

ESTUDIOS UNIVERSITARIOS

REVISTA CIENTIFICA

VOLUMEN 8, ABRIL 2008



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Loja - Ecuador

Los servidores de la Universidad Nacional de Loja nos comprometemos a cultivar en nuestros actos los siguientes valores y actitudes:

Honestidad y transparencia

Responsabilidad, mística, eficiencia

Respeto

Equidad

Tolerancia

Solidaridad

Lealtad y compromiso con la Institución

Creatividad, innovación, excelencia

Participación

(Cuarto Plan Quinquenal de Desarrollo, 2003-2008, p. 55)

ISSN: 1390-4167



Estudios Universitarios, Revista Científica, Volumen 8.
Impresa en la Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Loja
(calles Bernardo Valdivieso y Rocafuerte, esquina) en abril de 2008.
Tiraje: 1.100 ejemplares.
Teléfono: 07- 2573914. Página web: www.unl.edu.ec
e-mail: diredif@unl.edu.ec; ocf@unl.edu.ec
LOJÁ - ECUADOR

ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
REVISTA CIENTÍFICA

VOLUMEN 8, ABRIL 2008



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

LOJA-ECUADOR

La Comisión Editorial de la Universidad Nacional de Loja, considerará para su publicación en Estudios Universitarios, Revista Científica, artículos originales de investigación, comunicaciones técnicas, revisiones de literatura sobre todas las ciencias y otros, escritos en castellano u otros idiomas, redactados con exactitud, brevedad y claridad, guardando la estructura del artículo científico, y que no hayan sido publicados en otros medios impresos de difusión. Para artículos traducidos al español, esta norma se aplica a la traducción.

La reproducción, traducción, ubicación en la red, utilización de resultados de los trabajos publicados en Estudios Universitarios por terceros, se ajustará a las normas de la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador (Ley 83 - Registro Oficial 320, 19.05.1998) y su Reglamento (Decreto Ejecutivo 508 - RO/120, 01.02.1999).

Presidente de la Comisión Editorial:

Lic. Jaime Wilson Valarezo Carrión, Mg. Sc.
Vicerrector de la Universidad Nacional de Loja.

EDITOR DEL VOLUMEN Nº 8:

Dr. Noé Bravo Vivar,
Profesor del Área de la Educación,
el Arte y la Comunicación.

© Estudios Universitarios, Revista Científica.
Universidad Nacional de Loja
Ciudad Universitaria "Guillermo Falconi Espinosa"
La Argelia.
www.unl.edu.ec
E. mail: vrector@unl.edu.ec, oci@unl.edu.ec

Teléfono: 07-2547252
Fax: 07-2546075

Se podrá reproducir parcial o totalmente los artículos de la Revista citando la fuente.
Su distribución se ajustará a las disposiciones aprobadas para el efecto por la
Comisión Editorial.

ISSN: 1390-4167

Impreso en Ecuador – Printed in Ecuador – Imprimé en Equateur

Com.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
2003 - 2008**

RECTOR: Dr. Max González Merizalde, Mg. Sc.

VICERRECTOR: Lic. Jaime Wilson Valarezo Carrión, Mg. Sc.

DIRECTORES DE LAS ÁREAS ACADÉMICO-ADMINISTRATIVAS:

Dr. José Riofrío Mora

JURÍDICA, SOCIAL Y ADMINISTRATIVA

Ing. Félix Hernández Cueva, Mg. Sc.

AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Dr. Héctor Silva Vilema, Mg. Sc.

EDUCACIÓN, ARTE Y COMUNICACIÓN

Dr. Víctor Hugo Jiménez, Mg. Sc.

SALUD HUMANA

Ing. Milton León Tapia, Mg. Sc.

ENERGÍA, INDUSTRIAS Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

DIRECTOR EDITORIAL UNIVERSITARIA

Lic. Víctor Vicente Regalado Valarezo

Contenido

CIENCIAS DE LA SALUD

PÁG.

Reanimación neonatal: Capacidad resolutive de los servicios de Neonatología y Centro Obstétrico, Hospital Provincial General Isidro Ayora, Loja 2004. 1

Dr. Jorge A. Álvarez Toledo, Docente Área de la Salud Humana.

Doctora Nuvia Ludeña Misquero

Doctor Diego Álvarez Sempértégui

Desplazamiento epifisario capital del fémur. A propósito de un caso clínico (Tesis de grado). 19

Dr. María de los Ángeles Cevallos

Dr. Leonardo Cartuche.

CIENCIAS FORESTALES

Especies arbóreas que contribuyen a sostener las vertientes de agua en el cantón Paltas, provincia de Loja. 41

Edmigio Valdivieso C.

Franklin Chamba T.

Mejoramiento de la propagación de especies forestales nativas del bosque montano en el Sur del Ecuador. 57

Dr. Nikolay Aguirre Mendoza

Sven Günter

Bernd Stimm

GESTIÓN DE LA FERTILIDAD DEL SUELO

Alternativas orgánicas para mejorar la fertilidad de los suelos de zonas secas en la provincia de Loja. 67

Francisco Guamán

Magaly Yaguana

Efecto del carbón vegetal en las propiedades físicas y químicas del suelo en el cultivo de tomate de mesa (<i>solanum lycopersicum</i>) bajo invernadero.	PÁG. 85
Ing. Miguel Villamagua Ing. Ermel Loaiza Egdo. Pablo Naula	

ENERGÍAS

El modelo eléctrico ecuatoriano. Nuevos paradigmas.....	101
Ing. Jorge Patricio Muñoz	
Cocina solar de reflectores interiores.	127
Ing. Thuesman Montaña	

TECNOLOGÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN

Algunas soluciones técnicas, utilizando materiales tradicionales en los acabados de ambientes de vivienda tradicional en el barrio Punzara de la ciudad de Loja.	147
Lic. Carlos Andrade Díaz	

GEOLOGÍA

Los deslizamientos en el sistema vial del cantón Loja.....	163
Ing. Jorge Michael Valárezo, Docente, Coordinador de la Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial	

PEDAGOGÍA APLICADA

Obtención del ácido alfa amino pentanodioico para facilitar los procesos de aprendizaje.	169
Ing. José Ochca Alfaro	

GENÉTICA

Búsqueda de marcadores moleculares en Naranjilla (<i>Solanum quitoense</i> Mill), para la resistencia al Nematodo (<i>Meloidogyne incognita</i>) y <i>Fusarium oxysporum</i>	179
Morales, Rafael Espinosa, Georgina Morales, Natalia Troya, Henry López, Patricio	

	PAG.
Estudio de la variabilidad genética de especies nativas de la Amazonía usando marcadores moleculares AFLPSs (Resumen de investigación UNL-CONESUP).	197
Rafael Morales Alexandra Narváez Natalia Morales Patricio Castro	
RESÚMENES DE TRABAJOS REALIZADOS POR ESTUDIANTES DE LA UNL BENEFICIARIOS DEL PROGRAMA DE INTERCAMBIO Y COOPERACIÓN AMAZÓNICA DE INICIATIVA AMAZÓNICA Y UNAMAZ¹	221
Monitoreo y evaluación de los sistemas agroforestales del Bosque Alexander von Humboldt	237
Ángel Rolando Robles Carrión.	
Uso de la densidad del suelo como indicador en la evaluación ponderada de impactos ambientales en propiedades rurales en la Amazonía.	241
Gabriele Maricell Rojas Morán	
3. Avaliação da performance ambiental em reservas extractivistas no Estado de Acre, Amazonía, Brasil.	247
Claudio Roberto Sosoranga Uchuari	

1 Tomados de: Intercambios estudiantiles en la Amazonía. Resultados y experiencias de los dos primeros años del Programa de Intercambio y Colaboración Amazónica de la Iniciativa Amazónica y la UNAMAZ, Michael Arnegger, Roberto Porro, Sandra Velarde, Eugenia Isnardi, Alan Neves. Primera edición, Primera impresión (2007), 500 ejemplares, pp. 49, 65, 77.

EDITORIAL

La gestión de las autoridades responsables de la elaboración y ejecución del “IV Plan Quinquenal de Desarrollo 2003-2008 de la Universidad Nacional de Loja” (IVPQD) llega a su término. Nuestra comunidad universitaria se apresta a elegir a sus conductores para el período 2008-2013. Previamente, durante el año 2007, se ha llevado a cabo el proceso de autoevaluación institucional, orientado a obtener la evaluación externa y la acreditación y que sirve también, obviamente, para examinar el desempeño de la Universidad en el cumplimiento de sus funciones específicas durante el último período.

Dada la naturaleza de esta publicación, centraremos nuestra atención en el desempeño de la Universidad en el campo de la investigación. La Visión al año 2013 del IV PQD dice que: “Los conocimientos que se generan en la UNL son el producto de proyectos, organizados en programas y líneas de investigación, contruidos y ejecutados con la participación de las organizaciones de desarrollo y la sociedad civil, en los niveles local, provincial, regional y nacional” (p. 54). Y que: “Los proyectos de investigación que se ejecutan en la UNL tienen en cuenta las dimensiones ética, cultural, social, económica y ambiental, como referentes del desarrollo humano sustentable.” (Ibid.). En cuanto a la misión, el documento en mención señala: “Sistematizar los avances del conocimiento científico-técnico y realizar investi-

gación científico-técnica articulada a la realidad regional y nacional, difundir sus resultados e incorporarlos a los procesos de formación y desarrollo humano.” (Ibid.)

Estas Visión y Misión se concretan en el objetivo general: “Generar y aplicar nuevos conocimientos científicos y tecnológicos, y promover los conocimientos ancestrales que den respuestas efectivas a las complejas problemáticas del entorno regional” (p. 57); y, en las líneas estratégicas de acción para la Función Investigación: “Formulación y ejecución de proyectos de investigación articulados a las líneas de investigación-desarrollo, fortalecimiento de la capacidad de investigación de los docentes, desarrollo de mecanismos de gestión para la investigación.” (Ibid.)

En cumplimiento de este objetivo y estrategias se ejecutan actualmente 50 proyectos de investigación (3 desde 1997, 47 desde el 2004)), con el financiamiento del CONESUP (6), de FUNDA-CYT (4), de los fondos CEREPS (12), de la Universidad Nacional de Loja (18), cooperación italiana -COSV- (2); y, otras fuentes (8).

De estos proyectos, 3 pertenecen al Área Educativa, 2 al Área de la Salud Humana, 1 a las Áreas de la Salud Humana y Agropecuaria (en cooperación con la Università degli Studi di Parma-Italia), 1 al Área Jurídica, Social y Administrativa, 43 al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables.

Algunos de estos proyectos se ejecutan en convenio con otras instituciones: 8 universidades (3 alemanas -Mainz, Bayreuth, Stuttgart-, 2 españolas -Santiago de Compostela y Politécnica de Valencia-, 1 boliviana -Universidad Mayor de San Simón-Bolivia, en asocio con la UNL y la Politécnica de Valencia-, 2 ecuatorianas -Técnica de Quevedo, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, ESPOCH-, 1 italiana -Università degli Studi di Parma); 1 con la UNESCO; 2 con el Comité de Coordinación de

las Organizaciones para el Servicio Voluntario, COSV; 6 con el CONESUP; 4 con FUNDACYT (en 2 de ellos entra el MAG, en 1 el Municipio de Loja, en 1 PREDESUR).¹

Es evidente el predominio de los proyectos de investigación que se ejecutan en el Área Agropecuaria². Buscando alguna explicación, se podría argüir que ésta es, luego de la Jurídica, el Área más antigua de la UNL (fue fundada como Facultad de Ciencias, en 1944). No obstante, tal vez sería más acertado decir que, el de las ciencias agropecuarias, es un dominio de enorme importancia, no solamente debido a su íntima relación con la producción de alimentos para la humanidad sino, sobre todo en la actualidad, debido a los esfuerzos que científicos, gobiernos y otras instituciones realizan para tratar de revertir los daños que la irracional explotación de sus recursos ha infringido a la naturaleza.

También es cierto que, a partir del último tercio del siglo 20, gobernantes, teóricos y técnicos, echaron la culpa de los fracasos en el desarrollo económico del país al “predominio” en el currículum de los establecimientos educativos del país, de las así llamadas “materias/carreras humanísticas”. La respuesta de los organismos responsables de la educación y la investigación científica fue la de volcar el apoyo a la educación técnica y a la investigación en ciencias naturales. Claro que ello no explica tampoco el predominio, dentro de las ciencias naturales, de las investigaciones en el campo agropecuario en nuestra Universidad.

Sea de ello lo que fuere, el número de investigaciones en marcha sugiere la existencia de un porcentaje elevado de profesores en

1 Archivos de la Unidad de Desarrollo Universitario -UDU- y de la DCI.

2 Ésta ha sido, por lo demás, la tónica en cuanto a los trabajos que se publican en Estudios Universitarios, desde su aparición, y también de los que se han presentado en los Simposios Nacionales de Proyectos de Investigación desarrollados en el marco de los Encuentros Nacionales de Culturas.

capacidad de realizarlas y, lo que es más importante, de estudiantes que están aprendiendo a investigar al colaborar con sus profesores en esta tarea. Por otra parte, las investigaciones que se llevan adelante en convenio con otras universidades nacionales y extranjeras significan que, en este campo, estamos a tono con las temáticas que se investigan hoy en el mundo y con las metodologías, técnicas y herramientas de tratamiento de las mismas.

Esto no significa, sin embargo, que los temas sobre los que trabajan los investigadores de la UNL estén alejados de la realidad natural y social de la región y el país del que son parte sino más bien que los investigadores de otros países están trabajando con ellos para desentrañarla. Para comprobarlo, basta mencionar algunos títulos de estas investigaciones:

“Estudio de plantas nativas con propiedades medicinales, bioplaguicidas y toxicológicas de la Región Sur del Ecuador”, que la llevan a cabo la Universidad Nacional de Loja (Áreas Agropecuaria, Ing. Tulio Solano; y, de la Salud Humana, Dr. Marco Fernández) y la Università degli Studi di Parma (Italia, mediante el aporte de varios de sus profesores investigadores).

“Gestión concertada para el control de la desertificación y regeneración del bosque seco de los cantones Zapotillo y Macará”, a cargo de la Universidad Nacional de Loja (Área Agropecuaria, Dr. Ignacio Gómez, Ing. José Ma. Valarezo) y la cooperación científica y financiera italiana a través de COSV (Dr. Sandro Potatterra).

“Integración regional para el manejo ambiental sostenible y el control de la desertificación en Ecuador y Perú”, a cargo de la Universidad Nacional de Loja (Área Agropecuaria, Dr. Ignacio Gómez, Ing. José Ma. Valarezo, Dr. Tedy Maza) por Ecuador; la Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral (Ing.

Mary Carmen Talledo) por Perú; y, la Cooperación Científica y Financiera Italiana a través de COSV (Dr. Sandro Pocaterra).

“Investigaciones dendrológicas sobre el clima en los siglos pasados en los alrededores de Loja”, a cargo de la Universidad Nacional de Loja (Área Agropecuaria, Ing. Héctor Maza) y la Universidad de Stuttgart (Alemania, Prof. Dr. Achim Brauning).

“Influencia del uso de la tierra en las propiedades del suelo y en los flujos de agua y de elementos en los bosques húmedos montañosos del Sur del Ecuador”, a cargo de la Universidad Nacional de Loja (Área Agropecuaria, Ing. Carlos Valarezo M.) y la Universidad de Mainz (Alemania, Prof. Dr. Wolfgang Wilcke).

“Patrones espaciales de los parámetros y funciones de la dinámica del agua, gases y materia en los suelos del bosque montano en los Andes del Sur del Ecuador”, a cargo de la Universidad Nacional de Loja (Área Agropecuaria, Ing. Carlos Valarezo M.) y la Universidad de Bayreuth (Alemania, Prof. Bernd Huwe).

El esfuerzo institucional en el cumplimiento de los objetivos señalados en el IV PQD para la Función Investigación se complementa con la elaboración³ y aprobación⁴ del REGLAMENTO PARA LA INSTITUCIONALIZACIÓN Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.

Como se ve, la finalidad del Reglamento es institucionalizar la investigación científica y tecnológica a nivel de la Administración Central, las Áreas Académico Administrativas, las inter-Áreas y los Centros de Investigación-Desarrollo; así como desarrollarla a través de la elaboración de líneas, programas, proyectos de investigación, tesis de grado y el fortalecimiento de las capacidades

3 Unidad de Desarrollo Universitario, UDU.

4 Honorable Junta Universitaria, 04.03.08.

humanas, logísticas (infraestructura y equipamiento) y administrativas necesarias.

Se crean para ello instancias -Consejo de Gestión, Coordinación General, Consejos Técnicos de Investigación de las AAA- encargadas, además, de promocionar, coordinar y asegurar la calidad y pertinencia social y académica de los resultados de la investigación científica y tecnológica que se realiza en cada uno de dichos niveles.

Para lograr dichas calidad y pertinencia social y académica, estas instancias deberán garantizar que: “Los conocimientos científicos y tecnológicos que se generen en la Universidad Nacional de Loja /sean/ el producto de proyectos de investigación, organizados en programas y líneas de investigación-desarrollo de las AAA, de los Centros de Investigación-Desarrollo o inter-Áreas, coherentes con los módulos de los planes de estudio de las carreras y programas de postgrado, construidos y ejecutados preferentemente con la participación de las organizaciones de desarrollo y la sociedad civil, en los niveles local, provincial, regional y nacional.”⁵

Loja, abril de 2008

**COMISIÓN EDITORIAL
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

5 Reglamento para la institucionalización y desarrollo de la investigación científica y tecnológica en la Universidad Nacional de Loja, Art. 3.

*EFECTO DEL CARBÓN VEGETAL
EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS-
QUÍMICAS DEL SUELO EN CULTIVO
DE TOMATE DE MESA *Solanum lycopersicum* L. BAJO INVERNADERO*

Ing. Miguel A. Villamagua¹,
Ing. Ermel R. Loaiza Carrión² y
Egdo. Pablo E. Naula Arteaga³



-
- 1 Docente Principal. Universidad Nacional de Loja, Coordinación de Investigación del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. La Argelia- Loja- Ecuador. Teléfono: 2 545328, E-mail: miguelav63@ yahoo.com
 - 2 Docente principal. Universidad Nacional de Loja, Carrera de Ingeniería Agrícola del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. La Argelia- Loja- Ecuador. Teléfono: 2 546671, Ext. 104. E-mail: inagric@unl.edu.ec
 - 3 Tesista. Barrio Masanamaca
-

Resumen

Mejorar las condiciones físicas-químicas del suelo, a través de la aplicación de diferentes niveles de carbón vegetal, en el cultivo de tomate de mesa en invernadero es el objetivo de la presente investigación. Para determinar el efecto del carbón sobre las condiciones físicas de los sustratos, se tomaron muestras inalteradas y se determinó la curva de retención de agua del suelo: Porosidad Total, Capacidad de Aireación, Agua Aprovechable y Volumen de Poros Físicamente Inerte. Seguidamente se tomaron muestras alteradas de suelo y se determinó textura, pH, materia orgánica, N, P y K disponibles, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, B y Zn. El diseño experimental fue el de Bloques Completamente al Azar. Para la evaluación económica se realizó el análisis económico marginal. Las conclusiones son: el Nitrógeno pasó de muy bajo a medio en el suelo original; el Fósforo de bajo a alto y el Potasio de bajo a alto para todos los tratamientos. Las propiedades físicas del suelo, de pobre mejoraron a medio en los sustratos. El mejor rendimiento fue el tratamiento S3 con 11,54 kg/planta y el menor en el testigo S0 con 9.95 kg/planta; incrementándose la productividad en un 16 %. La Tasa de Retorno Marginal del S3, comparado con el S2, es de 1 185,8 %.

Palabras claves: carbón vegetal, tomate de mesa, condiciones físicas y químicas del suelo. Análisis económico marginal.

1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional de Loja, con la finalidad de generar conocimientos para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, en la producción de cultivos bajo invernadero en la hoya de Loja, en el año 2000, firmó el Convenio de Cooperación Interinstitucional con el Honorable Consejo Provincial de Loja, a fin de ejecutar el proyecto de investigación "Producción Agrícola Bajo Invernadero y el Mercadeo".

En la actualidad, la producción intensiva de cultivos promisorios altamente rentables bajo condiciones controladas, es una opción viable que progresivamente viene ganando aceptabilidad entre los productores de la zona, por cuanto entre sus principales ventajas es de generar un microclima controlado, el uso de pequeñas extensiones de terreno 1000 m², la utilización de poca agua, la diversificación de los cultivos, la elevada productividad; y, principalmente, la opción de salir con la producción en las temporadas de mejores precios en el mercado.

Sin embargo, en los suelos de los invernaderos se presentan limitaciones físico-químicas, desde el punto de vista químico: la fuerte acidez y la baja disponibilidad de N y P; y, desde el punto de vista físico, la baja capacidad de aireación, producto del bajo contenido de materia orgánica y de su textura arcillosa a franco arcillosa. Esta baja capacidad de aireación (10 %) afecta el crecimiento de los cultivos debido a que no existe en la zona radicular un normal intercambio de CO² y O² (Valarezo et. al. 1998).

Para enfrentar esta problemática, la Universidad Nacional de Loja, desde el 2001, viene estudiando las alternativas para mejorar las condiciones físicas de los suelos de los invernaderos. Los resultados obtenidos han demostrado que la incorporación de arena silíceo en dosis de 30, 40 y 50 %, mejoraron la capacidad de aireación, pasando las condiciones físicas del suelo de pobre a muy buenas y logrando un aumento de 45% de la productividad en cultivo de tomate riñón, 117 % en cebolla de bulbo y 59 % en pepino (Valarezo y Villamagua 2003). Además, varios investigadores de la Universidad de Bayreuth de Alemania, Glaser B., Lehmann J. y Wolfgang Z. (2002), reportan que el carbón vegetal mejora la retención de humedad y nutrientes, y las condiciones físicas de los suelos.

Torres y Cuenca (2004), evaluaron las propiedades físicas de sustratos bajo invernadero tomando como planta indicadora el

cultivo de la fresa *Fragaria vesca L.* en la Estación Experimental La Argelia, para lo cual utilizaron diferentes dosis de arena silícica y abono orgánico. Los resultados de los análisis físicos de los sustratos al final del ensayo, indican que T1, T2, (50% de arena) y los T3 y T4 (30% de arena) se encuentran en la zona V equivalente a muy bueno; y, mientras los T5 y T6 emplean el 6% y 10% de abono orgánico, respectivamente, están en la zona IV equivalente a bueno y el T7 (testigo) se encuentra en la zona III equivalente a medio. El rendimiento del cultivo de la fresa en el T1 fue de 1,36 kg /planta y en el T7 Testigo fue de 0,92 kg /planta, obteniéndose un incremento de la producción en el 48% del T1 con respecto al testigo.

El objetivo de la presente investigación fue generar conocimientos para mejorar las condiciones físico-químicas de los suelos a través de la aplicación de diferentes dosis de carbón vegetal (1,0, 1,5 y 2 kg /m²), de granulometría menor a 4,5 mm, en el cultivo de tomate de mesa bajo condiciones de invernadero, a fin de aprovechar óptimamente los escasos recursos suelo y agua; y, lograr los mejores rendimientos en beneficio de los productores de la hoya de Loja

Los objetivos fueron:

Evaluar el efecto de las diferentes dosis de carbón vegetal sobre las propiedades físico-químicas del suelo.

Evaluación económica de los diferentes tratamientos.

2. METODOLOGÍA

2.1. Manejo agrotécnico del cultivo de tomate de mesa.

1) Semilleros

Para una población de 4 500 plantas, se preparó el sustrato con turba y agua, agregando 227 g de 18-46-0 y 227 g de Sulpomag.

La semilla se colocó a 0,5 cm de profundidad. Cada 8 días se aplicó 2 cc/l de Previcur para prevenir el Damping off y Phytophthora. Para obtener plántulas robustas, cada 5 días, se aplicó 1cc Ergostim por litro de agua; y, 0,5 g de Stimufol por litro de agua, por día.

2) *Transplante*

Se realizó a los 30 días, cuando la planta disponía de las primeras hojas verdaderas y tenía una altura de 10 a 12 cm aproximadamente.

3) *Tutoraje*

Se realizó a los 21 días después del transplante.

4) *Podas*

La primera se realizó a los 15 días después del transplante y consistió en eliminar las primeras hojas bajas. La segunda poda se realizó cuando apareció la segunda inflorescencia (32-38 días), dejando 3 hojas debajo del primer ramillete. La poda total de las hojas bajas colocadas bajo el primer ramillete, se realizó cuando los frutos alcanzaron su madurez fisiológica.

5) *Riego:*

Para saber cuándo y cuánto regar, se instaló como instrumentos indicadores tensiómetros a 20 cm de profundidad. Para ello se utilizó la curva de retención de agua del suelo; se aplicó el riego, cuando el tensiómetro marcó 32 ctb el contenido de humedad correspondía al 32%; y, se dejó de regar, cuando la lectura del tensiómetro marcó 25 ctb equivalente a 36% del contenido de humedad (capacidad de campo; esto, con la finalidad de no ocupar con agua de riego el espacio poroso de aireación).

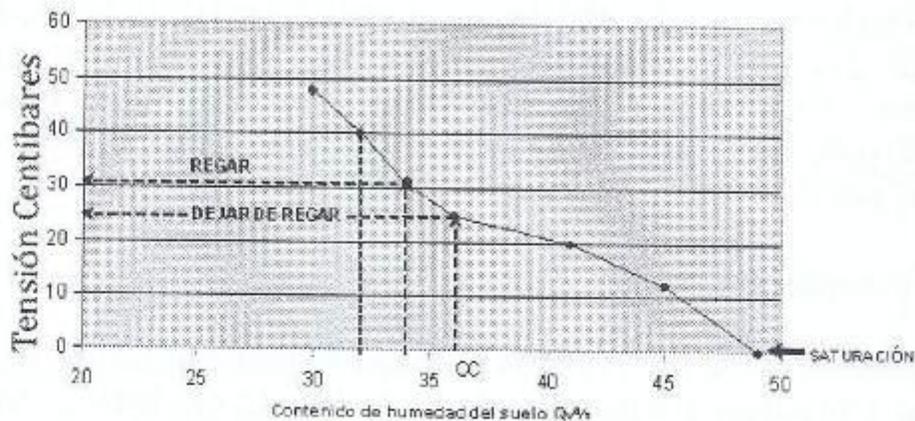


Figura. que muestra la curva de retención de agua del suelo

6) Fertirrigación.

Para determinar la cantidad de fertilizante en la solución madre se definió: 1) los datos del sistema de riego; 2) concentración del fertilizante en el agua de riego de acuerdo a la fase del cultivo; 3) los fertilizantes a usar. Se utilizó la fórmula:

$$C = F * DF * n * 100/a$$

- C = Cantidad de fertilizante en la solución madre en gr
- F = Concentración del nutriente en el agua de irrigación
- n = Volumen de la solución madre en m³
- a = Porcentaje de pureza de nutrientes en el fertilizante
- DF = Factor de dilución
- DF = Caudal del sistema (l/h)/ Caudal de inyección (l/h).

7) Control de plagas y enfermedades

Para la prevención y control de plagas y enfermedades se utilizó productos de categoría IV (Plaguicidas Biológicos), por ser de baja toxicidad (cuadro 1).

Cuadro 1. Insumos para la prevención y control de plagas y enfermedades.

PRODUCTO	DOSIS	CONTROL
NEEM KNOCK . Insecticida Nematicida Fungicida Acaricida	Aplicación foliar 5 cc/l, repetir las aplicaciones cada 7 días.	Pulgones y mosca blanca
TRICOBIOIOL	2 g/l	Phytophthora infestants
CALDO BORDELÉS	2 g/l	Phytophthora infestants
RIDODUR 40 SC Fungicida	5 cc/l	Alternaria solani o lancha
CUBRE PENTAHIDRATADO	2 cc/l	Bacteriosis.
OIDIO MIL	2 cc/l	Oidium
NIMROD 25 LS Fungicida sistémico	2 cc/l	Oidium
DIPEL Insecticida Biológico	1.5 g/l	Gusano cogollero
RIDOMIL Fungicida	1 g/l	Phytophthora infestants
APLAUD Insecticida	1 g/l	Mosca Blanca
EVICETS Insecticida	0,5 g/l	Mosca Blanca
STOP Fungicida	0,5-1 cc/l	Oidium y phytophthora infestants
SCALA 40 Fungicida	1 cc/l	Botritis
ATABRON 5 CE Insecticida	1,25 cc/l	Minador de la hoja y cogollero
PREVICUR Fungicida	1-2 cc/l	Damping off

2.2. Diseño estadístico

El diseño experimental utilizado fue "Bloques Completamente Azar con arreglo monofactorial". El modelo matemático fue:

$$Y = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Rendimiento de la unidad experimental

μ = Media general del experimento, valor constante

α_i = Efecto del factor carbón vegetal

β_j = Efecto proveniente de los bosques o repeticiones

ε_{ij} = Error experimental para cada observación

2.3. Variables

1) Independientes: Tratamientos

S0 = 0 Tn/ha carbón vegetal.

S1 = 10 Tn/ha carbón vegetal

S2 = 15 Tn/ha carbón vegetal

S3 = 20 Tn/ha carbón vegetal

2) Dependientes:

Capacidad de aireación CA %

Agua Aprovechable AA %

Volumen de Poros Físicamente Inerte. VPFI %; y,

Rendimiento/planta (kg/planta)

2.2. Diseño estadístico

El diseño experimental utilizado fue "Bloques Completamente Azar con arreglo monofactorial". El modelo matemático fue:

$$Y = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Rendimiento de la unidad experimental

μ = Media general del experimento, valor constante

α_i = Efecto del factor carbón vegetal

β_j = Efecto proveniente de los bosques o repeticiones

ε_{ij} = Error experimental para cada observación

2.3. Variables

1) Independientes: Tratamientos

S0 = 0 Tn/ha carbón vegetal.

S1 = 10 Tn/ha carbón vegetal

S2 = 15 Tn/ha carbón vegetal

S3 = 20 Tn/ha carbón vegetal

2) Dependientes:

Capacidad de aireación CA %

Agua Aprovechable AA %

Volumen de Poros Físicamente Inerte. VPMI %; y,

Rendimiento/planta (kg/planta)

2.4. Especificaciones Técnicas del Diseño Experimental

Número de tratamientos:	4
Número de repeticiones:	4
Número unidades experimentales:	16
Longitud de la cama (m):	19
Ancho de la cama (m):	1.0
Área total del ensayo (m ²):	714
Área útil del ensayo (m ²):	304
Área de la parcela (m ²):	19
Distancia entre bloques (m):	0,5
Distancia entre surcos (m):	1,5
Distancia entre plantas (m):	0,20

2.5. Evaluación de las propiedades físicas y químicas del suelo y sustratos.

- 1) **Elaboración y aplicación del abono bocashi**
La elaboración del abono bocashi, que consiste en la descomposición de material vegetal y animal (gallinaza, estiércol de porcino) más tierra de montaña, en una relación 2:1:1, utilizó para descomponerse 30 días. Luego se procedió a aplicar 14 kg/m² de bocashi por cama, equivalente al 6 % de materia orgánica.
- 2) **Preparación y aplicación del carbón vegetal**
El carbón fue previamente triturado a un diámetro menor a 4.5 mm; se aplicó en el fondo del surco de acuerdo a las dosis definidas para cada tratamiento S0, S1, S2 y S3, correspondientes a 0, 18,5, 28,5 y 38 kg de carbón vegetal por cama de 19 m², respectivamente.

3) Análisis físico-químico de los sustratos

Se tomaron muestras alteradas para el análisis de fertilidad, en éstas se determinó: textura, pH, materia orgánica, N, P y K disponibles, y relación C/N, antes y después de la aplicación de los sustratos.

Para la evaluación de las condiciones físicas de los sustratos, se tomaron muestras de suelo inalteradas con la ayuda de los anillos Koppecky de 100 cm³ de capacidad, en donde se determinó la curva de retención de agua a pF 0; 2,0; 2,3; 3,0; y 4,2, luego, en cada uno de los sustratos, se evaluaron las condiciones físicas: porosidad total, capacidad de aireación, agua aprovechable, densidad aparente y el volumen de poros físicamente inerte.

2.6. Evaluación Económica

Para la evaluación económica de los diferentes tratamientos, se utilizó el método denominado Análisis Económico Marginal, a través del cual se estudia el comportamiento de los diferentes factores de la producción de manera individual con respecto a los resultados económicos- financieros que ellos generan. El análisis económico marginal se determinó a través de la Tasa Marginal de Retorno que mide los resultados económicos de un proceso investigativo, tomando en cuenta la variación de los ingresos netos como consecuencia del incremento de los costos marginales. La Tasa Marginal de Retorno se la calcula dividiendo el incremento de los ingresos netos con el incremento de los costos que varían dentro de un proceso de investigación (Guerrero, T. 2006). Matemáticamente se explica así:

$$Tmr = \frac{IN1 - IN2}{CV1 - CV2}$$

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Antes del ensayo

3.1.1. Propiedades químicas del suelo

Cuadro 2 Propiedades químicas del suelo

Tratamiento	pH	M.O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		%	Ug/ml		
Inicial	6,6	1	13	19	67

El Cuadro 2 muestra el pH de 6,6 equivalente a ligeramente ácido, con muy bajo contenido de Nitrógeno, bajo en Fósforo y bajo contenido de Potasio.

3.1.2. Propiedades físicas del suelo

Cuadro 3 Propiedades físicas del suelo

Tratamiento	Da (g/cc)	C.A	AA	VPFI	EVALUACIÓN		ZONA	EQUIVALENTE
		%	%	%	CA	AA		
Suelo	1.33	10	17	73	BAJO	ALTO	II	POBRE

El suelo es de textura franco arenoso, con baja capacidad de aireación, alto contenido de agua aprovechable, físicamente corresponde a un suelo pobre (Cuadro 3).

3.2. Después del ensayo:

3.2.1. Propiedades químicas de los sustratos

Cuadro 4 Propiedades químicas de los sustratos

Tratamiento	pH	M.O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		%		ug/ml	
S0	6,6	3,0	64	527	923
S1	6,6	2,5	56	518	710
S2	6,6	2,4	60	595	1278
S3	6,6	3,3	69	694	1420

Las condiciones químicas del suelo se modificaron, el Nitrógeno varió de muy bajo (13 ug/ml) en el suelo original a medio en todos los tratamientos (56 a 69 ug/ml); mientras que el Fósforo, de bajo (19 ug/ml) subió a alto (518-694 ug/ml); y, el Potasio, de bajo (67 ug/ml) pasó a muy alto para los cuatro tratamientos (Cuadro 4).

En los tratamientos S2 y S3 el contenido de Fósforo fue de 595 ug/ml y 694 ug/ml, estos valores frente al testigo, presentan un incremento de fósforo del 13 y 31 %, respectivamente. El Potasio, en los tratamientos S2 y S3 frente al testigo, presenta un incremento de retención de este elemento en un 40 y 55 %, respectivamente.

El incremento de Fósforo y Potasio en los tratamientos S2 y S3 se debe a la presencia del carbón vegetal, esto concuerda con el criterio de los investigadores de la Universidad de Bayreuth de Alemania, que reportan que el carbón vegetal mejora la retención de humedad y nutrientes y las condiciones físicas de los suelos.

El pH del suelo es de 6,6 manteniéndose constante antes y después del ensayo, lo que significa que el carbón vegetal no influyó en este parámetro.

3.1.3. Propiedades químicas del carbón vegetal.

Cuadro 5 Nutrientes del carbón vegetal

Nutriente	Valor	Unidad
Nitrógeno total (N total)	0,04	%
Fósforo (P)	0,08	%
Potasio (k)	0,75	%
Calcio (Ca)	0,46	%
Magnesio (Mg)	0,19	%
Azufre (S)	0,03	%
Materia orgánica (m.o)	96,50	%
Boro (B)	9,08	ppm
Zinc (Zn)	12,30	ppm
Cobre (Cu)	16,30	ppm
Hierro (Fe)	293,10	ppm
Manganeso (Mn)	158,20	ppm
pH	9,50	

El carbón vegetal presenta un alto contenido de hierro 293,1 ppm, Mn 158,2 ppm y materia orgánica 96,5 % (Cuadro 5).

3.1.4. Propiedades físicas de los sustratos.

Cuadro 6 Evaluación de las propiedades físicas de los sustratos

Tra	Da (g/cc)	PT	VS	CC	PMP	CA	AA	VPI	EVALUACIÓN		ZONA	EQUIV.
		Qv%							CA %	AA%		
S0	1.26	41	59	26	11	16	15	69	Alto	Medio	III	Medio
S1	1.21	44	56	28	11	16	17	67	Alto	Alto	III	Medio
S2	0.98	54	46	20	9	35	11	54	M alto	Medio	III	Medio
S3	1.04	55	45	24	10	31	14	56	M alto	Medio	III	Medio

Las propiedades físicas de los suelos variaron así: capacidad de aireación del 10 % correspondiente a bajo en el suelo inicial, paso a alto 16 % en los tratamientos S0 y S1; y a muy alto 35 % y 31 % en el S2 y S3, respectivamente (Cuadro 6).

El mejoramiento de la capacidad de aireación en los tratamientos S2 y S3 se debe a la presencia del carbón vegetal en la dosis de 1,5 y 2 kg/m², respectivamente; las características físicas del suelo cambiaron de pobre a medio. El carbón vegetal con una granulometría menor a 4,5 mm, incrementó los macroporos (mayores a 30) que son los responsables de la aireación del suelo, en detrimento de los microporos (< 0.2) que constituyen el espacio físicamente inerte; por otro lado, la materia orgánica al descomponerse se une con las arcillas mejorando la estructura del suelo, formando compuestos coloidales que permiten mayor aireación del suelo (Valarezo y Villamagua, 2003).

3.3 Evaluación económica

Cuadro 7. Tasa de Retorno Marginal %/Tratamientos en el cultivo de tomate de mesa

Tratamiento	Rendimiento kg/planta \$	Costos Variables \$	Ingreso Bruto \$	Beneficios Netos \$/Trat.	Tasa de Retorno Marginal
S0	9,95	0,0	382,8	382,8	
S1	9,93	6,9	382,1	375,2	D *
S2	10,39	10,3	399,8	389,5	64,0
S3	11,54	13,8	444,0	430,3	1 185,8

* Dominado: El Tratamiento T1 se llama dominado, por cuanto tiene el valor de beneficio neto menor al S0 (testigo).

El mejor rendimiento se obtiene en el tratamiento S3 con 11,54 kg/planta, el testigo 9,95 kg/planta, existiendo un incremento del rendimiento del 16 % debido al mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo, principalmente la capacidad de aireación y agua aprovechable y a la mayor disponibilidad y aporte de nutrientes provenientes del carbón vegetal.

En el Cuadro 7, se observa que al T3 (20 t/ha de carbón vegetal) y el T2 (1,5 t/ha de carbón vegetal), presentan una Tasa de Retorno Marginal del 185,8 % y 64,0 %. Esta relación de beneficio neto marginal con los costos marginales/Tratamiento, indica que el productor aceptará aplicar al suelo carbón vegetal en la dosis de 20 t/ha, principalmente para cultivar tomate de mesa bajo invernadero que es lo que ha probado, ya que por cada \$ 1,0 invertido en el T3, recuperaría el \$1 más \$ 11,85 de ganancia. Además, es posible seguir probando nuevas dosis de carbón vegetal y de otras granulometrías, hasta lograr mayores rentabilidades.

4. CONCLUSIONES

La aplicación de carbón vegetal con una granulometría menor a 4,5 mm, no influyó en el pH del suelo en los diferentes tratamientos.

Las condiciones químicas del suelo respecto a los sustratos, variaron: El Nitrógeno de muy bajo (13 ug/ml) a medio en todos los tratamientos (56 a 69 ug/ml); el Fósforo paso de bajo (19 ug/ml) a alto (518-694 ug/ml) y el Potasio de bajo (67 ug/ml) a alto para los cuatro tratamientos.

El Tratamiento S3 (2 kg/m² de carbón vegetal) presentó un incremento de retención del Fósforo y Potasio del 31 y 55 %, frente al testigo.

La capacidad inicial de aireación del suelo varió del 10 % (bajo) a 16 % (alto) en los tratamientos S0 y S1; y, 35 % y 31 % (muy alto) en el S2 y S3, respectivamente.

Las propiedades físicas del suelo mejoraron de pobre antes del ensayo a medio en todos los sustratos.

El mejor rendimiento se logró en el tratamiento S3 con 11.54 kg/planta, mientras que el menor rendimiento se obtuvo en el testigo S0 con 9,95 kg/planta; incrementándose la productividad entre tratamientos del 16 %.

La Tasa de Retorno Marginal del T3 (20 t/ha de carbón vegetal) comparado con el T2 (15 t/ha de carbón vegetal) es del 185,8 %.

5. AGRADECIMIENTOS

Nuestro reconocimiento al Ing. Carlos Valarezo M., por su asesoría técnica, científica permanente al proyecto de investigación; al Ing. Félix Hernández C., por el impulso que brindó al Proyecto desde la Dirección de Investigación de la UNL y luego como Director del AARNR.

BIBLIOGRAFÍA

- TORRES J., CUENCA, F. 2004. Evaluación de las propiedades físicas de sustratos con cultivar de fresa *Fragaria vesca* L. bajo invernadero en el sector los Molinos – La Argelia. Universidad Nacional de Loja. Tesis de Ingeniero Agrónomo. pp 130 p.
- GUERRERO, T. 2006. Evaluación económica de proyectos de investigación agropecuaria. Loja, Ec., PROMADER. Folleto 3, 19 p.
- GLASER, B.; LEHMANN, J.; WOLFGANG, Z. 2002. Amliora-tiong physical and chemical properties o higly weathered soils in the tropics with charcoal – a review. Pp 220-228.
- VALAREZO, C.; IÑIGUEZ, M.; VALAREZO, L.; GUAYA, P. 1998. Condiciones Físicas de los suelos de la Región Sur del Ecuador; Una guía para proyectos de riego, drenaje, manejo y conservación de suelos. Loja. Ec. Universidad Nacional de Loja. Loja. Ecuador. 227 p.
- VALAREZO, L. VILLAMAGUA, M. 2003. Proyecto Identificación y Selección de Cultivos Comercialmente Promisorios para la Producción Bajo Invernadero en la Provincia de Loja. Informe final, 48p.
-