poco práctico por el volumen que se necesita para obtener la máxima producción de materia seca. Sin embargo, se podría utilizar para la producción en pequeña escala.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al CONACYT por la beca otorgada al primer autor para realizar los estudios de posgrado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANCON N.Q., EDWARDS C.A., BIERMAN P., METZGER J.D., LEE S. Y WELCH Ch. (2003) Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiología*, **47**, 731-735.
- DOMÍNGUEZ J. (2004) State of the art and new perspectives on vermicomposting research. En: Edwards C.A. (Ed) *Earthworm ecology*, pp. 401-424. Boca Raton, USA: CRC Press.
- DURÁN L. Y HENRÍQUEZ C. (2007) Caracterización química, física y microbológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. *Agronomía Costarricense*, **31(1)**, 41-51.
- EDWARDS C.A. (1998) *Earthworm ecology*. Boca Raton, USA: CRC/Lewis Press
- EDWARDS C.A. Y BOHLEN P.J. (1996) *Biology and ecology of earthworms*. London, UK: Chapman and Hall.
- JONGMANS A.G., PULLEMAN M.M., BALABANE M., VAN OORT F. Y MARINISSEN J.C.Y. (2003) Soil structure and characteristics of organic matter in two orchards differing in earthworm activity. *Applied Soil Ecology*, **24**, 219-232.
- LAVELLE P. Y SPAIN A.V. (2001) *Soil ecology*. London. UK: Kluwer Academic Publishers.
- LOH T.C., LEE Y.C., LIANG J.B. Y TAN D. (2005) Vermicomposting of cattle and goat manures by *Eisenia foetida* and their growth and reproduction performance. *Bioresource Technology*, **96**, 111-114.
- MINITAB V.14 (2003) Statistical software. User's guide II: Data analysis and quality tools, graphics, and Macros. USA: Minitab Inc.
- NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-021-SEMARNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Diario Oficial de la Federación.
- NORMA TECNICA ESTATAL AMBIENTAL NTEA-006-SMA-RS-2006. Para la producción de los mejoradores de suelos elaborados a partir de residuos orgánicos. Gaceta de Gobierno Estado de México, México.
- PÉREZ-SUÁREZ M., FENN M.E., CETINA-ALCALA V.M. Y ALDRETE A. (2008) The effects of canopy cover on throughfall and soil chemistry in two forest sites in the México City air basin. *Atmósfera*, **21(1)**, 83-100.
- ROBERTS P., EDWARDS-JONES G. Y JONES D.L. (2013) Yield Responses of Wheat (*Triticum aestivum*) To Vermicompost Applications. *Compost Science & Utilization*, **15 (1)**, 6-15.
- STEPHENS, P.M. Y DAVOREN C.W. (1995) Effect of the lumbricid earthworm *Aporrectodea trapezoides* on wheat grain yield in the field, in the presence or absence of *Rhizoctonia solani* and *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. *Soil Biology and Biochemistry*, **28**, 561-567.

EVALUATION OF VERMICOMPOST APPLIED TO SOIL CULTIVATED WITH TANZANIA GRASS (*Panicum maximum*)

SUMMARY

The vermicompost is an organic fertilizer that has been used for production of food for humans and animals. The main of this work was to evaluate the fertilizer value of vermicompost to soil cultivated with *Panicum maximum* (Tanzania) grass and their dry matter production. The experimental design was a completely randomized, the treatments were the type of manure. The



results shown that significant differences ($P < 0.05$) were observed in the content of phosphorus in the vermicompost; the highest content was obtained in vermicompost elaborated with goats manure. We concluded that the highest grass dry matter production was obtained with goats vermicompost.

Key words: dry matter production, goats, sheep.