

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

REVISTA TEMAS AGRARIOS

JOURNAL TEMAS AGRARIOS

ALBA MANUELA DURANGO VILLADIEGO
RECTOR

OMAR PÉREZ SIERRA
VICERRECTOR

JUAN DE DIOS JARABA NAVAS
DECANO FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

EDITORES

RODRIGO ORLANDO CAMPO ARANA, Ph.D.
ENRIQUE MIGUEL COMBATT CABALLERO, Ph.D.

APOYO EDITORIAL – EDITORIAL ASSISTANT

Yulis Patricia Bernal Olea, Asistente del Editor
Gledy Luz Marrugo Benedetty, Asistente del Editor
Juan de Dios Jaraba Navas - Traductor
Isidro Elías Suárez Padrón - Traductor

COMITÉ EDITORIAL - EDITORIAL COMMITTEE

Marcelo Francisco Pompelli	Ph.D.	Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE - Brasil
Hermes Aramendiz Tatis	Ph.D.	Universidad de Córdoba. Montería, Colombia
Cláudia Pombo Sudré	Ph.D.	Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, RJ - Brasil
Enrique Combatt Caballero	Ph.D.	Universidad de Córdoba. Montería, Colombia
Nilda de Fátima Ferreira Soares	Ph.D.	Universidade Federal de Viçosa. Viçosa Mg. Brasil
Wilmer Tezara Fernández	Ph.D.	Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela
Omar Castillo Núñez	Ph.D.	Universidad de Córdoba. Montería, Colombia

COMITÉ CIENTÍFICO - SCIENTIFIC COMMITTEE

Juan L. Silva	Ph. D.	Mississippi State University. Starkville, USA
Nelio José Andrade	Ph. D.	Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Brasil
Olman Murillo Gamboa	Ph. D.	TEC. Cartago, Costa Rica
Franco Alirio Vallejo	Ph. D.	Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, Colombia
Washington Azevedo Da Silva	Ph. D.	Universidade Federal de São João del Rei. São João del Rei, Brasil
Alfredo Jarma Orozco	Ph. D.	Universidad de Córdoba, Montería, Colombia

© **TEMAS AGRARIOS**
REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
ISSN 0122-7610

La Revista Temas Agrarios es el órgano oficial de divulgación científica de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Córdoba con periodicidad semestral, que tiene como objetivo divulgar información y conocimiento en materia de ciencia, tecnología e innovación en los campos de las Ciencias Agrícolas y Agroalimentarias. La revista está dirigida principalmente a investigadores y profesionales de universidades, centros e institutos de investigación públicos y privados, relacionados con las áreas agrícolas y agroalimentarias.

Temas Agrarios is an official biannual publication of the Agricultural Sciences Faculty of the University of Cordoba, Colombia. The main goal of this journal is to disseminate information and knowledge about science, technology and innovation in agricultural and food sciences. The intended audience includes scientists and professional inside the Agricultural and food sciences disciplines.

Periodicidad:	Semestral
Admitida en las Bases Bibliográficas:	Publindex, Latindex, Dialnet, Fuente académica premier EBSCO, CABI-CAB ABSTRACTS, DOAJ.
Portada:	Árbol de Teca Fotografía: César Vergara Córdoba
Dirección:	Carrera 6 N° 76 - 103 Montería - Colombia
Dirección electrónica:	revistatemasagrarios@unicordoba.edu.co; temasagrarios@fca.edu.co
Página Web:	http://fca.edu.co/TA/
Teléfono:	(4) 7860255, 7860278 Ext. 295
Forma de adquisición:	Canje, suscripción
Formato:	215,9 mm x 279,4 mm
Reproducción e impresos:	Se autoriza la fotocopia de artículos para fines de uso académico o interno de las instituciones, citando la fuente. Para impresos dirija la solicitud a Revista Temas Agrarios , Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. Apartado aéreo No 354
Diseño, Diagramación e impresión:	GRÁFICAS DEL CARIBE S.A.S. Cra. 1B No. 40-42 Tel. (57) (4) 782 6622 Telefax (57) (4) 781 7112 Email: diseño@graficaribe.co



REVISTA TEMAS AGRARIOS

Volumen 18(1) Enero - Junio de 2013

CONTENIDO

EDITORIAL

Rodrigo Orlando Campo Arana 7

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

VALOR DE MERCADO DE PLANTACIONES DE TECA (*Tectona grandis* Linn.) EN EL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

Cesar A. Vergara Córdoba, Carlos E. Cardona Ayala, Olman Murillo Gamboa, Alfredo D. Jarma Orozco, Hermes Araméndiz Tatis 9

EFFECTO DEL PASTOREO DE CERDOS SOBRE LAS FRACCIONES DE NITRÓGENO, CARBONO Y FÓSFORO DEL SUELO

Carmen Rivero, Eliecer Cabrales, Giovanna Santana, Mayra Rivas, Mansonia Pulido, Juan C. Rey, Deyanira Lobo, Zenaida Lozano, Humberto Araque 23

REACCIÓN DE GENOTIPOS DE ÑAME (*Dioscorea* spp) A LA ANTRACNOSIS (*Colletotrichum gloeosporioides*)

Yuli P. Méndez, Jorge L. Palencia, Karina P. Hernández, Eduardo J. Hernández, Javier D. Beltrán 34

EFFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN DE BIOINSUMO DE AGUAS RESIDUALES DE CAFÉ EN PRODUCTIVIDAD DE HORTALIZAS

Eyvar Andrés Bolaños, Martha C. Muelas, Lorena M. Mejía, Tatiana Trochez 41

EVALUACIÓN DE LOS BIOPRODUCTOS DIMABAC Y FITOMAS E EN EL CULTIVO DEL TOMATE

Yohandri Ruisánchez; María I. Hernández, Janet Rodríguez 49

INCORPORACIÓN DE BIOMASA EN UN SUELO VERTISOL Y SU RELACIÓN CON LA DENSIDAD DE COMPACTACIÓN

Euriel Millán, Miguel E. Fera, Froilán D. Díaz, Carlos A. Millán 57

EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE NARANJA VALENCIA PRODUCIDA EN EL MUNICIPIO DE CHIMICHAGUA, CESAR - COLOMBIA

Ricardo Durán Barón, Aída Luz Villa 66

ARTÍCULO DE REVISIÓN

EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD Y LOS PROCESOS DE CERTIFICACIÓN EN EL AGRO COLOMBIANO: BONDADES Y DESAFIOS

José A. Cleves L, Jorge A. Fonseca C, Alfredo de J. Jarma 75

Instrucciones para los autores 90

JOURNAL TEMAS AGRARIOS

Volume 18(1) January - June 2013

CONTENTS

EDITORIAL

Rodrigo Orlando Campo Arana 7

SCIENTIFIC ARTICLES

MARKET VALUE OF TEAK PLANTATIONS (*Tectona grandis* Linn.) IN THE DEPARTMENT OF CORDOBA

Cesar A. Vergara Córdoba, Carlos E. Cardona Ayala, Olman Murillo Gamboa, Alfredo D. Jarma Orozco, Hermes Araméndiz Tatis 9

EFFECT OF GRAZING PIGS ON CARBON, NITROGEN AND PHOSPHORUS FRACTIONS IN SOIL
Carmen Rivero, Eliecer Cabrales, Giovanna Santana, Mayra Rivas, Mansonia Pulido, Juan C. Rey, Deyanira Lobo, Zenaida Lozano, Humberto Araque 23

REACTION OF YAM GENOTYPES (*Dioscorea* spp) TO ANTHRACNOSE (*Colletotrichum gloeosporioides*)

Yuli P. Méndez, Jorge L. Palencia, Karina P. Hernández, Eduardo J. Hernández, Javier D. Beltrán 34

EFFECTIVENESS OF THE IMPLEMENTATION OF COFFEE WASTEWATER BIOSUPPLIES IN PRODUCTIVITY OF VEGETABLES

Eyvar Andrés Bolaños, Martha C. Muelas, Lorena M. Mejia, Tatiana Trochez 41

EVALUATION OF BIOPRODUCTS FITOMAS E AND DIMABAC IN THE TOMATO CROP

Yohandri Ruisánchez; María I. Hernández, Janet Rodríguez 49

BIOMASS INCORPORATION ON A VERTISOL SOIL AND ITS RELATIONSHIP WITH THE COMPACTION DENSITY

Euriel Millán, Miguel E. Fera, Froilán D. Díaz, Carlos A. Millán 57

EVOLUTION OF THE PARAMETERS OF QUALITY ON VALENCIA ORANGE GROWTH ON THE MUNICIPALITY OF CHIMICHAGUA, CESAR - COLOMBIA

Ricardo Durán Barón, Aída Luz Villa 66

REVIEW ARTICLES

QUALITY ASSURANCE IN CERTIFICATION PROCESSES AND THE COLOMBIAN AGRICULTURAL SECTOR: KINDNESS AND CHALLENGES

José A. Cleves L, Jorge A. Fonseca C, Alfredo de J. Jarma 75

Instructions to authors 95

EDITORIAL

En los últimos 10 años el agro Colombiano ha ido cambiando, en lo referente a los cultivos modales, dependiendo de las políticas nacionales e incentivos para aplicar a los mercados nacionales e internacionales. Esto ha obligado a realizar cambios fundamentales en los contenidos curriculares de los programas de Ingeniería Agronómica donde cada vez se ofrecen cursos electivos en respuesta a las nuevas especies establecidas. Por ejemplo en el departamento de Córdoba se han incrementado las áreas de cultivos perennes como cacao, caucho, palma africana y forestales; la demanda de estos cultivos condujo a que la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Córdoba durante este semestre ofreciera diplomados en los cultivos de cacao y palma africana.

El programa de Ingeniería Agronómica y la Maestría de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Córdoba, vienen enfrentando el reto de acompañar el desarrollo de estos cultivos a nivel regional y nacional, bien sea con estudiantes en pasantías o con profesionales liderando la producción e investigación de estas especies. Otro hecho importante tiene que ver con los tratados de libre comercio TLC, que han obligado a cambiar la formación profesional del Ingeniero Agrónomo hacia el área empresarial y hacia los nuevos mercados con estrategias del manejo integrado del cultivo y la producción orgánica.

En este número Temas Agrarios presenta importantes trabajos que apoyan el desarrollo agrícola nacional con aplicabilidad en zonas tropicales del mundo, donde se destacan investigaciones en Fisiología Vegetal, Desarrollo Rural, Protección de Cultivos y Suelos. En Fisiología Vegetal los autores presentan el uso de bioinsumos como estimulantes en el desarrollo de plantas de café y hortalizas. Estos bioproductos presentan importantes contribuciones en la reducción de fertilizantes de síntesis química.

En Desarrollo Rural, se hacen interesantes aportes para la exportación de productos agrícolas, explicando los diferentes indicadores exigidos por los mercados internacionales para la producción con calidad y el de cómo alcanzar los diferentes procesos de certificación exigidos por los mercados. En el área de Protección de Cultivos, se presenta la evaluación de la resistencia de genotipos de ñame *Dioscorea spp* hacia la antracnosis, enfermedad limitante de la producción del cultivo en el Caribe Colombiano.

En el área de Suelos, se publican los resultados de un sistema de producción típico de Venezuela y en regiones del Caribe Colombiano, que tienen que ver con la producción de cerdos a campo abierto y su efecto en las características físicas y química del suelo. Entre las nuevas especies vegetales establecidas en el departamento, se contribuye en este número con los forestales, donde se presenta un modelo que permite valorar la calidad de la madera bajo condiciones de campo, información importante para las nuevas zonas forestales de Colombia, donde no existen parámetros para proyectar el valor en pie de la producción de sus bosques.

Con el presente número de Temas Agrarios esperamos continuar contribuyendo con el agro Colombiano y en especial con la región Caribe, convencidos que la difusión de tan importantes trabajos contribuirá con el desarrollo agrícola nacional.

RODRIGO ORLANDO CAMPO ARANA
EDITOR

VALOR DE MERCADO DE PLANTACIONES DE TECA (*Tectona grandis* Linn.) EN EL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

MARKET VALUE OF TEAK PLANTATIONS (*Tectona grandis* Linn.) IN THE DEPARTMENT OF CORDOBA

Cesar A. Vergara Córdoba^{1*}, Carlos E. Cardona Ayala¹, Olman Murillo Gamboa², Alfredo D. Jarma Orozco¹, Hermes Araméndiz Tatis¹

Recibido para publicación: Julio 16 de 2012 - Aceptado para publicación: Abril 18 de 2013

RESUMEN

La teca (*Tectona grandis* L.) presenta gran estabilidad en ambientes cambiantes y es resistente a la degradación de agentes bióticos y abióticos. Por ello, su madera es considerada como una de las más valiosas del mundo. El objetivo de este estudio fue estimar el valor de madera en pie de teca en Córdoba, Colombia. Se utilizaron parcelas circulares permanentes de 500 m² con una intensidad de muestreo de 2%, en cinco rodales comerciales en los municipios de San Antero y Canalete, Córdoba. Se estimó el valor real en pie en función de la edad, calidad y dimensión de trozas, volumen (por clase diamétrica), potencial de aprovechamiento y transporte. Los resultados mostraron que la plantación El Limón (San Antero), con el más alto volumen de madera en pie, fue la de que más disminuyó su valoración (67,5%). La plantación mejor valorada fue Guazimal (Canalete), con una disminución de su valor real de 56,7%. El grosor de los árboles fue el factor que mayor influenció en la disminución del valor, lo que amerita una mejora en la selección del material de siembra y en el manejo silvícola. Este trabajo muestra el valor actual de las plantaciones de teca en el departamento de Córdoba y servirá de punto de referencia para futuras investigaciones.

Palabras clave: plantaciones forestales, reforestación, silvicultura, teca.

ABSTRACT

Teak (*Tectona grandis* L.) has great stability in changing environments and is resistant to degradation by biotic and abiotic agents. For these reasons, its wood is considered one of the most valuable in the world. The objective of this study was to estimate the value of teak timber in Cordoba, Colombia. Permanent circular plots of 500 m² with 2%, of sampling intensity in five commercial stands in San Antero and Canalete, Córdoba, were used. The commercial value of the potential timber production in each plot were estimated based on

¹Universidad de Córdoba, Departamento de Ingeniería Agronómica y Desarrollo Rural, Carrera 6 No 76-103, Montería-Córdoba. Telefax (4) 786 0255. E-mail:ceveco@fca.edu.co, cardona@fca.edu.co, jarma@fca.edu.co, aramendiz@fca.edu.co

²Instituto Tecnológico de Costa Rica. olmuga@yahoo.es

the age, quality and size of logs, volume (by diameter class), potential use and transport. The results showed that trees at the field El Limon (San Antero), with the highest volume of timber production, had the lowest commercial value (67.5%). The highest commercial value was found in Guazimal (Canalete), with a decrease in the real value of 56.7%. The diameter of the trees was the most important factor on the commercial value of the trees, this suggest that it is very important to improve the selection of the planting material and the management of the crop. This paper shows the current value of teak plantations in the department of Córdoba and it will be as a reference point for future research in this area.

Key words: forest plantations, reforestation, silviculture, teak.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, a lo largo de 16 años, se han establecido 173.950 hectáreas de bosque, gracias a la incentivación económica que genera el Certificado de Incentivo Forestal (CIF), como política de participación ciudadana a nivel nacional, incrementando los beneficios ambientales y sociales. El Gobierno Nacional ha invertido \$251.758 millones en el CIF, entre 1995 y 2011 (Ordóñez 2012).

En el departamento de Córdoba el área de aptitud forestal corresponde al 40% (897.086 ha) de su superficie, las principales especies plantadas con su porcentaje en relación al área dedicada a plantaciones forestales (28.500 ha) son: *Tabebuia rosea* (34,83%), *Tectona grandis* (25,78%), *Acacia mangium* (24,9%) y *Bombacopsis quinata* (7,78%), lo que indica, que la especie objeto de estudio de este trabajo abarcan una superficie de 7.347 ha en el departamento de Córdoba (Rincón 2009).

La comercialización de la madera es un tema poco tratado en Colombia y los productores desconocen como estimar el valor de su plantación en pie, de tal forma que les permita comercializar su madera de la mejor manera para obtener mayor beneficio económico, por otro lado los comerciantes no tienen

unificados los criterios a la hora de comprar una plantación esto se evidencia en estudios realizados en Colombia por la Pontificia Universidad Javeriana (Devia 2000).

Es necesario para la cadena forestal buscar alternativas viables para incorporar el valor de la madera, esta valoración permitiría contar con proyecciones administrativas y manejo de las áreas boscosas (naturales o plantadas), así mismo plantearía un reto a la necesidad de optimizar el uso del recurso forestal, mejorar tecnología, ajustar procesos productivos y de comercialización. Se debe avanzar sobre inventarios forestales detallados y ajuste a la valoración propuesta para la madera, que permitan definir datos más confiables y valorar realmente los bosques, además de facilitar la formulación de los Planes de Manejo Forestal (Devia 2003); teniendo en cuenta que los cálculos proyectados de la demanda mundial de madera para el año 2040 indican que podría llegar hasta los 20 millones de metros cúbicos anuales (CONFEMADERAS 2011).

La teca (*Tectona grandis* L.), también conocida como teak (India, Tailandia, Birmania e Indonesia), teck (Francia), ojatai (Java), maysak (Laos) e tiek (Alemania) es una especie arbórea de la familia Verbenaceae que tiene un alto valor comercial. El producto principal de

esta especie es la madera, muy utilizada en carpintería, producción de muebles finos, y especialmente en el sector de la construcción naval, donde es prácticamente insustituible, porque resiste el sol, el calor, el frío y la lluvia y el agua de mar. La combinación de belleza, resistencia y durabilidad de la madera de esta especie es lo que la ha convertido en una de las más valiosas del mundo (Matricardi 1989; Lamprecht 1990; Rondón et al. 1998; Oliveira 2003; Arruda et al. 2003).

Teóricamente la valuación de objetos o bienes se ha venido realizando desde tiempo inmemorial como una necesidad de la humanidad surgida de manera espontánea para permitir el intercambio. Desde el establecimiento de los primeros asentamientos urbanos, que se remontan a la antigua Babilonia, y posteriormente, al introducirse el derecho absoluto de propiedad en el imperio romano (460 A.C.), se da por primera vez la práctica común de establecer previamente valores sobre objetos, bienes raíces y derechos sobre la figura jurídica de la propiedad privada (Arechederra 2010).

La valuación es una actividad indispensable que sirve a particulares, instituciones de crédito y empresas en general, para facilitar la toma de decisiones en sus proyectos financieros, en cuanto a lograr una mejor aplicación de sus recursos disponibles en operaciones relacionadas con el bien, ya sea de compra o venta, de créditos, de efectos fiscales o contables, de seguro, entre otros (Silva et al. 2010).

Valuar un bien económico, como en el caso de un predio agrícola, ganadero, o forestal es atribuirle un valor a partir de los fines

para los cuales se realiza el avalúo, y de las características físicas, económicas y de producción (Berlangua et al. 2004). Según la definición de Caballer (1999): “La valoración es aquella parte de la economía cuyo objeto es la estimación de un determinado valor o varios valores con arreglo a unas determinadas hipótesis, con vistas a unos fines determinados y mediante procesos de cálculo basados en informaciones de carácter técnico”.

El cálculo de la oferta de madera de la base forestal actual para abastecimiento futuro es una de las primeras acciones en la implementación de un plan de contingencia ante una posible situación de desabastecimiento de madera (Corella 2009). La variación de las propiedades de la madera dentro del árbol a lo largo del radio y desde la base al ápice está asociada a la formación de madera juvenil, que ha sido objeto de estudio mayor en coníferas que en latifoliadas; teniendo en cuenta que la madera juvenil posee menores propiedades de importancia económica, como la densidad y longitud de fibras, que produce pulpas de inferior calidad y rendimiento (Barnett y Jeronimidis 2003).

Según Murillo y Badilla (2004) el Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, ha establecido un programa de formación y capacitación de peritos en este campo, para poder atender la demanda de servicios profesionales de este tipo en el sector agropecuario. Es así como los autores desarrollaron una metodología que permite estimar el valor real de las plantaciones forestales, basado no solo en el volumen y dimensiones de los árboles, sino también en su calidad en relación con su potencial de

producción de madera comercial.

Las dimensiones de la troza, en un árbol, al igual que características como altura son altamente heredables, según lo reportado por Espitia et al. (2010), quienes, en *Acacia mangium*, registraron ganancias genéticas esperadas en promedio de árboles plus A del 22,24% y el 48,57% en altura y volumen comercial, respectivamente; Vallejos et al. (2010), a su vez, relacionan ganancias genéticas esperadas, en general, entre 20-25% en volumen; Mesén (2001), quien estimó ganancias genéticas en melina del 17% en altura y el 43% en DAP; Cornelius & Hernández (1994), en la misma especie, reportaron ganancias genéticas de hasta un 12% en rectitud del fuste; Kumar et al. (2006), en melina en el ámbito clonal, encontraron para altura, diámetro basal y diámetro a la altura del pecho, ganancias de un 18%, 25% y 30%; Rojas y Arias (2004).

Según Murillo y Badilla (2004) en un futuro, el diámetro de referencia del precio de la madera en pie se irá aproximando a los diámetros de 40 cm a medida que el mejoramiento

genético consiga obtener individuos de mayor crecimiento y rendimiento en plantación.

En Córdoba no se registran antecedentes relacionados con la valoración de plantaciones forestales. El objetivo de este trabajo fue estimar el valor en pie de teca en el departamento de Córdoba - Colombia, con miras a implementar esta metodología en producción forestal del departamento.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló en el año 2011, utilizando los datos de las parcelas permanentes de cinco rodales comerciales de teca (*Tectona grandis* Linn) instaladas por la Universidad de Córdoba en dos núcleos forestales (San Antero y Canalete) en el departamento de Córdoba (Colombia) (tabla 1). El trabajo fue realizado con financiación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, como parte de los programas y proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación para el sector agropecuario por cadenas productivas, del año 2007.

Tabla 1. Condiciones agroecológicas de los núcleos forestales de la investigación.

Condiciones agroecológicas	Canalete	San Antero
Precipitación media anual	1.000 –1.500mm	1.320 mm
Períodos secos	Diciembre-marzo	Noviembre - marzo
Períodos húmedos	Marzo - octubre	Marzo-octubre
Meses más lluviosos	Julio y octubre	Julio y octubre
Temperatura promedio	27,0°C	27,4°C
Temperatura máxima	28,4°C	28,4°C
Temperatura mínima	25,6°C	26,6°C
Rango altitudinal	67 m.s.n.m.	25 m.s.n.m
Formación Ecológica	Bs-T	Bs-T

Fuente: Plan de Ordenamiento territorial de cada municipio.
Bs-T = Bosque seco Tropical

La metodología a seguir para la recolección de información es la publicada por Murillo y Badilla (2004) y se explica a continuación.

Descripción de las parcelas permanentes: Las parcelas permanentes circulares de 500 m² se establecieron con una intensidad de muestreo del 2%, ubicadas en forma sistemática en fajas cada 100 metros, según el procedimiento estándar propuesto por Murillo y Camacho (1997) y Murillo y Badilla (2004). Dentro de la parcela se midió en cada árbol las siguientes variables: altura total (m), diámetro a la altura de pecho DAP (cm), rectitud del fuste, ángulo de las ramas, presencia de bifurcaciones, de reiteraciones, de grano en espiral, de gambas, inclinación del fuste y estado fitosanitario. Con base en todos estos criterios, se calificó la calidad general de cada una de las primeras 4 trozas (de 2,5 m de largo).

La calidad del árbol se obtuvo con base en la calidad de sus primeras cuatro trozas, ajustadas por un peso económico de 40%, 30%, 20% y 10% según su posición dentro del árbol, de abajo hacia arriba respectivamente. El principio se basa en poder determinar en pie, el potencial para producir madera de aserrío de cada individuo o de sus trozas, en una escala de calificación de 1 a 4, donde 1 es el mayor valor (Murillo y Camacho 1998; Murillo 1999).

El volumen de cada una de las trozas, se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$V = \left(\frac{D+d}{2} \right)^2 * \pi / 4 * L$$

Dónde: D = Diámetro mayor (cm); d = Diámetro menor (cm) y L = Longitud (2,5 m para cada troza).

La estimación del valor real en pie de cada plantación forestal, se determinó la distribución del volumen según sus dimensiones (clases diamétrica en la cara menor), calidad, edad y la especie.

Valor Real en pie = Especie + Edad + Calidad + Volumen (clase diamétrica)

Precio del m³ de madera en pie según la especie:

El precio de la madera en Colombia no está regulado por ninguna entidad, de tal manera que en este caso, para estimar el valor de las plantaciones en pie, se realizaron consultas a comerciantes de madera y se calculó un valor para ser utilizado en la valoración de las plantaciones en pie.

Ajuste del valor en pie por la edad del árbol:

El mercado de la madera de teca tiende a pagar un mejor precio por la madera adulta (mayor peso específico y mejores propiedades) y con duramen, que por la madera juvenil y con albura. Se ajustó entonces el valor real en pie con base en la edad como sigue:

Valor real inicial * 1 (si es mayor a 10 años de edad) y Valor real inicial * 0,8 (si la plantación es menor a 10 años de edad). Así, se obtuvo un nuevo estimado de valor real de la plantación en pie, con base en la sumatoria de todos los nuevos valores ajustados por la edad.

Ajuste del valor en pie por la calidad de la troza:

La estimación del valor real inicial se ajustó según la calidad de las trozas en pie:

Valor real inicial * 1,0 (trozas de calidad 1);
 Valor real inicial * 0,9 (trozas de calidad 2);
 Valor real inicial * 0,8 (trozas de calidad 3) y
 Valor real inicial * 0 (trozas de calidad 4). Se

consideran que no tienen valor comercial para aserrío. Se obtuvo entonces un nuevo estimado de valor real de la plantación en pie, con base en la sumatoria de todos los nuevos valores ajustados por su calidad.

Ajuste del valor en pie por las dimensiones de la troza: El porcentaje de rendimiento en aserrío que se obtiene de una troza de madera, está principalmente, en función de su calidad y dimensiones. Por lo tanto, una plantación con 100 m³ en pie, cuyos diámetros oscilan de 10 a 20 cm, no podrá tener el mismo valor que una plantación con el mismo volumen, pero con árboles de 30 a 40 cm de diámetro. Con base en un estimado general del porcentaje de rendimiento en aserrío vs dimensiones de la troza, desarrollado por el proyecto COSEFORMA en la zona norte de Costa Rica (Corrales 1996), se realizó un ajuste al modelo, donde se estima que los precios actuales del mercado de la madera en pie de plantaciones, se basan en trozas de poco más de 10 pulgadas madereras o unos 25 cm de DAP. Por encima de estos 25 cm en la cara menor, por lo general es considerado como madera gruesa por el mercado.

El ajuste por clase diamétrica se realizó como sigue (Murillo y Badilla 2004):

Valor inicial * 1,0 (para todos los individuos-trozas diámetro $\geq 22,5$ y $< 27,5$ cm)

Valor inicial * 0,90 (para todos los individuos-trozas diámetro $< 22,5$ y $\geq 17,5$ cm)

Valor inicial * 0,73 (para todos los individuos-trozas diámetro $< 17,5$ y $\geq 12,5$ cm)

Valor inicial * 0,48 (para todos los individuos-trozas diámetro $< 12,5$ cm)

Valor inicial * 1,04 (para todos los individuos-trozas diámetro $\geq 27,5$ y $< 32,5$ cm)

Valor inicial * 1,06 (para todos los individuos-trozas diámetro $\geq 32,5$ y $< 37,5$ cm)

Valor inicial * 1,08 (para todos los individuos-trozas diámetro $\geq 37,5$ y $< 42,5$ cm)

Valor inicial * 1,09 (para todos los individuos-trozas diámetro $\geq 42,5$ y $< 47,5$ cm)

Valor inicial * 1,10 (para todos los individuos-trozas diámetro $\geq 47,5$ cm)

Se obtuvo entonces el valor real en pie de la plantación, con base en la sumatoria de todos los valores generados.

Ajuste del valor real en pie por el potencial de aprovechamiento y transporte: El valor de mercado en pie se estimó de acuerdo a los siguientes criterios (Murillo et al. 2004).

Criterios de mercado que pueden afectar al valor real de la plantación forestal: Potencial de aprovechamiento y transporte = escala de operaciones + acceso dentro de finca + distancia a industria + topografía y pendiente del terreno + densidad de plantación + presencia de malezas + presencia de pedregosidad.

Escala de operaciones o tamaño de la plantación: El tamaño de la plantación influirá decididamente en su valor por efecto en los costos de manejo y aprovechamiento. A mayor escala de producción menores costos de aprovechamiento.

Se usó entonces la siguiente escala de valoración: Escala 1, plantaciones < 5 ha (60% del valor real); Escala 2, plantaciones de 5–20 ha (80% del valor real) y Escala 3, plantaciones > 20 ha (100% del valor real).

Acceso a la plantación: La valoración se realizó con la siguiente escala:

Acceso: 1) Aquellas plantaciones con acceso todo el año con vehículos livianos hasta el borde mismo. Los camiones pueden llegar hasta el borde mismo de la plantación para efectuar la carga de la madera. Se le otorga un 100% del valor real. 2) aquellas plantaciones que requieren labores leves de acondicionamiento de caminos en una distancia menor a un 1 km desde la entrada de la finca. Se le asignó un 65% del valor real. 3) plantaciones que requieren de movimientos grandes de tierra y apertura de caminos en una distancia mayor a 1 km. Se le asignó un 30% del valor real de la plantación.

Distancia al sitio de transformación: La distancia hasta la industria de transformación de la madera afecta sensiblemente los costos y estrategia de transporte requerido. Este criterio se analiza e interpreta como sigue: Distancia 1: de 0-25 km. Se le asignó un 100% del valor real; Distancia 2: de 25-100 km. Se le asignó un 80% del valor real y Distancia 3: >100 km. Se le asignó un 60% del valor real.

Pedregosidad: La pedregosidad excesiva en una plantación provoca la partidura de muchos árboles durante su aprovechamiento. Estos individuos pierden entonces su valor económico. La valoración se realizó con la siguiente escala:

1: con ausencia de pedregosidad que afecte el aprovechamiento y cause daños mecánicos a los árboles. Se le asignó el 100% del valor real y 2: con afloramientos rocosas grandes que puedan causar daños mecánicos o partiduras a los árboles cortados. Se le asignó el 85% del valor real.

Densidad de la plantación: Las plantaciones con

una alta densidad de individuos por hectárea aumentan considerablemente los costos, rendimientos y riesgos de aprovechamiento. El aumento en la frecuencia de árboles que no caen fácilmente y se apoyan en otros, los que se sostienen con lianas, los que se acumulan encima de otros, es el resultado inmediato. Este criterio se calificó como sigue: 1: aquellas plantaciones con menos de 400 a 500 árboles ha⁻¹. Se le asignó un 100% de su valor real y 2: aquellas plantaciones con más de 500 árboles ha⁻¹, se les penalizó con un 85% del valor real.

Presencia de malezas: Las plantaciones con excesiva maleza no permiten un aprovechamiento rápido y eficiente. Los obreros tienen que invertir tiempo en la limpieza de cada uno de los árboles a tumbar. Por tanto, este criterio se calificó como sigue: 1: cuando las malezas del terreno no impiden el aprovechamiento de manera significativa y se puede transitar libremente por la plantación sin necesidad de abrirse paso. Se le asignó un 100% del valor real y 2: cuando es necesario hacer labores de limpieza para poder hacer el aprovechamiento. Se le asignó un 85% del valor real de la plantación.

Topografía y pendiente: Este es quizá uno de los criterios que mayor influencia tienen en los costos y estrategia de aprovechamiento de plantaciones forestales. El criterio se evaluó como se describe a continuación:

1) En los sitios donde la pendiente es ligera de 0-15%, o que presentaba lomas largas con ausencia de muchos obstáculos (zonas fangosas o cañadas muy pronunciadas). Se le asignó un 100% del valor real. 2) plantaciones que presentaron pendientes del 15-30% o

lomas cortas y pronunciadas. Se le asignó un 65% del valor real. 3) plantaciones con pendientes mayores al 30%, y presencia de zonas fangosas o riachuelos entre el acceso más cercano para su extracción o lomas cortas y abruptas. Se le asignó un 30% del valor real.

Determinación del valor de mercado de la plantación en pie: Se determinó el valor de mercado con el cual se ajustó el valor real en pie a las condiciones objetivas de aprovechamiento y transporte de la madera de la plantación. De tal manera que la ecuación final de valor de mercado utilizada fue la siguiente:

Valor de mercado = Valor real * (Potencial de aprovechamiento y transporte)

Los criterios que califican el potencial de aprovechamiento y transporte tienen la siguiente distribución en la ecuación global: Valor Comercial = (Valor Real) * (Escala de operaciones*0,15 + Acceso a la plantación*0,15 + Distancia al sitio de transformación *0,2 + Pedregosidad*0,05 + Densidad de siembra*0,10 + Malezas*0,05 + Topografía y pendiente*0,3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en la tabla 2, se muestra cada uno de los criterios utilizados para el cálculo del valor de mercado de las plantaciones de teca en Córdoba, según la metodología propuesta por Murillo y Badilla (2004).

Tabla 2. Proceso de valoración de plantaciones de *Tectona grandis* Linn en el departamento de Córdoba, Colombia.

Criterios de valoración de las plantaciones	Canalete			San Antero		Promedio
	Guazimal	Soplavientos	El Cerro	Payares	El Limón	
Edad de la plantación (años)	8,7	6,7	9,0	9,8	8,0	8,4
IMA (m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹) del volumen trozas 1+2 (2,5 m de largo).	5,40±0,34	2,20 ± 0,18	4,45±0,29	4,11±0,26	5,40±0,35	4,31±0,28
Población de árboles por hectárea (N)	669	885	1,179	1,019	1,156	982
Diámetro(cm)	17,2	13,0	16,7	16,8	17,0	16,1
Altura (m)	21,8	15,3	21,6	21,5	21,4	20,4
Área basal (cm ²)	20,6	16,9	20,1	19,0	21,0	19,5
Índice de sitio	21,0	17,9	20,3	19,0	21,6	20,0
Volumen comercial (m ³ ha ⁻¹)	51,7	12,6	55,7	36,5	61,1	43,5
IMA del volumen comercial (m ³ /ha/año)	5,9	1,9	6,2	3,7	7,6	5,1
Valor real en pie (USD ha ⁻¹)	12.669	3.097	13.633	8.945	14.961	10.661
Ajuste del valor real en pie por la edad del árbol (USD ha ⁻¹)	10.135	2.478	10.907	7.156	11.969	8.529
Ajuste del valor real en pie por la calidad de la troza (USD ha ⁻¹)	8.640	2.176	8.514	5.671	9.278	6.856
Ajuste del valor real en pie por clase diamétrica de las trozas (USD ha ⁻¹)	6.195	1.417	5.733	3.838	5.795	4.596
Valor real en pie ajustado por el potencial de aprovechamiento y transporte (USD ha ⁻¹)	5.482	989	4.644	3.108	4.867	3.818

Volumen comercial en $m^3 ha^{-1}$: Al calcular el volumen comercial por hectárea de cada plantación se observa que no se mantiene una relación proporcional con la edad. Es así como la plantación El Limón de San Antero, presenta el mayor volumen comercial con $61,1 m^3 ha^{-1}$, a pesar de no ser la de mayor edad, debido en gran medida a que esta plantación al igual que todas las del municipio de San Antero no se les había practicado su primer raleo al momento en que fue tomada la información. Por tanto, hay un mayor número de árboles por hectárea (1.156) que aportan el volumen comercial con corteza. Otro factor que influye en el volumen por hectárea es la calidad del sitio. Debe también señalarse, que en esta plantación hay sectores con un espaciamiento mayor al del resto, esto hace disponer de mayor oferta de luz que se traduce en mejores condiciones para la fotosíntesis, que permite un mejor crecimiento de volumen de madera.

Al comparar el volumen comercial de las plantaciones del municipio de Canalete, se observa un comportamiento normal en la relación volumen comercial vs edad, mostrando a la plantación Guazimal con el mayor valor ($51,7 m^3 ha^{-1}$) a pesar de que presenta la población más baja producto de los dos raleos que le han realizado.

Los valores del incremento medio anual (IMA) del volumen comercial se pueden considerar como bajos para la especie (Fonseca 2004), debido a la baja productividad general de estas plantaciones, que se encuentran bajo programas de manejo pobres y utilización de semilla sin mejoramiento genético.

Valor real en pie: La plantación El Limón

registró el mayor valor real en pie, tal y como corresponde, por contener el mayor volumen comercial de la zona, seguida de la plantación El Cerro. Debido a que no se les ha realizado ningún raleo. Por la edad de estas plantaciones, el valor real en pie es relativamente bajo, explicado en parte por la alta proporción de albura en la madera a edades tempranas (Fonseca 2004). Según Arruda et al. (2003), en un estudio realizado en plantaciones de teca en Mato Grosso (Brasil), afirman que a las compañías forestales les resulta difícil la comercialización de la madera del primer raleo por su proporción de albura que representa el 81,19% del volumen.

Rivero (2004), encontró que en plantaciones de teca de 8 años en Bolivia el contenido de albura de las trozas estudiadas fue del 70%. Murillo et al. (2011) señalan que en una troza comercial de teca se tienen dos tipos de madera, sin duramen que se vende localmente a un precio marginal y, con duramen que se puede vender internacionalmente con un precio elevado según sea su clase diamétrica. Por tanto, en plantaciones jóvenes la alta proporción de albura sin duda afectará su valor real.

Ajuste del valor en pie por la edad del árbol: Con este criterio se inician los ajustes del valor real en pie de la plantación. De manera general, todas las propiedades físico-mecánicas y químicas de la madera son significativamente inferiores a temprana edad, ya que los árboles están todavía formando la conocida madera juvenil (Moya et al. 2009). Las condiciones ambientales de la plantación, características físico-químicas del suelo, se ha reportado que no influyen directamente en la presencia de duramen en esta especie (Moya

et al. 2010). El criterio más visible es la alta presencia de albura en plantaciones jóvenes, que limita dramáticamente el potencial de venta de la madera de teca, tal y como se discutió anteriormente. Debido a que todas estas plantaciones son menores a los 10 años de edad, se les penaliza el valor real de la madera con una disminución de un 20% del valor real en pie.

Ajuste del valor en pie por la calidad de las trozas comerciales: Las piezas rectas, libres de nudos, poca conicidad, tienen sin duda un mayor porcentaje de transformación que las piezas con defectos. La plantación El Limón en San Antero, presentó la mayor disminución en su valor real debido a la baja calidad de sus trozas y árboles (22,48%), donde solamente se registró un 3,6% de árboles de calidad 1, la plantación de menor disminución en su valor real en pie resultó ser Soplavientos en Canalete, (12,19%) debido a que el 77,4% de sus árboles se registraron en la calidad 1 y 2. Al comparar las dos localidades, las plantaciones de San Antero registraron una mayor penalización por baja calidad que las plantaciones del municipio de Canalete. Si además se tiene en cuenta que las plantaciones de San Antero no han tenido una poda adecuada puede esperarse entonces que estas trozas sean de menor calidad en aserrío tal como lo afirma Epuyao (2003).

Ajuste del valor en pie por la clase diamétrica de la troza: Como se mencionó anteriormente en la metodología, tendrá mayor valor económico una plantación con pocos árboles pero de diámetros mayores, que una plantación con muchos árboles y diámetros menores, aunque ambas registren el mismo volumen por hectárea. Esta situación se hace evidente

al comparar la disminución en valor comercial de las plantaciones sin raleo, Soplavientos, El Cerro, Payares y El Limón, cuya disminución es mayor del 30% de su valor comercial original. De estas plantaciones, El Limón fue la que registró la mayor penalización (37,54%), a pesar de mostrar el mayor volumen por hectárea. Una vez realizada la penalización por clase diamétrica, la plantación Guazimal supera a El Limón en valor, debido a que su volumen en pie es aportado por árboles con diámetros mayores que las demás plantaciones, a pesar de que mantiene la menor población de árboles por hectárea, producto de los raleos a que ha sido sometida. Esta misma razón explica que aunque Guazimal tenga menor edad que Payares la diferencia en el valor económico sea del 38% a favor de Guazimal. Es claro entonces que la mayor disponibilidad de luz, que aumenta con la disminución de árboles por hectárea, es un factor determinante en el diámetro de las trozas. Lo que coincide con los resultados encontrados por Muñoz, et al. (2005) en *Eucalyptus nitens* en donde el crecimiento en diámetro fue mayor en los árboles con espaciamiento más amplio.

Del valor real en pie al valor de mercado con base en la penalización por el potencial de aprovechamiento y transporte: Como último paso en la penalización del valor en pie de la plantación, se recurre al conjunto de criterios que evalúan el potencial de aprovechamiento y transporte de la madera, con lo que finalmente se obtiene el valor de mercado. Las plantaciones de Canalete se ubican en los dos extremos en cuanto a la disminución en su valor de mercado. La plantación Soplavientos presentó una disminución en su valor de mercado del 30,2%, mientras que

Guazimal tuvo una disminución del 11,51%. Esta disminución de tanta magnitud obedece, en gran medida, a que en Soplavientos existen pendientes en el terreno que superan los 30° lo que repercute directamente y negativamente en el potencial de aprovechamiento y provoca una disminución en su valor de mercado. Esta situación implica un incremento en los costos de extracción de la madera. Otros factores que incidieron en la disminución del valor de mercado de Soplavientos, aunque en menor proporción, fue el tener una área menor a 20 ha y que se requerirá la apertura de más de 1 km de caminos para permitir el acceso de camiones hasta el punto donde se localiza la plantación dentro de la propiedad.

La mayor disminución del valor real en pie la obtuvo la plantación el Limón (67,5%) a pesar de registrar el mayor volumen real de madera en pie. Esto se explica por la presencia de una alta cantidad de árboles de baja calidad (calidades 3 y 4) y que al momento del aprovechamiento de la madera generan altos desperdicios. Otro posible factor que incidió en la disminución del valor de esta plantación (37,54%), fue el bajo diámetro promedio de sus árboles (16,38 cm), originado por la falta de raleos oportunos. La plantación de menor disminución en su valor de mercado fue Guazimal en Canalete, con un valor de mercado final reducido en un 56,7%. Proporción que supera la reportada por Murillo et al. (2004) en una plantación de pilón (*Hieronyma alchorneoides*) en Costa Rica, donde se registró una disminución del 40% de su valor real en pie con relación al de mercado en pie.

CONCLUSIONES

El valor real en pie de las plantaciones de teca disminuyó, por efecto de los criterios de valoración en un 64,7%.

El criterio que generó mayor disminución, fue el ajuste por clase diamétrica (33,14%) y el de menor disminución correspondió al ajuste por calidad de trozas (18,42%).

La metodología utilizada, desarrollada en plantaciones de Costa Rica, es de fácil adaptación y uso para las condiciones de las plantaciones del departamento de Córdoba, Colombia.

REFERENCIAS

- Arechederra, S. 2010.** Método de Valuación de Inmuebles Históricos. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México, p217.
- Arruda, A., Da Silvall, M., Coutoll, L. y Dias, M. 2003.** Análise econômica de um plantio de teca submetido a desbastes. R. Árvore, Viçosa-MG 27(4):487-494.
- Barnett, J. y Jeronimidis G. (eds), 2003.** Wood quality and its biological basis. Blackwell Publishing and CRC Press, p226.
- Berlanga, J., Valdés, R. y Aguirre, V. 2004.** Avalúo del rancho ganadero experimental Las Norias, con aplicación de los enfoques de comparación de ventas, costos e ingresos. Revista Agraria - Nueva Epoca 52(1):35-48.
- Caballer, V. 1999.** "Valoración de árboles". Ed. Mundi Prensa. Madrid, p58.

- CONFEMADERAS (Confederación Española de Empresas de la Madera). 2011.** Mercado de la madera en el mundo. Disponible en la web: <http://www.jovenesconmadera.com/jovenes-con-madera/padres/el-mundo-empresarial-de-la-madera/i/760/327/mercado-de-la-madera-en-el-mundo> [17 Septiembre 2011].
- Corella, O. 2009.** Valoración de la base forestal de las plantaciones forestales y su contribución al abastecimiento de madera en la zona del Atlántico Norte de Costa Rica. Tesis Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad. Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica, p86.
- Cornelius, J. & M. Hernández. 1994.** Variación genética en crecimiento y rectitud del fuste en *Gmelina arborea* en Costa Rica. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales 10:9-12.
- Corrales, O. 1996.** Informe del estado de la industria forestal en la zona norte de Costa Rica. Proyecto COSEFORMA. Ciudad Quesada, Alajuela, p46.
- Devia, C. 2000.** El desarrollo forestal como un elemento determinante para alcanzar el desarrollo rural. El proyecto forestal del Valle del Río Cimitarra como estudio de caso. Seminario Internacional "La Nueva Ruralidad en América Latina", Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. Agosto de 2000.
- Devia, C. 2003.** Valoración de la madera en pie. Una alternativa para el manejo adecuado de los recursos forestales. Memorias del XII Congreso Forestal Mundial, FAO, Quebec, Canadá, septiembre de 2003.
- Epuyao, J. 2003.** Comparación del aprovechamiento y calidad de madera aserrada de *Pinus radiata* D. Don, entre dos tipos de trozas podadas. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Austral de Chile, Valdivia, p97.
- Espitia, M., O. Murillo, C. Castillo, H. Araméndiz & N. Paternina. 2010.** Ganancia genética esperada en la selección de acacia (*Acacia mangium* WILLD) en Córdoba (Colombia). Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica 13:99-107.
- Fonseca, W. 2004.** Manual para Productores de teca (*Tectona grandis* L.f) en Costa Rica. Fondo Nacional de Financiamiento Forestal. San José, Costa Rica, p121.
- Kumar, A., Matharoo, A. K., Singh, S. y A. N. Sing. 2006.** Planting stock improvement in *Gmelina arborea*. Indian Forester 132:691-699.
- Lamprecht, H. 1990.** Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Eschborn: Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, p343.

- Matricardi, A. 1989.** Efeitos dos fatores do solo sobre o desenvolvimento da teca (*Tectona grandis* L. F.) cultivada na Grande Cáceres - Mato Grosso. 151 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. Mesén, F. 2001. Introducción al mejoramiento genético forestal. En: Identificación, selección y manejo de fuentes semilleras. Serie Técnica /No. 32. Convenio CONIF, INSEFOR y MADR. Bogotá, p118.
- Mesén, F. 2001.** Introducción al mejoramiento genético forestal. En: Identificación, selección y manejo de fuentes semilleras. Serie Técnica / No. 32. Convenio CONIF, INSEFOR y MADR. Bogotá (Colombia), septiembre. ISSN 0121-0300, p118.
- Moya, R., Berrocal, A., Serrano, J. y Tomazello, M. 2009.** Variación radial de la anatomía, densidad y durabilidad de la madera de teca (*Tectona grandis*) procedente de dos calidades de sitio y dos regiones climáticas de Costa Rica. InvestAgrar: SistRecurFor 18(2):119-131.
- Moya, R., Arce, V., González, E., Olivares C. y Rios, V. 2010.** Efecto de las propiedades físicas y químicas del suelo en algunas propiedades de la madera de teca (*Tectona grandis*). Viçosa. Rev. Árvore 34 (6):45-59.
- Muñoz, F., Espinosa, M., Herrera, M. y Cancino, J. 2005.** Características del crecimiento en diámetro, altura y volumen de una plantación de *Eucalyptus nitens* sometida a tratamientos silvícolas de poda y raleo. Bosque 26(1):93-99.
- Murillo, O. 1988.** Natural variation in wood specific gravity of *Pinus greggii*, *P. leiophylla* and *P. pringlei*. Camcore. Boletín de Forestería Tropical. No. 5. School of Forest Resources. North Carolina State University. Raleigh, North Carolina, USA, p24.
- Murillo, O. y Camacho P. 1997.** Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones recién establecidas. Agronomía Costarricense 21(2):189-206.
- Murillo, O. y Camacho P. 1998.** Evaluación de la calidad de plantaciones forestales. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Serie de Apoyo Académico No. 27. Cartago, Costa Rica, p56.
- Murillo, O. 1999.** Evaluación de la calidad en plantaciones forestales. Tatascán (Honduras) 11(1):22-36.
- Murillo, O. y Badilla, Y. 2004.** Evaluación de la calidad y estimación del valor en pie de la plantación forestal. Escuela de Ingeniería Forestal, ITCR. Cartago, Costa Rica, p50.
- Murillo, O., Meza, A. y Cabrera, J.M. 2004.** Estimación del valor real y del valor de mercado en pie de la plantación forestal. Agronomía Costarricense 28(1):47-55.
- Murillo, O., Badilla, Y. y Rojas, F. 2011.** Calidad de las plantaciones de teca en Costa Rica.

En: Conferencia Forestal Internacional: Bosques plantados de teca. Teaknet. 31 octubre al 3 de noviembre, 2011. San José, Costa Rica, p22-37.

Oliveira, R. 2003. Sistema para cálculo de balanço nutricional e recomendação de calagem e adubação de povoamentos de teca - Nutriteca. 93f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Ordóñez, J. 2012. El futuro del CIF en Colombia. http://www.revista-mm.com/ediciones/rev76/forestal_cif.pdf [1 Octubre 2012].

Rincón, M. 2009. El sector forestal en Córdoba: Cadena productiva forestal madera y muebles departamento de Córdoba. Informe Cadena Forestal de Córdoba (Colombia), Febrero de 2009 (Centro de Investigaciones Turipaná - Corpoica), p37.

Rivero, J. 2004. Propiedades Físico-Mecánicas de Gmelina arborea Roxb. y Tectona grandis Linn. <http://www.monografias.com/trabajos16/gmelina-arborea/gmelina-arborea.shtml> [17 Septiembre 2011].

Rojas, F.; Arias, D. 2004. Manual para productores de Melina (Gmelina arborea) en Costa Rica. Cartago (Costa Rica), p86.

Rondon, N., Macedo, R. y Filho, T. 1998. Formação de povoamentos florestais com Tectona grandis L.f. (Teca). Boletim Técnico - Série Extensão 7(33):1-29.

Silva, A., Cruz, E. y Medina, P. 2010. Valoración de inmuebles compaginando teoría y práctica. Scientia et Technica Año XVI, No 45, Universidad Tecnológica de Pereira, p27.

Vallejos, J., Y. Badilla, F. Picado & O. Murillo. 2010. Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal. Agronomía Costarricense 33:105-119.

Zobel B., Van Buijtenen. 1989. Wood variation. Its causes and control. Springer Series in Wood Science. Springer. Alemania, p363.

EFFECTO DEL PASTOREO DE CERDOS SOBRE LAS FRACCIONES DE NITRÓGENO, CARBONO Y FÓSFORO DEL SUELO

EFFECT OF GRAZING PIGS ON CARBON, NITROGEN AND PHOSPHORUS FRACTIONS IN SOIL

Carmen Rivero^{1*}, Eliecer Cabrales², Giovanna Santana³, Mayra Rivas³, Mansonia Pulido¹, Juan C. Rey¹, Deyanira Lobo¹, Zenaida Lozano¹, Humberto Araque⁴

Recibido para publicación: Junio 15 de 2011 - Aceptado para publicación: Marzo 4 de 2013

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del pastoreo de cerdos, en algunas variables químicas en un Molisol en Maracay – Venezuela, bajo condiciones isohipertérmicas. Se tomaron muestras de suelos de dos lotes, uno sin cerdos y el otro con cerdos (6 kg de peso vivo por m²). Se consideraron dos profundidades de muestreo (0-5 y 5-10 cm) bajo un diseño factorial 2x2. Se determinó nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, nitrógeno nítrico y nitrógeno orgánico. Se realizó la extracción y el fraccionamiento de la materia orgánica del suelo (MOS) y se determinó el carbono orgánico total oxidable, carbono extraíble total (CET), carbono unido a los ácidos húmicos (CAH), los ácidos fúlvicos (CAF) y sustancias no húmicas (CSNH). Además, se realizó el fraccionamiento del fósforo del suelo usando el método de Hedley, extrayéndose las fracciones de fósforo intercambiable en resina (P-membrana), fósforo extraído con bicarbonato de sodio, fósforo inorgánico extraíble en NaOH, fósforo inorgánico extraíble en HCl y fósforo inorgánico extraíble en HCl caliente. Los tratamientos aplicados no afectaron el nitrógeno, el CAH y el CAF, pero si el CET y CSNH en las parcelas con cerdos. Se observó incremento en las fracciones de fósforo evaluadas, especialmente el fósforo disponible, que fue mayor en el lote con cerdos.

Palabras clave: cerdos a campo, nitrógeno, nitrato, amonio, fósforo, carbono

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the influence of grazing pigs on some soil chemical variables in a Mollisol in Maracay – Venezuela, under isohyperthermic conditions. Soil samples were taken from grazed (6 kg / m²) and non-grazed plots. Two sampling depths (0-5 or 5-10 cm depth), using a 2x2 factorial design. Total nitrogen, ammonia nitrogen, nitrate nitrogen and organic nitrogen were assessed. The extraction and fractionation of soil organic matter (SOM) and total oxidable organic carbon, total extractable carbon (CET), the carbon bonded

¹Ph.D. Docente, Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela E- mail: crivert@ewinet.com

¹Docente, Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela

²M.Sc. Docente Área suelos, Universidad de Córdoba-Colombia. ecabralesh@yahoo.es

³Postgrado en Ciencia del Suelo, Universidad Central de Venezuela

⁴Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela

to humic acids (CAH), fulvic acids (CAF), and non-humic substances (CSNH) were determined. In addition, the phosphorous in the soil was fractionated by using the method of Hedley; extracting the fractions: resin exchangeable phosphorus (P-membrane), phosphorus extracted with sodium bicarbonate, NaOH extractable inorganic phosphorus, inorganic phosphorus and inorganic phosphorus extractable by HCl and inorganic phosphorus extractable in hot HCl. The treatments did not affect nitrogen, CAH and CAF, but the CET and CSNH were affected. . An increase on the fractions of phosphorus was observed, with higher increases in exchangeable phosphorus in grazed plots

Key words: pigs, nitrogen, nitrate, ammonium, phosphorus, carbon

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción de cerdos a campo se caracteriza por tener a los cerdos en potreros con buena cobertura vegetal, en las fases de reproducción, maternidad e iniciación, cercados con alambres o mayas electrificadas (Dalla 1998). Estos sistemas de producción se encuentran muy distribuidos a nivel mundial puesto que se ha comprobado que tiene ciertas ventajas sobre el sistema a confinamiento tales como: bajo impacto ambiental, mayor comodidad para los animales, mejoramiento de la propiedades físicas y químicas del suelo, menor gasto en instalaciones y mano de obra para su mantenimiento, ya que se facilita el manejo del estiércol (Campagna y Somenzini 2005; Olivas y Sequeira 2002; Sosa 2005). Estos planteamientos hacen suponer que el manejo de un suelo bajo uso de cerdos a campo puede provocar modificaciones importantes de la fracción orgánica del suelo. En Venezuela se ha venido instrumentando este sistema con evaluaciones exhaustivas desde el punto de vista animal pero con muy poca o ninguna evaluación de sus efectos sobre el suelo. En general las deyecciones de los cerdos contienen minerales, especialmente micronutrientes, que no son posibles de encontrar en los abonos comerciales (Díaz y Egaña 2000).

La dinámica del nitrógeno en el suelo se ve comúnmente afectada por el pastoreo de animales en producción, y en el caso de porcinos, los sistemas de producción de cerdos a campo son una alternativa para la fertilización. Los cerdos solo poseen la capacidad de asimilar entre 20 y 70% del N contenido en los alimentos lo que implica la liberación de 20 a 30% del nitrógeno en las excretas, depositándolo en el suelo en forma de urea por medio de la orina y de nitrógeno amoniacal en las heces. Al respecto Hountin et al. (1997) indican que la aplicación de purines de cerdo provoca incrementos lineales de las concentraciones de nitrógeno en el suelo, las cuales pueden alcanzar hasta los 100 cm de profundidad. Se plantea que el nitrógeno, bajo formas amoniacales, en estos materiales es rápidamente nitrificado, esto presentaría dos hipótesis: la disponibilidad inmediata para las plantas o la pérdida del elemento por lixiviación en una función directa a las características del suelo (Maag y Vinther 1999).

En la producción de cerdos a campo las excretas son depositadas directamente sobre el suelo, por lo cual, ofrece una mayor disponibilidad de nutrientes en la planta y reduce los efectos de la contaminación en el suelo (González 1999; Ternicier 2005). En general, los cerdos solo aprovechan entre el 50% y 60% de los

nutrientes presente en los alimentos que consumen y es por ello, que sus excretas poseen alto contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, materia orgánica, entre otros, que podrían ser utilizados bien por deposición directa (pastoreo) o bien por el uso de materiales pretratados (Rochette et al. 2000; Díaz y Egaña 2000).

Ahora bien, el fósforo ha sido uno de los elementos más estudiados desde el punto de vista agrícola y aún se sigue investigando sobre ello (Navarro y Navarro 2000). El uso de sistemas de manejo que puedan aportar en forma natural estos elementos al suelo resulta de vital importancia, dados los elevados costos de la aplicación de fertilizantes sintéticos, además de su impacto en el ambiente. En este sentido, las heces de los cerdos poseen elevados contenidos de fósforo dada la poca eficiencia de estos animales para utilizar los fitatos presentes en los alimentos vegetales que consumen y ello se constituiría en un excelente aporte de este elemento (Wodzinski y Ullah 1996). Los esquemas de fraccionamiento que permitan identificar los compartimientos del suelo a los cuales se dirige un determinado elemento han sido aplicados en múltiples oportunidades, especialmente en el caso del fósforo, por cuanto ello permite indicar sobre cuál de las fracciones del elemento está incidiendo el manejo y de esta manera predecir

los niveles de disponibilidad del mismo. Se ha señalado que el manejo al cual es sometido el suelo puede modificar el contenido de P en las fracciones y modificar la proporción entre las fracciones de menor y mayor disponibilidad (Buehler et al. 2002; Juárez et al. 2004). El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto del manejo de sistemas de producción de cerdos a campo sobre las distintas fracciones del nitrógeno, la materia orgánica estable y el fósforo en un suelo Molisol franco arcillolimoso de los valles de Aragua en Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la sección de porcinos de la Facultad de Agronomía de la UCV en Maracay - Venezuela. El suelo corresponde a un Molisol, bajo condiciones isohipertérmicas, cuyas principales características se muestran en la tabla 1 (Rodríguez et al. 2010), destacando que es rico en bases como calcio y magnesio principalmente, el área total de estudio estuvo dividida en dos potreros de una hectárea cada uno: con cerdos a campo (6 kg de peso vivo por m²) y otro sin cerdos, ambos establecidos con pastos Swazi (*Digitaria swazilandensis*) y Angleton (*Dichantium aristatum*). En el potrero con cerdos, los animales permanecieron 174 días entre los años 2003 y 2006, durante los cuales comían, excretaban y dormían en el mismo.

Tabla 1. Características físicas y químicas iniciales del suelo tipo Molisol de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela.

CO g.kg ⁻¹	CE dS.m ⁻¹	CIC cmol _c .kg ⁻¹	pH 1:1 agua	N %	P	K mg.kg ⁻¹	Ca	Mg	Textura
32,30	0,06	18,88	5,98	0,22	10,1	21,7	1380	155	FAL

FAL = franco arcillo-limoso. Fuente: Rodríguez (2010)

El muestreo para las evaluaciones se realizó luego de un período de descanso. Se usó un diseño completamente aleatorizado con arreglo de tratamientos del tipo factorial puro 2^2 , donde los factores fueron el manejo en campo (sin cerdos y con cerdos) y la profundidad (0-5 y 5-10 cm). El procesamiento estadístico de la información se realizó mediante el programa Statistix 8.0.

La determinación de Nitrógeno total se realizó mediante el método de Kjeldahl modificado de acuerdo a lo descrito por Bremner (1996). La determinación del Nitrógeno Nítrico y Amoniacal se llevó a cabo mediante una extracción con KCl 2M luego el $N-NH_4$ y el $N-NO_3$ se analizaron por micro Kjeldahl, sin uso y con uso de aleación Devarda (Bremner 1965). El nitrógeno orgánico fue obtenido por diferencia ($N_{ORGÁNICO} = N_T - N_{NH_4} - N_{NO_3}$). La materia orgánica fue extraída y fraccionada con el uso de una mezcla 1:1 de NaOH / $Na_2P_2O_7$ 0,1 M y acidificación del extracto alcalino de acuerdo a lo descrito por Rivero et al. (1998). Posteriormente para separar el carbono en las sustancias no húmicas (CSNH) se usó una columna de polivinilpirrolidona sólida de acuerdo al método propuesto por Ciavatta et al. (1990). El contenido de carbono orgánico en cada fracción, extraíble total (CET), unido a los ácidos húmicos (CAH), unido a los ácidos fúlvicos (CAF) y CSNH se determinó por digestión húmeda de acuerdo a lo descrito por Heanes (1984). Para el fraccionamiento del fósforo se utilizó el método de Hedley et al. (1982), modificado por Tiessen y Moir (1993) y ajustado por Salas (2001). Las fracciones evaluadas fueron: fósforo intercambiable, P lábil o disponible para las plantas en

resina (P-membrana y $Pi-NaHCO_3$), fósforo inorgánico extraíble en NaOH ($Pi-NaOH$) y que se corresponde con el P moderadamente disponible, fósforo inorgánico extraíble en HCl ($Pi-HCl$), fósforo inorgánico extraíble en HCl caliente ($Pi-HCl$ caliente), la cual constituye una fracción de muy baja disponibilidad, fósforo inorgánico residual (P-residual) y fósforo inorgánico total (P-total). La cuantificación del P presente en cada fracción se hizo por el método de Murphy y Riley (1962). Complementariamente se determinó el pH en suspensión 1:2,5 suelo: agua en cada uno de las muestras en ambas profundidades.

Este fraccionamiento permite estimar el contenido de formas disponibles para las plantas o lábiles, el cual consiste en Pi en solución o adsorbido a hierro y aluminio en la matriz de intercambio (resina- Pi , $NaHCO_3$ - Pi), el Po de rápida mineralización ($NaHCO_3$ - Po), el P orgánico e inorgánico moderadamente disponible o lábil asociado a fosfatos cristalinos o amorfos de hierro y aluminio ($NaOH$ - Pi y $NaOH$ - Po) y las formas más estables (HCl - Pi , HCl - Po , P-residual) que contiene una mezcla de fosfatos de muy baja disponibilidad para las plantas asociados a Pi ocluido o a minerales primarios (p.e. $Pi-Ca$) y Po en la materia orgánica particulada y/o protegido por la celulosa.

La fracción extraíble con HCl 1M, con la cual se obtiene el Pi asociado a fosfatos de calcio (Hedley et al. 1982) y que precede a la extracción con HCl concentrado y caliente fue obviada en este trabajo, ya que se ha demostrado que en suelos ácidos muy meteorizados los tenores de esta fracción son muy bajas o están ausentes (Tiessen y Moir 1993).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación del Nitrógeno. Los resultados obtenidos muestran que, en términos generales, los contenidos de nitrógeno en el suelo van de medios a bajos, para las unidades experimentales estudiadas (Tabla 2).

Aun cuando los mayores contenidos de nitrógeno se encontraron en el tratamiento con cerdos a campo, dichos valores no fueron significativamente distintos. Estos resultados difieren de aquellos obtenidos por otros investigadores quienes indican que las excretas añadidas modifican sustancialmente las concentraciones de algunos elementos en el suelo, especialmente el nitrógeno (Hountin et al. 1997).

En cuanto al efecto de la profundidad solo se observaron diferencias significativas en el caso del nitrógeno total ($p=0,0113$), con mayores contenidos, como es lógico, en los primeros cinco cm. Los valores obtenidos indicaron, en la primera profundidad de muestreo, modificaciones en la proporción entre los contenidos de distintas formas de nitrógeno; así, el NH_4 se modificó en 1,8% respecto al NT, en el lote con cerdos versus 2,3% en

el lote sin cerdos. La proporción de NO_3 en cambio no fue afectada, 1,9% en ambos casos. Para el muestreo a mayor profundidad las proporciones no variaron entre tratamientos, los valores se ubicaron en un promedio de 2,5%. Esto indica que la relación NH_4/NO_3 en la primera profundidad estuvo alrededor de 1,18 en el lote sin cerdo y 0,9 en el lote con cerdos y una relación similar, alrededor de uno en ambos casos para la segunda profundidad. La ausencia de diferencias significativas, entre las variables evaluadas, podría estar asociada a la producción de volúmenes importantes de amoníaco, a partir de las excretas, y por ende su escasa incorporación al nitrógeno del suelo, aún cuando el pH (Tabla 3) no superó el valor de 6,6 para la primera profundidad y 7,2 para la segunda. Al respecto, Vanderholm (1975), señaló que la volatilización de amonio es el principal proceso responsable de pérdidas de N, y que puede alcanzar hasta un 65% del nitrógeno contenido en las excretas. Carey et al. (1997) y Mkhabela et al. (2009) por su parte indican que esto sucede también cuando en lugar de las excretas se añaden los purines de cerdo, y señala que la razón estaría en la producción de elevados niveles de desnitrificación por efecto de los elevados contenidos de amonio en estos materiales.

Tabla 2. Efecto del pastoreo de cerdos a campo sobre el contenido de Nitrógeno.

Variable	Profundidad (cm)	Sin cerdos g.kg ⁻¹	Con cerdos g.kg ⁻¹
NT	0-5	2,190 a	2,352 a
	5-10	1,716 a	1,873 a
N-NH ₄	0-5	0,051 a	0,044 a
	5-10	0,050 a	0,047 a
N-NO ₃	0-5	0,043 a	0,047 a
	5-10	0,046 a	0,046 a
N-Orgánico	0-5	2,096 a	2,261 a
	5-10	1,620 a	1,780 a

Letras iguales, en las filas, indican ausencia de diferencias estadísticas

Tabla 3. Variación del pH del suelo por efecto del pastoreo de cerdos.

Variable	Profundidad (cm)	Sin cerdos	Con cerdos
pH	0-5	5,9	6,6
	5-10	6,0	7,2

Evaluación de la materia orgánica. En el carbono orgánico total oxidable (COT) y carbono extraíble total (CET) se observaron diferencias estadísticas significativas ($p = 0,0371$). En ambos casos hubo una disminución del COT con la profundidad, las mayores concentraciones se mantuvieron en el tratamiento con cerdos (Tabla 4).

Esta disminución ha sido vinculada a incrementos de los procesos de mineralización de algunas fracciones de la materia orgánica como consecuencia del incremento de la actividad microbiana generado por la adición de purines de cerdo (Häni et al. 1996), lo cual sería esencialmente similar en el caso del aporte directo de excretas. Los niveles de CET obtenidos (Tabla 4) mostraron que en el tratamiento sin cerdos los valores fueron mayores y significativamente diferentes, para ambas profundidades. Sin embargo en ambos casos se observó una baja proporción de CET con respecto al COT. Esto indicaría una alta proporción de sustancias en la fracción correspondiente a las huminas en este suelo.

Los contenidos de CAH y el CAF no presentaron diferencias significativas en

la primera profundidad (Tabla 5). Para la segunda profundidad se observó un valor significativamente mayor ($p < 0,05$) en el tratamiento con cerdos. Al respecto, Plaza et al. (2003) indican que la aplicación de purines de cerdos modificó el grado de humificación, luego de tres años de tratamiento. En el caso del CAF se obtuvieron mayores valores en el tratamiento con cerdos para la primera profundidad lo cual se modificó con la profundidad, resultados similares fueron señalados por Plaza et al. (2003) para la aplicación de purines líquidos de cerdos, atribuidos a la presencia de compuestos estructuralmente similares a esta fracción de la materia orgánica. Para el CSNH las mayores concentraciones correspondieron al tratamiento con cerdos, en ambas profundidades (Tabla 5), lo cual pudiera ser consecuencia de los niveles de compuestos orgánicos parcialmente degradados presentes en las excretas.

Evaluación del fósforo. En la cuantificación de las fracciones de fósforo consideradas de fácil disponibilidad (Tabla 6) se observó que este suelo es muy pobre en este elemento. En la fracción soluble (P-resina) se encontraron valores de P que oscilaron entre 1,8 y 13,1

Tabla 4. Carbono orgánico total y carbono total extraíble del suelo por efecto del pastoreo de cerdos a campo.

Variable	Profundidad (cm)	Sin Cerdos mg.g ⁻¹	Con Cerdos mg.g ⁻¹
COT	0-5	3,2300 b	4,3340 a
	5-10	3,0730 b	3,7030 a
CET	0-5	0,8025 a	0,6409 b
	5-10	0,6769 a	0,4383 b

COT: Carbono orgánico total; CET: Carbono extraíble total. Letras iguales, en las filas, indican ausencia de diferencias estadísticas.

Tabla 5. Contenido de Carbono en ácidos húmicos, fúlvicos y sustancias no húmicas del suelo.

Variable	Profundidad (cm)	Sin Cerdos mg.g ⁻¹	Con Cerdos mg.g ⁻¹
CAH	0-5	0,077 a	0,074 a
	5-10	0,076 b	0,082 a
CAF	0-5	0,029 b	0,034 a
	5-10	0,032 a	0,023 b
CSNH	0-5	0,170 b	0,424 a
	5-10	0,170 b	0,453 a

CAH: Carbono en ácidos húmicos; CAF: Carbono en ácidos fúlvicos; CSNH: Carbono en las sustancias no húmicas. Letras iguales, en las filas, indican ausencia de diferencias estadísticas.

Tabla 6. Concentraciones finales de las fracciones de fósforo en el suelo por efecto de pastoreo.

Variable	Profundidad (cm)	Sin Cerdos mg.kg ⁻¹	Con Cerdos mg.kg ⁻¹
P- membrana	0-5	1,8 b	13,1 a
	5-10	3,1 b	12,3 a
Pi-NaHCO ₃	0-5	26,8 a	21,4 b
	5-10	26,6 a	21,0 b
Pi-NaOH	0-5	32,9 b	76,9 a
	5-10	19,4 b	77,1 a
Pi-HCl	0-5	28,6 a	42,3 a
	5-10	32,3 a	42,0 a
P-residual	0-5	10,0 a	14,7 a
	5-10	10,7 a	14,3 a
P-total	0-5	100,1 a	168,6 b
	5-10	92,1 a	167,0 b

CAH: Carbono en ácidos húmicos; CAF: Carbono en ácidos fúlvicos; CSNH: Carbono en las sustancias no húmicas. Letras iguales, en las filas, indican ausencia de diferencias estadísticas.

mg.kg⁻¹. El lote con cerdos se diferenció significativamente ($p < 0,05$) del lote sin cerdos. Las mayores concentraciones observadas en este caso podrían estar vinculadas al aporte de P-orgánico proveniente de las heces fecales. En cuanto a las profundidades no se observaron diferencias significativas. Si se comparan estos valores con los mencionados por Siso (2007) en Molisoles venezolanos, se observa que el lote sin cerdos está por debajo de este valor reportado por este autor, pero el lote con cerdos posee un valor superior, lo que indica que posiblemente, los cerdos podrían estar influenciando esta fracción de fósforo.

El P-NaHCO₃, fósforo adsorbido a los coloides, fue significativamente diferente entre los lotes con y sin cerdos ($p < 0,05$), pero no hubo diferencia entre las profundidades del mismo tratamiento; los mayores valores correspondieron al lote sin cerdos. Ello podría indicar un efecto negativo de la presencia de los cerdos sobre esta fracción, vinculado a los cambios de pH (Tabla 3).

Con respecto a los resultados obtenidos para las fracciones de mayor recalcitrancia (Tabla 6), se pudo notar que para el P-NaOH, fósforo quimio-adsorbido a los compuestos de hierro

y aluminio, la presencia de los cerdos indujo valores significativamente más altos, efecto que no se observó en las profundidades. No pareciera que los factores afectados por la presencia de los cerdos como el pH y la materia orgánica puedan explicar estos resultados. De acuerdo a la información aportada por Márquez (1989) se cree que esto sería derivado de la variabilidad mineralógica del área como producto de la confluencia de las formaciones las Mercedes y Las Brisas.

El P-HCl, es decir, el unido al calcio fue más bajo que el P unido al hierro y al aluminio; esto se explicaría con base en que los materiales cálcicos no son dominantes en estos suelos, por lo tanto la fijación en forma cálcica es mucho menor que la producida para el hierro y el aluminio, esto a pesar de los valores de pH (Tabla 3). Para esta fracción no hubo efecto ni de la presencia de cerdos ni de las profundidades.

El fósforo residual, extraído con $\text{HClO}_4\text{-HNO}_3$ no mostró diferencias ni para el manejo bajo cerdos ni para las profundidades. Los valores encontrados en el tratamiento sin cerdos fueron 10 y 10,7 mg.kg^{-1} de P, mientras que para el tratamiento con cerdos fue de 14,7 y 14,3 mg.kg^{-1} de P, para las profundidades 0-5 y 5-10 cm, respectivamente. Resulta interesante destacar que en este suelo las concentraciones de fósforo en esta fracción resultan bastante inferiores a los mencionados para otros molisoles venezolanos (Siso 2007), lo cual también pudiera atribuirse de la influencia de la variabilidad en la mineralogía del área de estudio, descrita por Márquez (1989).

En la evaluación del fósforo total (Tabla 6), se observó un efecto significativo del manejo bajo

cerdos y al igual que en las demás fracciones no se observó efecto de las profundidades. La diferencia encontrada entre los tratamientos se debe a la influencia de los aportes de los cerdos sobre el contenido de fósforo en el suelo por sus aporte de excretas sumado a los desperdicios que se producen en su alimentación.

CONCLUSIONES

El tiempo durante el cual fueron aplicados los tratamientos no permitieron evidenciar el efecto del sistema de producción de cerdos a campo sobre el nitrógeno total o sus formas amoniacales o nítricas, como tampoco el carbono de los ácidos húmicos y fúlvicos, pero influyeron en el carbono orgánico extraíble y en el de las sustancias no húmicas. Para el caso del fósforo se observó un incremento generalizado de las distintas fracciones evaluadas, especialmente del fósforo extraíble en resina.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (CDCH) a través del proyecto de investigación N° PG-01-00-7143-2008, titulado "Impacto del Manejo de Sistemas de Producción de Cerdos a Campo sobre el Suelo".

REFERENCIAS

- Bremner, J. 1965.** Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, 20 eds C.A. Black, D.D. Evans, L.E. Ensminger & F.E. Clark. Am. Soc. of Agron. Madison, WI, p1324-1345.

- Bremner, J. 1996.** Nitrogen-total. In: Methods of Soil Analyses, Part 3 Chemical Methods. ASA, INC. SSS America, INC. Publisher. Wisconsin, USA, p1085-1121.
- Buehler, S., Oberson, A., Rao, M., Friesen, K. y Frossarda, E. 2002.** Sequential phosphorus extraction of a ³³P-Labeled Oxisol under contrasting agricultural systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66:868-877.
- Campagna, D.; Somenzini, D. 2005.** Elementos a tener en cuenta para decidir que categorías confinar en los sistemas de producción porcina a campo para mejorar su eficiencia. FERICERDO. Marcos Juárez, 19 y 20 de agosto 2005.
- Carey, L., Rate, A. y Cameron, K. 1997.** Fate of nitrogen in pig slurry applied to a New Zealand pasture soil. *Australian J. Soil Res.* 35(4):941-959.
- Ciavatta, C., Govi, M., Vittori, L. y Sequi, P. 1990.** Characterization of humified compounds by extraction and fractionation on solid polyvinylpyrrolidone. *J. Chrom.* 643:261-270.
- Dalla, O. 1998.** Sistema intensivo de Suinos criados ao Ar livre-Siscal: Manejo, índices de produtividade, custo de implatacao e producao- Embrapa-Cnpsa. I Encuentro de producción animal de cerdos a campo. On-line: www.sian.info.ve/porcinos/ [Marzo de 2011].
- Díaz, I. y Egaña, I. 2000.** Manejo y utilización de los desechos fecales porcinos: una alternativa como recurso alimentario para rumiantes. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias, Depto. Fomento Producción Animal. Serie Apuntes Docentes N° 19, p45.
- González, C. 1999.** Potencialidad del cerdo criollo y la producción alternativa de cerdos en Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Instituto de Producción Animal, Maracay - Estado Aragua. Mimeografiado, p5.
- Häni, H., Siegenthaler, A. y Candinas, T. 1996.** Soil effects due to sewage sludge application in agriculture. *Fertilizer Research* 43:149-156.
- Heanes, D. 1984.** Determination of total organic-C in soil by an improved chromic acid digestion and spectrophotometric procedure. *Com. Soil Sci. Plant Anal.* 15:1191-1213.
- Hedley, J., Stewart, J. y Chauhan, B. 1982.** Changes in inorganic and organic phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46:970-976.
- Hountin, A., Couillard, D. y Karam, A. 1997.** Soil carbon, nitrogen and phosphorous contents in maize plots after 14 years of pig slurry applications. *J. Agric. Sci.* 129:187-191.
- Juárez, J., Rivero, C. y Rodríguez, J. 2004.** Efecto del uso de coberturas sobre las fracciones y disponibilidad del fósforo del suelo. *Venezuelos* 12:16-24.

- Maag, M. y Vinther, F. 1999.** Effect of temperature and water on gaseous emissions from soils treated with animal manure. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63:858-865
- Márquez, O. 1989.** Caracterización mineralógica y génesis de suelos de dos ambientes geoquímicos de la cuenca del Rio Güey. Trabajo de Grado, Postgrado en Ciencia del Suelo. Universidad Central de Venezuela, p200.
- Mkhabela, S., Gordon, R., Burton, D., Smith, E. y Madani, A. 2009.** The impact of management practices and meteorological conditions on ammonia and nitrous oxide emissions following application of hog slurry to forage grass in Nova Scotia. *Agriculture, Ecosystems & Environ* 130:41-49.
- Murphy, J. y Riley, P. 1962.** A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal Chim. Acta* 27:31-36.
- Navarro, S. y Navarro, G. 2000.** Química agrícola. Madrid: Mundiprensa, p760.
- Olivas, L. y Sequeira, C. 2002.** Evaluación de diferentes efluentes de cerdo como bioabono sobre el crecimiento y el rendimiento del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y las propiedades químicas del suelo. Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Plaza, C., Senesi, N., Polo, A., Brunetti, G., García-Gil, J. y D'orazio, V. 2003.** Soil fulvic acid properties as a means to assess the use of pig slurry amendment. *Soil Till. Res.* 74(2):179-190.
- Rivero, C., Senesi, N., Paolini, J. y D'Orazio, V. 1998.** Characteristics of humic acids of some Venezuelan soils. *Geoderma* 81(3-4):227-239.
- Rochette, P., Angers, D. y Côté, D. 2000.** Soil carbon and nitrogen dynamics following application of pig slurry for the 19th consecutive year: I. Carbon dioxide fluxes and microbial biomass carbon. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64:1389-1395.
- Rodríguez, M., Pulido, M., Rey, J., Lobo, D., Araque, H. y Rivero, C. 2010.** Efecto del pisoteo en sistemas de producción de cerdos a campo sobre algunas propiedades del suelo. *Agronomía Tropical*, 60:119-130.
- Salas, A. 2001.** Evaluación de la procedencia del fósforo absorbido por el maíz en mezcla de roca fosfórica Riecito y superfosfato triple en un Ultisol bajo condiciones de invernadero. Trabajo de Ascenso a Profesor Agregado. Universidad Central de Venezuela, p28.
- Siso, W. 2007.** Estudio del fósforo en algunos suelos venezolanos. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela, p54.
- Sosa, O. 2005.** Los estiércoles y su uso como enmiendas orgánicas. On-line: www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/ [Febrero 2011].

- Ternicier, C. 2005.** Planteamiento de un modelo teórico de indicadores para la evaluación del impacto ambiental de sistemas intensivos de producción de carne porcina de exportación. Universidad Católica de Temuco. Chile, p86.
- Tiessen, H. y Moir, O. 1993.** Characterization of available P by sequential extraction. In: Carter, M. R. (ed.). Soil Sampling and Methods of Analysis. Tesis de Maestría, Boca Ratón.
- Vanderholm, H. 1975.** Nutrient losses from livestock waste during storages treatment and handling. 3rd Symposium on Livestock Waste Management. Chicago, p20.
- Wodzinski, J. y Ullah, A. 1996.** Phytases. *Advances in Applied Microbiology* 42:263-302.

REACCIÓN DE GENOTIPOS DE ÑAME (*Dioscorea* spp) A LA ANTRACNOSIS (*Colletotrichum gloeosporioides*)

REACTION OF YAM GENOTYPES (*Dioscorea* spp) TO ANTHRACNOSE (*Colletotrichum gloeosporioides*)

Yuli P. Méndez¹, Jorge L. Palencia¹, Karina P. Hernández¹, Eduardo J. Hernández¹, Javier D. Beltrán^{2*}

Recibido para publicación: Octubre 31 de 2012 - Aceptado para publicación: Abril 16 de 2013

RESUMEN

El ñame (*Dioscorea* spp) es afectado por diferentes patógenos, entre los que se destaca *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal de la antracnosis. Esta enfermedad reduce la eficiencia fotosintética de la planta y ocasiona pérdidas en la producción de más del 90% en variedades susceptibles y disminución en la calidad de los tubérculos. El objetivo de este estudio fue evaluar la reacción de genotipos de ñame, en la colección de la Universidad de Sucre, a la antracnosis. Se realizaron inoculaciones con cuatro aislados de *C. gloeosporioides* en 19 accesiones, correspondientes a las especies *Dioscorea alata* (diez), *Dioscorea rotundata* (siete), *Dioscorea cayenensis* (una), y *Dioscorea trifida* (una); mediante aspersión de esporas en hojas de plantas in vitro. Se encontró diferencia altamente significativa en la reacción del germoplasma de ñame a la antracnosis ($F= 80,37$; $gl= 18$; $p<0,0000$), sin embargo los aislados evaluados no mostraron diferencia significativa en su agresividad ($F= 1,71$; $gl= 3$; $p<0,1762$). *D. trifida* presentó la mayor resistencia, seguida de *D. cayenensis* y *D. rotundata*; mientras que *D. alata* fue la especie más susceptible.

Palabras clave: resistencia genética, antracnosis, *Dioscorea* spp.

ABSTRACT

Yam (*Dioscorea* spp) is affected by different pathogens, including *Colletotrichum gloeosporioides*, the causal agent of anthracnose. This disease reduces the photosynthetic efficiency in plants and causes losses in production above 90% in susceptible varieties and decreased quality of tubers. The objective of this study was to evaluate the resistance of yam genotypes to anthracnose in a yam germplasm bank at the University of Sucre. Nineteen accessions of *Dioscorea alata* (ten), *Dioscorea rotundata* (seven), *Dioscorea cayenensis* (one),

¹Magíster em Ciência e Tecnologia de Alimentos, docente, Universidad de Córdoba. Berástegui, Córdoba.

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba, Sede Berástegui Km. 5 Vía Cereté - Ciénaga de Oro - Córdoba, Colombia. Teléfax: (4) 7560209 - (4) 8940507. edrojas@correo.unicordoba.edu.co

²Doutor em Engenharia de Alimentos, docente Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, Brasil.

³Doutor em Bioquímica Agrícola, docente Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, IFES, Brasil.

⁴Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, docente Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.

and *Dioscorea trifida* (one) were used. Plants were inoculated with four isolates of *C. gloeosporioides*, by spraying spores on leaves of plants in vitro. There was found a high significant difference in the reaction of yam germplasm to the anthracnose ($F= 80,37$; $gl= 18$; $p<0,0000$), however isolates tested showed no significant difference in its aggressiveness ($F = 1,71$, $df = 3$, $p <0,1762$). *Dioscorea trifida* had the greatest resistance, followed by *D. cayenensis* and *D. rotundata*, whereas *D. alata* was the most susceptible.

Key words: genetic resistance, anthracnose, *Dioscorea* spp.

INTRODUCCIÓN

Dioscorea es un género de la familia Dioscoreaceae, con más de 600 especies distribuidas en las regiones tropicales y templadas del mundo. Algunas como *Dioscorea alata* L. y *Dioscorea rotundata* Poir son cultivadas para la obtención y aprovechamiento de tubérculos denominados ñames (Perea y Buitrago 2000), que hacen parte fundamental de la dieta de millones de personas en África, Asia y América Latina (Perea 2000), ya que contienen importantes cantidades de carbohidratos y poseen fuentes moderadas de proteína y fibra (Alvis et al. 2008; Blanco-Metzler et al. 2004). En Colombia, este cultivo es de importancia socioeconómica para los habitantes de la región Caribe y la mayor producción se concentra en los departamentos de Bolívar, Córdoba y Sucre (Alvarez 2000). Esta actividad es realizada principalmente por pequeños y medianos agricultores, y constituye la principal fuente de ingresos y de empleo rural en estas zonas. Se comercializa a nivel regional para consumo en fresco y para exportación hacia los mercados de Estados Unidos y Europa, donde es utilizado para alimento de la población latina y uso farmacológico (Sánchez y Hernández 1997).

Los cultivos de ñame se ven afectados por diferentes patógenos, entre los que se destaca

Colletotrichum gloeosporioides [(Penz.) Penz. y Sacc.] agente causal de la antracnosis. Los síntomas de esta enfermedad se manifiestan en tallo, peciolo y hoja como lesiones necróticas que dan una apariencia quemada a la zona afectada; en el tejido foliar aparecen manchas, que pueden ser de formas regulares o irregulares, de color pardo-rojizo con halos cloróticos, lo que reduce la eficiencia fotosintética de la planta y ocasiona pérdidas en la producción de más del 90% en las variedades susceptibles y disminución en la calidad de los tubérculos (Amusa et al. 2003; Winch et al. 1984).

El control químico de la antracnosis requiere aplicaciones periódicas de fungicidas que aumentan los costos de producción, son perjudiciales para el ambiente (Hepperly y Vázquez 1991) y puede generar resistencia en las cepas del hongo patógeno (Bayart y Pallas 1994), por lo que el uso de variedades resistentes o tolerantes es una herramienta sostenible para el manejo de la enfermedad. En atención a esto, el objetivo fue evaluar, a nivel de laboratorio, la resistencia de germoplasma de ñame a la inoculación de *C. gloeosporioides*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se utilizó material procedente del banco de germoplasma del Laboratorio de

Biología Vegetal de la Universidad de Sucre. Vitroplantas de 19 accesiones de dicho banco, pertenecientes a cuatro especies de ñame (Tabla 1), se multiplicaron mediante segmentos nodales en medio de cultivo MS (Murashige y Skoog 1962) suplementado de la siguiente manera: 100 mg L⁻¹ de mioinositol, 1 mg L⁻¹ de tiamina-HCl, 30 g L⁻¹ de sacarosa, 0,5 mg L⁻¹ de ANA y 4 mg L⁻¹ BAP, para *D. alata* (Rodríguez y Beltrán 2002); 100 mg L⁻¹ de mioinositol, 1 mg L⁻¹ de tiamina-HCl, 30 g L⁻¹ de sacarosa, 0,1 mg L⁻¹ de BAP y 0,3 mg L⁻¹ de ANA, para *D. rotundata* (Acosta y Beltrán 2001); 100 mg L⁻¹ de mioinositol, 1 mg L⁻¹ de tiamina-HCl, 30 g L⁻¹ de sacarosa, 0,5 mg L⁻¹ de ácido nicotínico, 0,5 mg L⁻¹ de pirridoxina y 1 g L⁻¹ de carbón activado, para *Dioscorea trifida* L.f. 1781 (Chacón et al. 2000); 100 mg L⁻¹ de mioinositol, 1 mg L⁻¹ tiamina-HCl, 30 g L⁻¹ de sacarosa, 0,5 mg L⁻¹ ácido nicotínico, 1,2 mg L⁻¹ de BAP, 800 mg L⁻¹ de nitrato de amonio, 0,5 mg L⁻¹ piridoxina, 2 mg L⁻¹ glicina, 20 mg L⁻¹ L-cisteína, 20 mg L⁻¹ ácido ascórbico y 1 g L⁻¹ de carbón activado, para *Dioscorea cayenensis* Lam (Pérez y Brun 2003). El cultivo *in vitro* se mantuvo a 27°C, con una intensidad lumínica 50±5 µmol m⁻² s⁻¹ y un fotoperiodo de 12 horas.

Inoculación de *C. gloeosporioides*

La fuente del inóculo se obtuvo de la colección de hongos fitopatógenos de ñame de la Universidad de Sucre. Se utilizaron cuatro aislados de *C. gloeosporioides* que se cultivaron en cajas de Petri con medio Papa-Dextrosa-Agar® (PDA), y se incubaron en oscuridad a una temperatura de 28°C y humedad relativa del 90%, por un periodo de siete a quince días. Se utilizó una suspensión de esporas a una concentración de 1 x 10⁶

conidias ml⁻¹ y la inoculación se realizó mediante aspersión en hojas mantenidas en cámara húmeda a 28°C y humedad relativa del 90%, y como control se usaron aspersiones sobre hojas con agua destilada estéril (Pérez et al. 2003). Luego de los 10 días de la inoculación se realizaron aislamientos de cada hoja inoculada realizando una desinfección previa con solución de hipoclorito de sodio al 2% durante un minuto y posterior enjuague en agua destilada estéril, esto para corroborar la presencia de hongo inoculado.

Se realizó seguimiento diario al desarrollo de la sintomatología durante 10 días y para evaluar la severidad se utilizó la escala propuesta por Simons y Green (1994), que está compuesta por seis grados: (1) lesiones no visibles, (2) lesiones superficiales en forma de pequeñas depresiones, (3) lesiones necróticas entre 3 - 9% del área foliar, (4) lesiones necróticas y cloróticas entre 10 - 24%, (5) lesiones entre 25 - 50% y (6) lesiones mayores a un 50%. Los tres primeros corresponden a resistencia, el cuatro a moderadamente resistente, el cinco a moderadamente susceptible y el sexto a susceptible.

La estructura del tratamiento consistió en un arreglo factorial con dos factores cualitativos (aislado de *C. gloeosporioides* y variedad de ñame) con cuatro y 19 niveles respectivamente. Las combinaciones se asignaron en un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones, con una hoja como unidad experimental. Con los promedios de los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza y la comparación de medias se llevó a cabo mediante la prueba de Tukey, utilizando el programa InfoStat (Di Rienzo et al. 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cuatro aislados de *C. gloeosporioides* fueron capaces de generar lesiones en 18 accesiones evaluadas (94,73 %), sin mostrar diferencias significativas en su agresividad ($F= 1,71$; $gl= 3$; $p<0,1762$). Por otro lado, el germoplasma estudiado reaccionó diferencialmente ($F= 80,37$; $gl= 18$; $p<0,0000$) a la inducción de síntomas por la inoculación de *C. gloeosporioides*. Basado en esas reacciones, las variedades evaluadas mostraron categorías de resistencia y susceptibilidad (Tabla 1, Figura 1) y su comportamiento coincide con lo observado a nivel de campo para la región Caribe colombiana.

Se evidenció susceptibilidad en todas las variedades de *D. alata*, con porcentajes promedios de área foliar afectada entre el 59,90% y 89,15%. Esto concuerda con resultados de diferentes investigaciones que demuestran que la antracnosis es la enfermedad foliar más limitante en esta especie alrededor del mundo (Amusa 2000; Lavalett y Afanador 2007; McDonald et al. 1998; Nwankiti et al. 1987; Pérez et al. 2003; Sweetmore et al. 1994; Winch et al. 1984). En Colombia, Campo (2000) señala que a finales de 1980 y principios de 1990, se presentó una epidemia de antracnosis que redujo más del 70% de los cultivos de ñame, debido en gran parte a la siembra en monocultivos de variedades susceptibles.

Tabla 1. Relación de genotipos de ñame evaluados por su reacción a *Colletotrichum gloeosporioides*.

Especie	Accesión (Código)	Área foliar afectada por aislados (%)				Promedio del área foliar afectada (%)
		Cg1	Cg2	Cg3	Cg4	
<i>D. trifida</i>	033 **	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 a
<i>D. cayenensis</i>	065	0,7	0,7	0,5	0,8	0,67 a
<i>D. rotundata</i>	008	1,0	2,7	1,0	1,2	1,47 a
<i>D. rotundata</i>	009	7,5	6,8	1,5	3,0	4,70 a
<i>D. rotundata</i>	010	2,5	5,0	3,5	12,5	5,87 a
<i>D. alata</i>	006	61,7	68,7	46,7	62,5	59,90 b
<i>D. alata</i>	011	58,3	75,0	73,3	83,3	72,47 bc
<i>D. alata</i>	019	65,8	86,2	81,0	70,0	75,75 bc
<i>D. rotundata</i>	053	79,2	81,7	87,5	65,0	78,35 bc
<i>D. alata</i>	013	85,8	79,2	70,0	80,0	78,75 bc
<i>D. rotundata</i>	057	88,3	69,2	61,7	82,5	75,42 bc
<i>D. rotundata</i>	059	66,7	90,8	89,2	80,0	81,67 bc
<i>D. rotundata</i>	062	82,5	90,0	78,3	78,3	82,27 bc
<i>D. alata</i>	043	65,0	94,2	88,3	85,8	83,32 bc
<i>D. alata</i>	050	65,0	91,7	87,5	85,8	82,50 bc
<i>D. alata</i>	018	83,3	80,0	78,3	92,5	88,52 c
<i>D. alata</i>	023	81,7	82,5	85,8	99,7	87,42 c
<i>D. alata</i>	017	95,0	81,7	89,2	87,5	88,35 c
<i>D. alata</i>	026	93,3	83,3	100	80,0	89,15 c

* Promedios con la misma letra no representan diferencias significativas al 5%.

**Código de la accesión en el Banco de Germoplasma de la Universidad de Sucre.

Los resultados de tratamientos con letras diferentes en sentido vertical presentaron diferencias significativas

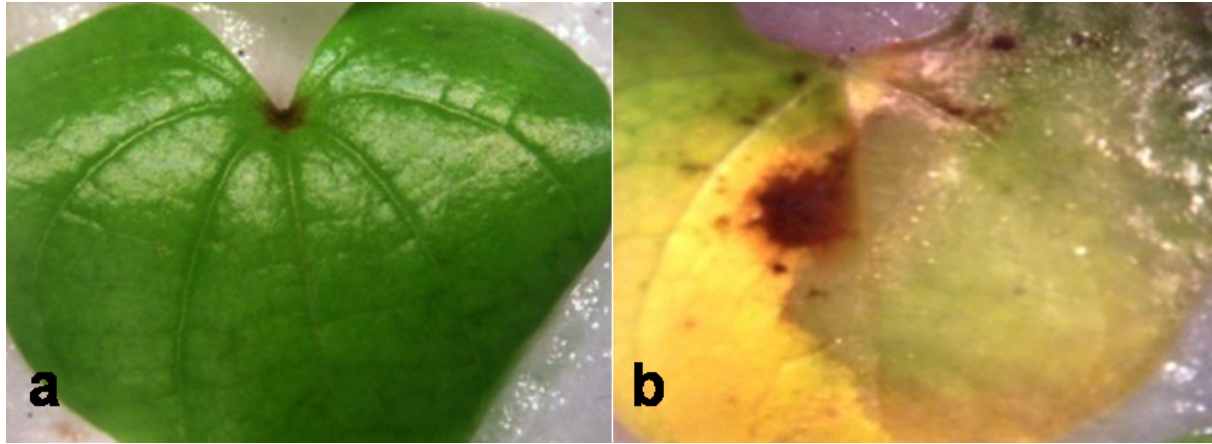


Figura 1. Reacción de ñame a *Colletotrichum gloeosporioides*: a. *Dioscorea trifida* (033) y b. *Dioscorea alata* (050)

Los aislados de *C. gloeosporioides* evaluados no produjeron lesiones foliares aparentes en *Dioscorea trifida* y solo causaron pequeños síntomas en *D. cayenensis* y las variedades “Espino alemán” “Espino cañuela” y “Espino botón” de la especie *D. rotundata* (Tabla 1). Estos resultados concuerdan con los estudios realizados por Pérez et al. (2003) quienes encontraron que *D. rotundata* solo desarrolló síntomas leves luego de ser inoculada con *C. gloeosporioides*; Igualmente, Amusa (2000) evaluando la respuesta de ñame a la inoculación con metabolitos tóxicos de *C. gloeosporioides* y mediante medición de la enfermedad en campo encontró que *D. rotundata* y *D. cayenensis* presentaron resistencia. No obstante las accesiones N° 062, 059, 057 y 053, de la especie *D. rotundata* presentaron susceptibilidad, con promedios de área foliar afectada entre 78,35% y 82,27%.

Los resultados sugieren que estos ensayos ofrecen una forma rápida, fiable y robusta para evaluar un gran número de variedades que permita seleccionar un subconjunto para que después pueda ser evaluado a nivel de campo.

CONCLUSIONES

Las accesiones de las especies *D. trifida*, *D. cayenensis* y *D. rotundata* presentaron resistencia a *C. gloeosporioides*, con excepción de las accesiones de *D. rotundata* N°: 062, 059, 057, y 053; que al igual que las variedades de *D. alata* fueron susceptibles.

REFERENCIAS

- Acosta, R. y Beltrán, J. 2001.** Estandarización de la técnica de micropropagación para la propagación masiva de plantas de ñame espino (*Dioscorea rotundata*) mediante el cultivo in vitro de segmentos nodales. Tesis de Biología. Universidad de Sucre. Sincelejo, Sucre.
- Alvarez, A. 2000.** Prácticas agronómicas para el cultivo del ñame. En: Guzmán, M. y Buitrago, G. (Ed). Ñame: producción de semilla por biotecnología. Unibiblos, Bogotá, p55-65.

- Alvis, A., Vélez, C. y Rada-Mendoza, M. 2008.** Composición de ñames frescos cultivados en Colombia y sometidos a freído por inmersión. *Información Tecnológica* 19:3-10.
- Amusa, N. 2000.** Screening of cassava and yam cultivars for resistance to anthracnose using toxic metabolites of *Colletotrichum* species. *Mycopathologia* 150:137-142.
- Amusa, N., Adegbite, A., Muhammed, S. y Baiyewu, R. 2003.** Yam disease and its management in Nigeria. *African Journals of Biotechnology* 2(12):497-502.
- Bayart, J. y Pallas, B. 1994.** Tolerance of yam anthracnose to benzimidazoles: results of the first study conducted in Guadeloupe. *Phytoma* 461:37-40.
- Blanco-Metzler, A., Tovar, J. y Fernández-Piedra, M. 2004.** Caracterización nutricional de los carbohidratos y composición centesimal de raíces y tubérculos tropicales cocidos, cultivados en Costa Rica. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 54(3):322-327.
- Campo, R. 2000.** La antracnosis, enfermedad limitante del cultivo de ñame. En: ñame producción de semillas por biotecnología. Guzmán y Buitrago editores. Unibiblos. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, p67-70.
- Chacón, G., Saborío, F., Gómez, L., Torres, S. y Valverde, R. 2000.** El tipo de gelificante en el desarrollo in vitro y la aclimatación de 65 plantas de yampín (*Dioscorea trifida*) y ñame (*Dioscorea alata*). *Agronomía costarricense* 24:57-62.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L., Tablada, M., y Robledo, C. 2008.** InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat FCA. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Hepperly, P. y Vázquez, F. 1991.** Resistance and scouting in the control of yam anthracnose of the winged yam (*Dioscorea alata*). Proceedings of the 25th Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society. Caribbean Food Crops Society, Gosier, Guadeloupe, 1-6 July 1989, p587-596.
- Lavalett, L. y Afanador, L. 2007.** Estudio de la variabilidad morfológica e identificación molecular de *Colletotrichum* spp. Causante de la antracnosis del ñame (*Dioscorea* spp). *Fitopatología Colombiana* 31(2):43-48.
- McDonald, F., Alleyne, A., Ogarro, L. y Delauney, A. 1998.** Yam anthracnose in the English-speaking islands of the Eastern Caribbean—successes and research advances in disease management. *Tropical Agriculture* 75:53-57.
- Murashige, T. y Skoog, F. 1962.** A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiología Plantarum* 15:473-497.
- Nwankiti, O., Okoli, O. y Okpala, E. 1987.** Screening of water yam (*Dioscorea alata*) cultivars for tolerance to anthracnose/

blotch disease. Fitopatología Brasileira 12:36-39.

Perea, M. 2000. Utilización de los sistemas in vitro para la obtención de plantas de ñame (*Dioscorea* spp) libres de patógenos. En: Guzmán, M. y Buitrago, G. (Ed). Ñame: producción de semilla por biotecnología. Unibiblos, Bogotá, p41-53.

Perea, M. y Buitrago, G. 2000. Aplicación de la biotecnología agrícola al cultivo de ñame. En: Guzmán, M. y Buitrago, G. (Ed). Ñame: producción de semilla por biotecnología. Unibiblos, Bogotá, p17-32.

Pérez, L., Baquero, M. y Beltrán, J. 2003. Caracterización morfológica y patogénica de *Colletotrichum* sp como agente causal de la antracnosis en ñame *Dioscorea* sp. Revista Colombiana de Biotecnología 5:24-35.

Pérez, W. y Brun, A. 2003. Aplicación de la técnica in vitro para la propagación de *Dioscorea cayenensis* cv "ñame amarillo" a partir de segmentos nodales. Tesis de Biología. Universidad de Sucre. Sincelejo, Sucre.

Rodríguez, C. y Beltrán, J. 2002. Cultivo in vitro de ñame *Dioscorea alata* cv "pico de botella" a partir de segmentos nodales. Tesis de Biología. Universidad de Sucre. Sincelejo, Sucre.

Sánchez, C. y Hernández, L. 1997. Descripción de aspectos productivos, de postcosecha y de comercialización del ñame en Córdoba, Bolívar y Sucre. Temas Agrarios 2(4):105-120.

Simons, S. y Green, K. 1994. A quantitative method for assessing the severity of anthracnose on yam (*D. alata*). Tropical Science 34:216-224.

Sweetmore, A., Simons, S. y Kenward, M. 1994. Comparison of disease progress curves for yam anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). Plant Pathology 43:206-215.

Winch, J., Newhook, F., Jackson, G. y Cole, J. 1984. Studies of *Colletotrichum gloeosporioides* disease on yam, *Dioscorea alata*, in Solomon Islands. Plant Pathology 33:467-477.

EFFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN DE BIOINSUMO DE AGUAS RESIDUALES DE CAFÉ EN PRODUCTIVIDAD DE HORTALIZAS

EFFECTIVENESS OF THE IMPLEMENTATION OF COFFEE WASTEWATER BIOSUPPLIES IN PRODUCTIVITY OF VEGETABLES

Eyvar Andrés Bolaños¹, Martha C. Muelas², Lorena M. Mejía², Tatiana Trochez²

Recibido para publicación: Noviembre 15 de 2012 - Aceptado para publicación: Marzo 19 2013

RESUMEN

El café de Colombia se caracteriza por su calidad organoléptica, pero su proceso de tratamiento de beneficio húmedo se constituye en una problemática debido a la cantidad de agua utilizada y la contaminación que generan los subproductos como residuos sólidos y aguas residuales, generando desequilibrios ecológicos y problemas de salud. Por lo anterior, este proyecto pretendió probar la efectividad de las aguas residuales de café tratadas con lixiviado proveniente de pulpa de café inoculado con microorganismos eficientes (ME) como bioinsumo, para la producción de rábano, *Raphanus sativus* y pepino, *Cucumis sativus*. Se realizaron ensayos con cinco tratamientos y tres repeticiones conducentes a evaluar la dosis volumétrica adecuada del bioinsumo que presente los mejores índices de productividad en rábano. Una vez determinada la dosis ideal se procedió a la comparación de la misma con un fertilizante de síntesis química mediante un ensayo con tres tratamientos y tres repeticiones en pepino. Los resultados demuestran que la dosis más adecuada de aguas residuales tratadas con ME para utilizarse como bioinsumo en rábano y pepino fue 30 cm³L⁻¹ de agua; Igualmente hubo diferencias significativas en la producción de pepino cuando se compara el bioinsumo con el testigo. Se espera que el uso de microorganismos eficientes sea una alternativa ambientalmente sostenible, para la descontaminación de aguas y el mejoramiento de la productividad agrícola.

Palabras clave: microorganismos eficientes, bioinsumo, *Coffea arabica*, aguas residuales.

ABSTRACT

Colombia's coffee is characterized by its organoleptic quality, but the humid beneficiary process constitutes a problem because of the amount of water used and the pollution generated by products as solid waste and wastewater, creating ecological imbalances and health problems. This project was intended to test the effectiveness of the wastewater treated with coffee leachate from coffee pulp inoculated with efficient microorganisms (EM), used as biosupplie for the production of radish *Raphanus sativus* and cucumber *Cucumis*

¹Magister en ciencias con énfasis en Recursos Fitogenéticos, Director de programa, docente de fisiología vegetal y Botánica y sistemas de producción Agrícola - Institución Universitaria Tecnológica de Comfacauca - Unicomfacauca. Santander de Quilichao, Cauca. Colombia Cra 9 -5 - 53, Telefax: 8298729. abolanos@unicomfacauca.edu.co

²Estudiantes Tecnología Agroambiental, Unicomfacauca

sativus. Some tests were carried out to evaluate the appropriate biosupplie volumetric dosage that presents the best productivity rates in radish. Five treatments with three repetitions were made. Once the ideal dosage was determined, it was compared with a synthetic chemical fertilizer in an experiment of three treatments and three repetitions in cucumber. The results show that the most suitable dosage of wastewater treated with ME as biosupplie to be used in radish and cucumber was 30 cm³ L⁻¹; likewise, significant differences in cucumber production when compared the biosupplie with control group were found. It is expected that the use of efficient microorganisms could be an environmentally sustainable alternative for decontamination of water and improving the agricultural productivity.

Key words: efficient microorganisms, biosupplie, *Coffea arabica*, wastewater.

INTRODUCCIÓN

La caficultura es una de las principales actividades agrícolas de Colombia y su grano es considerado de alta calidad en todo el mundo por sus características organolépticas (FEDECAFE 2009). Por esta razón la Federación Nacional de Cafeteros ha estimulado la siembra y renovación de cafetales debido a que es un producto con mercado asegurado y de buena rentabilidad.

En el país el grano de café se procesa por vía húmeda, el fruto después de ser cosechado se envía al beneficio donde se separa la pulpa del grano con máquinas despulpadoras y posteriormente se fermenta de 12 a 18 horas horas; este tipo de tratamiento asegura una alta calidad organoléptica, sin embargo tiene sus costos ambientales ya que las aguas residuales del proceso comúnmente conocidas como aguas mieles son consideradas uno de los mayores contaminantes orgánicos en el sector cafetero, pues muchas de estas aguas retornan a los cauces naturales y son utilizadas nuevamente por las personas localizadas en zonas bajas de dichos cauces (FEDECAFE 2010).

En estudios realizados por Del Panta et al. (2009) se plantea que las aguas residuales

de café son una de las principales fuentes de contaminación de la industria cafetera y que existe un alto riesgo de impacto si no se realiza un tratamiento adecuado con el uso de prácticas de infraestructura para el manejo adecuado de este residuo.

Actualmente la comunidad de la vereda Tres Quebradas está siendo certificada por la ONG RAINFOREST ALLIANCE, que entre sus requisitos tiene evitar el vertimiento directo de las aguas de lavado de café a las fuentes hídricas (Red de Agricultura sostenible 2012). La certificación, que permite el acceso a mercados Internacionales no puede ser otorgada a muchos de los miembros de la comunidad pues no cuentan con un mecanismo eficiente y económico que permita tratar dichas aguas.

La aplicación de la técnica de microorganismos eficientes EM registrada por Higa and Farr (1994), ha sido probada en diferentes tipos de procesos provocando cambios significativos en diversas áreas, como suelos (Lee et al. 2008), (Scheweinsberg-Mickan and Muller 2009), acuicultura (Zhou et al. 2009), producción agrícola (Ncube et al. 2011) y medio ambiente (Qu and Fan 2009), (Yong and Zhong 2010).

Se considera que la aplicación de EM a las aguas residuales producto del tratamiento de beneficio húmedo del café trae enormes beneficios, pues estos microorganismos descomponen la materia orgánica de las aguas residuales (Toc et al. 2012).

Pérez (2006), presenta un estudio donde las aguas residuales fueron tratadas con bacterias EM para reducir el nivel de contaminación de estas, demostrando la disminución del nivel de contaminación hasta ocho veces.

En estudios realizados por Delgado (2009), Peñafiel y Donoso (2004) y Terry et al. (2005) se ha observado que el uso de aguas residuales de café tratadas con ME han tenido efectos positivos en la productividad y desarrollo de cultivos, con lo que se podría pensar en utilizar este producto como bioinsumo líquido en muchos cultivos de producción masiva para consumo humano y animal. Otros estudios realizados por el Ministerio de Agricultura de Costa Rica (2010), muestran el uso de ME en obtención de abonos a partir de pulpa de café que son utilizados como abono en los mismos cafetales.

Terry et al. 2005 evaluaron la efectividad agrobiológica de bacterias rizosféricas en el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo del tomate, lo que causó un efecto positivo sobre el crecimiento de las plántulas, así como en el estado nutricional de las plantas, con un rendimiento agrícola superior a un 11% con respecto a las plantas testigo.

En el marco de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos de la Institución Universitaria Tecnológica de ComfacaUCA - UNICOMFACAUCA se realizó este trabajo

con el objeto de probar la efectividad de las aguas residuales de café inoculadas con microorganismos eficientes como bioinsumo para la producción de hortalizas, en este caso rábano *Raphanus sativus* y pepino *Cucumis sativus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se llevó a cabo en la finca La Aurora vereda Tres Quebradas, ubicada a los 2° 53' 29,39" y 76° 29' 11,12" jurisdicción del municipio de Santander de Quilichao, Cauca, Colombia. Ubicada en la cordillera central a un altura de 1480 msnm, con una precipitación media de 1800 mm, una temperatura media de 20°C, una humedad relativa del 65% y que se clasifica según Holdridge como Bosque Húmedo Premontano (bh - PM).

Técnicas de obtención de lixiviados con ME a partir de pulpa de café.

Se trabajó con el producto "EM microorganismos eficaces"® producido por la Fundación de Asesorías para el Sector Rural - FUNDASES (Corporación Minuto de Dios). Se trata de una mezcla de bacterias fotosintéticas o fototrópicas *Rhodospseudomonas* sp, bacterias ácido lácticas *Lactobacillus* sp y levaduras *Saccharomyces* sp en concentraciones mayores a cien mil unidades formadoras de colonias por ml de producto y que se encuentran en estado de latencia.

Para hacer el lixiviado se utilizó Bokashi EM que es un material orgánico (salvado de trigo y maíz) que ha sido fermentado por 15 días con EM. El sustrato de replicación utilizado fue pulpa de café a una relación 50:1, es decir 50 kg de pulpa por 1 kg de bokashi EM. El recipiente utilizado fue una caneca plástica

de doble fondo, con rejilla separadora, tapón para extracción de líquidos y tapa de ajuste, (FUNDASES y Acción Social 2009), En primer lugar se fraccionó la pulpa de café para que existiese mayor superficie de contacto, seguidamente se aplicó 50 g de Bokashi EM al fondo de la caneca sobre la rejilla separadora, posteriormente se aplicó un kg de pulpa de café fraccionada y se siguió colocando una capa sobre otras hasta completar el recipiente; finalmente se presionó para liberar de aire y se tapó herméticamente.

Al cabo de 15 días se obtuvo un lixiviado que se caracterizó por una coloración café claro y un olor suave a vinagre de café, este lixiviado fue aplicado a las aguas resultantes del beneficio de café conocidas como aguas mieles a razón de $50 \text{ cm}^3 \text{ litro}^{-1}$ de agua, que coincide con las recomendaciones técnicas de FUNDASES. Dichas aguas se dejan en inoculación por ocho días para luego utilizarse como bioinsumo.

Evaluación de crecimiento de rábano con diferentes dosis de bioinsumo EM

Este ensayo se hizo con el fin de determinar la dosis adecuada de bioinsumo EM en variables de crecimiento y productividad del cultivo de rábano - *R. sativus* debido a que es un cultivo de crecimiento rápido y que presenta alta uniformidad genética.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones cada uno para un total de 15 unidades experimentales. Los tratamientos evaluados fueron: T1: $5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ de bioinsumo; T2: $10 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ de bioinsumo; T3: $30 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ de bioinsumo; T4: $50 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ de bioinsumo y TE: testigo (sin

bioinsumo). El tamaño de la parcela fue de 1 m^2 ($1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$). Una vez preparada la misma se le incorporó un kg del abono orgánico comercial a base de gallinaza a razón de 300 g m^2 .

La densidad de siembra fue de 20 cm entre calles y 10 cm entre plantas; para realizar las mediciones se tuvo en cuenta las plantas del interior de cada una de las unidades experimentales con el fin de evitar el efecto de borde, para un total de 38 plantas efectivas. Al final del ensayo (35 días después de siembra) se evaluaron las variables: Numero de hojas: se contó el número total de hojas presentes al momento de cosecha. Longitud total: en la misma se tomó la longitud desde la raíz hasta la hoja más larga. Longitud de raíces: se tomó la medida desde el cuello de la planta hasta la parte engrosada de la raíz napiforme. Diámetro: se tomaron 15 plantas al azar y se mide el diámetro ecuatorial de la muestra. Producción: se midió la producción para la totalidad de las plantas, se estima en g m^2 de peso fresco.

Los resultados se analizaron mediante la utilización de programas estadístico: Statistix en su versión libre; haciendo análisis de varianza y comparación de medias (prueba de Tukey).

Comparación entre bioinsumo y fertilizante de síntesis química en pepino.

Una vez determinada la dosis ideal en el ensayo anterior realizado con rábano, se procedió a realizar la comparación de la efectividad entre dicha dosis ideal de bioinsumo con un fertilizante de síntesis química de uso común en la región (triple quince) en un cultivo comercial, en este caso pepino (*C. sativus*) que es sembrado en pequeños lotes y huertas casera y contribuye a mejorar la seguridad alimentaria de los habitantes de la región.

Los tratamientos se organizaron en un diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones cada uno, Los tratamientos evaluados fueron: T1: suelo; T2: suelo + 30 cm³L⁻¹ de bioinsumo; T3: suelo + 10 g triple 15 por planta. El tamaño de cada parcela fue de 24 m² (6 m X 4 m), de las cuales se evaluaron 30 plantas del centro de la parcela para descartar efecto de borde.

Las semillas fueron sembradas según la guía para la siembra de hortalizas de la FAO, la densidad de siembra fue de 1 m entre calles y 30 cm entre plantas, se realizaron dos desyerbas manuales y dos controles fitosanitarios. Al momento de cosecha se evaluó longitud de frutos, número de frutos totales y peso de frutos totales.

Los resultados se analizaron mediante la utilización de programas estadísticos: Statistix en su versión libre; haciendo estadística descriptiva y comparativa entre los tratamientos para las diferentes variables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de crecimiento de rábano con diferentes dosis de bioinsumo EM

La Tabla 1 presenta los resultados obtenidos para las variables evaluadas.

Número de hojas por planta: al realizar el análisis de varianza se observó que había diferencias significativas entre los tratamientos, la prueba de comparación de medias de Tukey mostró que existían dos grupos, el primero conformado por el Testigo y los tratamientos T1 y T2, y el otro grupo estaba conformado por los tratamientos T3 y T4. El mayor número de hojas se presenta en los tratamientos que poseen mayor volumen de bioinsumo por litro de agua miel de café, en este caso los tratamientos T3 y T4 con 30 y 50 cm³ L⁻¹ respectivamente.

Longitud total de la planta: la prueba de promedios de Tukey muestra que hay diferencias significativas entre tratamientos, la comparación de medias mostró un grupo claramente diferenciado el cual agrupaba a los tratamientos T3 y T4, presentando la mayor longitud.

Longitud de raíces: el análisis de varianza no mostro diferencias significativas para esta característica, siendo el tratamiento T3 el que presentó las raíces más largas.

Diámetro de raíces: el análisis de varianza mostró que no existían diferencias significativas entre los tratamientos utilizados, sin embargo el tratamiento T4 tuvo el mayor diámetro de raíces con 3,5 cm seguido por el tratamiento T1 con 3,3 cm.

Tabla 1. Efecto de aplicación de bioinsumo EM a partir de aguas mieles de café en diferentes parámetros de crecimiento y desarrollo de plantas de rábano.

Tratamiento	Nº de hojas	Longitud total (cm)	Longitud de raíces (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Producción raíz/planta (g)
TE: 0 cm ³ L ⁻¹	5,1 a*	11,68 c	3,57 a	3,10 a	25,1170 a
T1: 5 cm ³ L ⁻¹	5,2 a	12,10 bc	3,63 a	3,30 a	27,0890 a
T2: 10 cm ³ L ⁻¹	5,1 a	12,60 b	3,93 a	3,25 a	28,1278 a
T3: 30 cm ³ L ⁻¹	6,6 b	13,48 a	4,10 a	2,99 a	27,2370 a
T4: 50 cm ³ L ⁻¹	6,7 b	13,35 a	3,89 a	3,50 a	28,5930 a

*Los resultados de tratamientos con letras diferentes en sentido vertical presentaron diferencias significativas (Tukey al 5%).

Producción: en cuanto a la variable producción, expresado como peso de la raíz por planta (en gramos) no se encontraron diferencias significativas para esta variable, los pesos frescos de raíces por planta más altos fueron encontrados en el tratamiento T4 con 28,59 cm y el tratamiento T2 con 28,13 cm. El tratamiento que obtuvo el menor peso fue el testigo.

Los resultados indican que la aplicación del bioinsumo favorece en forma significativa algunos de los parámetros en dosis de 30 ó 50 cm³ L⁻¹ de agua miel de café. Criollo y García (2009) encontraron que las propiedades microbiológicas de este tipo de bioinsumos e inóculos junto con compost generan mayores desarrollos foliares.

La dosis ideal encontrada concuerda con las recomendaciones técnicas de la “Guía de la Tecnología EM” (Fundases y Acción Social 2009), cita que el pool de EM aumenta la diversidad microbiana del suelo, síntesis de aminoácidos, ácidos nucleícos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas de modo que se incrementan el rendimiento y la calidad de los cultivos.

Dicha guía utiliza como sustrato una mezcla de agua con melaza y no aguas residuales

de café. Para este ensayo se determinó que la dosis a aplicar de bioinsumo es de 30 cm³L⁻¹, teniendo en cuenta que se tiene similar efecto que cuando se aplican 50 cm³.

Comparación entre bioinsumo y fertilizante de síntesis química.

Según el análisis estadístico y la comparación de medias, mostrados en la tabla 2, se encontraron diferencias significativas para cada una de las variables evaluadas; como se puede observar el tratamiento T3 de fertilizante es el que mejor respuesta tiene para las características productividad y número total de frutos, seguido por el tratamiento T2 que corresponde a 30 cm³L⁻¹ agua de bioinsumo a partir de aguas residuales de café. Por su parte el testigo mostró los valores más bajos, confirmando que el bioinsumo tiene un efecto positivo en los parámetros de productividad evaluados. En cuanto a longitud de frutos se presentaron diferencias estadísticas significativas para los tratamientos. El tratamiento con bioinsumo a partir de aguas mieles de café presentaron los valores más altos.

Los resultados encontrados coinciden con los resultados de Terry et al. (2005) que demostraron la efectividad agrobiológica de microorganismos benéficos a través del estímulo positivo ejercido en el crecimiento,

Tabla 2. Efecto de aplicación de bioinsumo EM a partir de aguas mieles de café en diferentes parámetros de crecimiento y desarrollo de plantas de pepino.

Tratamiento	Longitud de frutos (cm)	Productividad total (Kg)	Número total de frutos
T1: Testigo	12,8 c	15,325 c	117,5 c
T2: Bioinsumo	16,7 b	20,475 b	139,0 b
T3: Triple 15	15,9 a	22,875 a	156,5 a

*Los resultados de tratamientos con letras diferentes en sentido vertical presentaron diferencias significativas (Tukey al 5%)

estado nutricional y el rendimiento agrícola del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), por tanto la aplicación de bioinsumo de aguas mieles de café tratadas con ME podría convertirse en una alternativa para el proceso productivo de hortalizas.

CONCLUSIONES

El bioinsumo a partir de aguas mieles de café inoculadas con microorganismos eficientes se puede convertir en una alternativa potencial para dar un mejor uso de los subproductos del cultivo de café con aplicabilidad en los sistemas de cultivos de hortalizas como biofertilizante.

REFERENCIAS

- Criollo, H. y García, J. 2009.** Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de plantas de rábano (*raphanus sativus* L.) bajo invernadero. Revista Colombiana de Ciencias hortícolas 3(2):210-222.
- Delgado, Y. 2009.** Evaluación de microorganismos eficientes en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en el organopónico de la Universidad de Matanzas. <http://monografias.umcc.cu/monos/2009/AGRONOMIA/m09agr21.pdf> [12 Septiembre 2012].
- Del Panta, L. Regio, G. y Gil, D. 2009.** Estudio sistema de tratamiento de las aguas residuales en Salcedo República Dominicana. www.cafeycaffe.org/web/index.php [10 Septiembre 2012].
- FEDECAFE. 2009.** Cartillas cafeteras, tomo 2. El beneficio del café, Colombia, p22.
- FEDECAFE. 2010.** Sobre el café, un producto especial: Post-cosecha. http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/ [23 Agosto 2012].
- FUNDASES y Acción Social. 2009.** Guía de uso de tecnología EM en la agricultura. Corporación Minuto de Dios. Bogotá, p8.
- Higa, T. and Farr, J. 1994.** Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. International Nature Farming Research Center. Atami, Japan, p16.
- Lee, C. Muhamad, I., Razali, F. and Khamis, A. 2008.** Application of beneficial microorganisms on agriculture. In: Special Topics In Bioprocess Engineering 3:139-162.
- Ministerio de Agricultura de Costa Rica. 2010.** Manual de buenas prácticas de manufactura en el beneficio UNDECAF. www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00213.pdf [29 Agosto 2012].
- Ncube, L. Nyari, P. y Brutsc, M. 2011.** Agronomic suitability of effective microorganisms for tomato production. <http://www.academicjournals.org/AJAR> [22 Febrero 2013].
- Peñañiel, B. y Donoso, M. 2004.** Evaluación de Diferentes Dosis de Microorganismos Eficientes (Me) en el Cultivo de Pepino (*Cucumis Sativus*) Híbrido Atar Ha-435. Tesis ingeniería Agropecuaria. Universidad de Guayaquil, Ecuador, p129.

- Pérez, M. 2006.** La finca Irlanda: modelo organizacional de la agricultura orgánica-biodinámica, sustentable y responsable. Cambio y estrategia en una organización cafetalera en el soconusco. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- Qu, J. and Fan, M. 2010.** The Current State of Water Quality and Technology Development for Water Pollution Control in China. <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10643380802451953> [21 Febrero 2013].
- Red de Agricultura Sostenible - RAS. 2012.** Indicadores locales para la producción de café sostenible en Colombia. www.sanstandards.org [30 Agosto 2012].
- Scheweinsberg-Mickan, M. y Muller, T. 2009.** Impact of effective microorganisms and other biofertilizer on soil microbial characteristics, organic – matter decomposition and plant growth. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jpln.200800021/abstract> [22 Febrero 2013].
- Terry, E., Leyva, A. y Hernández, A. 2005.** Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) *Revista Colombiana de Biotecnología* 7(2):4754.
- Toc, R., Castillo, R. y Trabanino, R. 2012.** Efecto de los Microorganismos Eficientes (ME) en las Aguas Residuales de la Granja Porcina de Zamorano, Honduras. Tesis Ingeniero Agrónomo. <http://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/1039> [26 Febrero 2013].
- Yong, Y. and Zhong, J. 2010.** Recent advances in biodegradation in China: New microorganisms and pathways, biodegradation engineering, and bioenergy from pollutant biodegradation. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359511310001492> [1 Marzo 2013].
- Zhou, Q., Li, K. and Liu, X. 2009.** Role and functions of beneficial microorganisms. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19261470> [28 Febrero 2013].

EVALUACIÓN DE LOS BIOPRODUCTOS DIMABAC Y FITOMAS E EN EL CULTIVO DEL TOMATE

EVALUATION OF BIOPRODUCTS FITOMAS E AND DIMABAC IN THE TOMATO CROP

Yohandri Ruisánchez^{1*}; María I. Hernández¹ y Janet Rodríguez²

Recibido para publicación: Febrero 22 de 2013 - Aceptado para publicación: Abril 22 de 2013

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los bioproductos DIMABAC y FitoMas E en el cultivo del tomate en las condiciones de suelo ferralítico rojo típico (Oxisol). La investigación se realizó en el Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" (IIHLD), Cuba, durante dos campañas (2009 – 2010 y 2010 – 2011). Se estudiaron siete tratamientos que consistieron en la combinación de DIMABAC y FitoMas E con dos niveles de fertilización nitrogenada recomendada para el cultivo del tomate, los cuales se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con tres réplicas, donde se evaluaron indicadores de desarrollo vegetativo, morfológicos y productivos. Los mejores resultados en cuanto a crecimiento y producción correspondió al tratamiento inoculado con DIMABAC y el bioestimulante FitoMas E más el 70% del nitrógeno, lo cual permite reducir en un 30% la fertilización nitrogenada, constituyéndose en una alternativa de manejo de la nutrición mineral del cultivo del tomate.

Palabras Clave: bioproductos, tomate, bioestimulante.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of bioproducts DIMABAC and FitoMas E on the cultivation of tomato in Red Ferralitic soil conditions. The research was conducted at the "Liliana Dimitrova" Horticultural Research Institute (IIHLD), Cuba, during two seasons (2009 – 2010 and 2010 – 2011). Seven treatments, including the combination of DIMABAC and FitoMas E with two levels of nitrogen fertilization, were distributed with a randomized block design with three replicates, vegetative growth, morphological and production were evaluated. DIMABAC and biostimulant FitoMas E plus 70% of nitrogen fertilizer induced the highest values of vegetative growth, morphology and production, N supply was reduced by 30% thereby constituting an alternative for the mineral nutrition management of tomato cultivation.

Key words: bioproducts, tomatoes, biostimulant.

¹Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". Quivicán, Mayabeque, Cuba. Email: m.cultivo3@liliana.co.cu Tel: (53) 52 46 46 41, Nacionalidad: Cubana, Master en agroecología y desarrollo sostenible.

²Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical. Santiago de las Vegas, La Habana, Cuba

INTRODUCCIÓN

El uso indiscriminado de los tratamientos químicos y el mal manejo de los agroecosistemas, con el objetivo de incrementar los rendimientos agrícolas, han provocado cambios radicales en las condiciones de vida del sistema suelo, lo que trae como consecuencias la tendencia al desequilibrio ecológico del medio y la contaminación de las aguas y los alimentos (Morales 2011). Cuba no está exenta de estos impactos, presenta un 71,23% de la superficie de los suelos erosionados (López 2008), sometidos a un gran impacto antropogénico especialmente cambios en el uso del suelo, fertilización excesiva y de otros insumos químicos, como es el caso de los ferralíticos rojos de la llanura Habana-Matanzas, degradados fundamentalmente por su manejo inadecuado en las últimas cinco décadas (Hernández et al. 2006).

Por otra parte, el impacto ambiental causado por el uso excesivo de los fertilizantes nitrogenados puede resumirse de la siguiente manera: una cantidad significativa de este abonado termina como amonio y óxidos de nitrógeno en el aire donde, además de deteriorar la capa de ozono, contribuyen al incremento del efecto invernadero, los excesos de nitrógeno pueden infiltrarse en las aguas subterráneas o ser arrastrados. Esta sobrecarga de nutrientes provoca la eutrofización de lagos, embalses y estanques y da lugar a una explosión de algas que suprimen otras plantas y animales acuáticos. Por último la presencia de altos niveles de nitratos en los productos agrícolas constituye una importante fuente de toxicidad para el hombre al sobrepasar los límites críticos permisibles establecidos por la

Organización Mundial de la Salud (Martínez et al. 2007).

Una agricultura sustentada ecológicamente puede ofrecer soluciones integrales para lograr un sistema alimentario sostenible empleando técnicas de cultivo que permitan reducir estas consecuencias (Bach y Díaz 2008). Esta se caracteriza, entre otros, por el empleo de bionutrientes y biofertilizantes (Arteaga et al. 2006).

Entre los bioproductos empleados en Cuba, se encuentra el DIMABAC, biofertilizante compuesto por cepas seleccionadas de los microorganismos *Azotobacter chroococcum* (cepa INIFAT - 12) y *Bacillus subtilis* (cepa Bs-101) y el Fitomas E, bionutriente compuesto por una mezcla de sales minerales y sustancias bioquímicas de alta energía (aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos biológicamente activos), los cuales son capaces de estimular el desarrollo y rendimiento de los cultivos (zanahoria, ají chay, pepino, boniato), además de intervenir en la nutrición de las plantas, ya que las bacterias pertenecientes al género *Azotobacter* poseen un complejo enzimático (nitrogenasa) capaz de reducir el nitrógeno atmosférico a amonio que puede ser asimilado por las plantas. Estas bacterias son capaces de fijar de 20 a 30 kg de nitrógeno/ha/año (López et al. 2006; Pérez 2005; Rodríguez 2005; Martínez et al. 2007; Rodríguez et al. 2008).

El cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) constituye una de las principales hortalizas cultivadas en Cuba, representa el 39% del volumen total de producción y el 34% del área de siembra (ONE 2012). Se consideró además que en los suelos ferralíticos rojos típicos, el nitrógeno es el macronutriente que más limita

la productividad de esta hortaliza, además de estar sujeto a importantes pérdidas (lixiviación y desprendimiento de óxido nitroso) que traen como consecuencia la contaminación de todos los factores que componen el agroecosistema.

Teniendo en cuenta estos antecedentes y la importancia socioeconómica del cultivo del tomate en Cuba se plantea en este trabajo el uso de los bioproductos DIMABAC y Fitomas E como una alternativa de la reducción de fertilizantes nitrogenados en el cultivo del tomate en las condiciones de un suelo ferralítico rojo típico de la llanura Habana - Matanzas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó durante los meses de septiembre a febrero durante dos campañas (2009 - 2010 y 2010 - 2011), en áreas del Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" (IIHLD), ubicado en el municipio de Quivicán, al sur de la provincia de Mayabeque, Cuba, a 22° 23' de latitud norte y 82° 23' de longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 68 m (IIHLD 1997).

Los experimentos se desarrollaron en condiciones de campo abierto, sobre un suelo ferralítico rojo típico (Hernández et al. 2006), de textura arcillosa, con pH ligeramente alcalino (7,20 por Potenciometría), bajo contenido de nitrógeno (10% por Mikrokjedahl) altos contenidos de fósforo (66,96 mg en 100 g de suelo por Oniani) y potasio (1,10 meq en 100 g de suelo por Oniani) y materia orgánica baja (2,14% por Walkey-Black) (Cuba-Ministerio de la Agricultura 1987).

Los experimentos se establecieron con la

variedad Vyta, la cual fue trasplantada a los 27 días después de la siembra. Se empleó un marco de plantación de 1,40 m x 0,30 m, para una densidad de 23 809 plantas ha⁻¹ y las labores técnicas se efectuaron según lo establecido en el instructivo técnico del tomate (MINAG 2009).

Se evaluaron siete tratamientos; T1: DIMABAC + Fitomas E + 50% fertilización N; T2: DIMABAC + Fitomas E + 70% fertilización N; T3: DIMABAC + 50% fertilización N; T4: DIMABAC + 70% fertilización N; T5: Fitomas E + 50% fertilización N; T6: Fitomas E + 70% fertilización N y T7: 100% fertilización N (100 kg ha⁻¹). Todas las variantes recibieron un fondo fijo de P₂O₅ y K₂O de 80 y 100 kg ha⁻¹ respectivamente.

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con tres réplicas, para un total de 21 parcelas de 15,40 m² (11 m de largo x 1,4 m de camellón) con un área de cálculo de 11,20 m² por parcela. El DIMABAC fue inoculado inmediatamente después del trasplante sobre el suelo y el Fitomas E fue asperjado por vía foliar a los 15 días después del trasplante, ambos bioproductos se aplicaron a razón de 2 L ha⁻¹ en un volumen final de 200 L de agua utilizando una asperjadora de 16 L.

En los dos experimentos efectuados (se presentan los valores promedios de dos años de estudio) se evaluaron los siguientes indicadores: longitud y diámetro basal del tallo principal (cm), razón de peso foliar (RPF) (hojas + tallo), razón de peso radical (RPR) (raíz), para el estudio de estos indicadores se tomaron 45 plantas por tratamientos a los 20, 40 y 60 días después del trasplante (ddt). La RPF y RPR (g g⁻¹) se calculó según lo descrito por Bertsch

(1995): RPF = PS Foliar/ PS Total de la planta, RPR = PS Radical/PS total de la planta donde PS = Peso seco. El número promedio de frutos por planta (u) y peso promedio de un fruto (g), se calculó al final de cada cosecha teniendo en cuenta 45 plantas por tratamientos, en el caso del rendimiento total (t ha⁻¹) se calculó en base del peso de todos los frutos por parcela, luego se transformó en t ha⁻¹.

Para el procesamiento estadístico de la información se realizó un análisis de varianza de clasificación simple. Las medias se compararon mediante la prueba de Tukey con un nivel de significación de 5% en los casos que fue necesario. Se empleó el paquete estadístico Statgraphics versión 5.0 (USA SGC 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se aprecia que a los 40 días después del trasplante ddt no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos en cuanto a la longitud del tallo principal;

sin embargo, a los 60 ddt si hubo diferencias significativas entre ellos. Las plantas tratadas con DIMABAC más Fitomas E y el 50% de la fertilización nitrogenada (T1) y las tratadas con DIMABAC más Fitomas E y el 70% de la fertilización nitrogenada (T2) presentaron la mayor longitud del tallo principal.

Con respecto al diámetro del tallo se puede distinguir que al igual que la variable longitud del tallo principal (Tabla 1), no se encontraron diferencias significativas en los primeros 40 ddt para el diámetro del tallo y si a los 60 ddt. Los mayores valores correspondieron a T1, T2, T4, T5 y T6 estos tratamientos superaron a T3 y T7.

Los resultados obtenidos en la RPF y RPR se aprecian en el Tabla 2, donde la RPF fue aumentando a medida que transcurría el ciclo del cultivo en todos los tratamientos. Los mayores índices a los 20 ddt lo manifestaron los tratamientos T2 y T7. Sin embargo en el resto de las evaluaciones, a los 40 y 60 ddt, T2 mantuvo índices superiores de RPF. En cuanto

Tabla 1. Efecto del DIMABAC y el Fitomas E sobre la longitud y el diámetro del tallo principal de la planta de tomate.

Tratamientos	Longitud del tallo (cm)			Diámetro del tallo (cm)		
	20 ddt	40 ddt	60 ddt	20 ddt	40 ddt	60 ddt
T1	21,47	54,30	65,60 ab	5,20	10,89	11,92 ab
T2	22,20	55,53	66,40 a	5,33	10,97	12,20 a
T3	21,60	55,90	64,20 b	5,30	10,90	11,77 b
T4	21,70	56,30	64,70 b	5,27	10,93	12,07 a
T5	20,93	56,53	64,37 b	5,15	10,76	12,07 a
T6	21,30	56,20	64,73 b	5,27	10,73	11,93 ab
T7	21,40	56,20	64,83 b	5,10	10,73	11,77 b
EsX	0,070 ^{NS}	0,150 ^{NS}	0,130 [*]	0,070 ^{NS}	0,020 ^{NS}	0,030 [*]
CV (%)	9,68	11,28	10,92	11,52	10,88	11,28

^{NS}No se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos; ^{*} Existieron diferencias significativas entre los tratamientos para P≤0,05; CV = coeficiente de variación; EsX = Error estándar de la media.

T1: DIMABAC + Fitomas E + 50% fertilización N; T2: DIMABAC + Fitomas E + 70% fertilización N; T3: DIMABAC + 50% fertilización N; T4: DIMABAC + 70% fertilización N; T5: Fitomas E + 50% fertilización N; T6: Fitomas E + 70% fertilización N y T7: 100% fertilización N; ddt: días después del trasplante.

Tabla 2. Efecto del DIMABAC y el Fitomas E sobre la razón de peso foliar y razón de peso radical en el tomate.

Tratamientos	Razón de Peso Foliar (g g ⁻¹)			Razón de Peso Radical (g g ⁻¹)		
	20 ddt	40 ddt	60 ddt	20 ddt	40 ddt	60 ddt
T1	0,43 d	0,53 d	0,67 d	0,30 a	0,09	0,09
T2	0,55 a	0,72 a	0,91 a	0,26 a	0,07	0,07
T3	0,49 b	0,67 b	0,86 b	0,24 ab	0,07	0,07
T4	0,48 c	0,58 c	0,67 c	0,28 a	0,09	0,09
T5	0,42 e	0,67 b	0,86 b	0,29 a	0,07	0,07
T6	0,49 b	0,67 b	0,87 b	0,27 a	0,07	0,07
T7	0,55 a	0,67 b	0,86 b	0,20 b	0,06	0,06
EsX	0,016*	0,060**	0,090*	0,003**	0,002 ^{NS}	0,002 ^{NS}
CV (%)	9,97	9,61	11,66	12,27	17,50	17,52

^{NS} No se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. * y ** Existieron diferencias significativas entre los tratamientos para $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente; CV = coeficiente de variación; EsX = Error estándar de la media; T1: DIMABAC + Fitomas E + 50% fertilización N; T2: DIMABAC + Fitomas E + 70% fertilización N; T3: DIMABAC + 50% fertilización N; T4: DIMABAC + 70% fertilización N; T5: Fitomas E + 50% fertilización N; T6: Fitomas E + 70% fertilización N y T7: 100% fertilización N; ddt: días después del trasplante.

a la RPR, el mejor comportamiento a los 20 ddt correspondió a los tratamientos que recibieron la biofertilización y la biostimulación, estos superaron estadísticamente a la variante testigo a excepción de T3.

De manera general, el mejor comportamiento en cuanto a las variables evaluadas anteriormente correspondió al T2. Los resultados obtenidos con estos bioproductos en el cultivo del tomate como fertilización complementaria benefician el desarrollo vegetativo. Lo anterior representa una alternativa para disminuir el impacto negativo de la fertilización nitrogenada sobre el suelo. En este sentido, Faustino (2006), encontró que la altura de las plantas aumentaba significativamente con el incremento de la dosis de fertilizante y la bioestimulación con Fitomas E, mientras que Brito et al. (2008) demostraron que el Fitomas E influye positivamente en la concentración en el suelo de *A. chroococcum* y del género *Bacillus* y que la actividad de los mismos incrementa el crecimiento vegetal del tomate, variedad INIFAT- 28, cultivado en macetas con suelo ferralítico rojo. Los

efectos positivos de DIMABAC y Fitomas E pueden potenciarse a partir de su aplicación conjunta según se muestran en los resultados obtenidos, con la consiguiente reducción de la fertilización nitrogenada.

Los resultados obtenidos en cuanto al número de frutos/planta, peso promedio de los frutos y el rendimiento se observan en el Tabla 3, mostrando diferencias altamente significativas entre los tratamientos para el número de frutos/planta. El T1, T2, T4 y T7 fueron los que manifestaron los mayores resultados en la estimulación de este indicador, superando al resto de los tratamientos estudiados.

Con respecto a la masa promedio de los frutos y el rendimiento los mejores resultados se alcanzaron con DIMABAC y el bioestimulante Fitomas E más el 70% de la fertilización nitrogenada (T2) mostrando una diferencia estadísticamente superiores al resto de los tratamientos evaluados. Los resultados obtenidos concuerdan con los obtenidos por Morales (2011) quien reportó un aumento

Tabla 3. Efecto del DIMABAC y el Fitomas E sobre componentes de rendimientos del tomate.

Tratamientos	Número de frutos/planta (u)	Peso promedio de los frutos (g)	Rendimiento (t ha ⁻¹)
T1	36,00 a	108,28 b	29,52 b
T2	39,00 a	111,50 a	33,23 a
T3	34,00 b	106,65 c	26,86 c
T4	36,50 a	107,00 c	29,52 b
T5	35,50 b	106,98 c	29,96 b
T6	35,00 b	108,60 b	30,61 b
T7	37,50 a	112,43 a	32,77 a
EsX	0,324 *	0,627 **	0,44*
CV (%)	5,48	11,79	6,74

^{NS} No se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. * y **: Existieron diferencias significativas entre los tratamientos para $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente; CV = coeficiente de variación; EsX = Error estándar de la media; u = unidad; T1: DIMABAC + Fitomas E + 50% fertilización N; T2: DIMABAC + Fitomas E + 70% fertilización N; T3: DIMABAC + 50% fertilización N; T4: DIMABAC + 70% fertilización N; T5: Fitomas E + 50% fertilización N; T6: Fitomas E + 70% fertilización N y T7: 100% fertilización N; ddt: días después del trasplante.

entre un 29,93-50,52% en los rendimientos de la variedad IS CAB-10 con el uso de diferentes dosis de *A. chroococcum* y la reducción de un 20% de la fertilización química. En cuanto al efecto del Fitomas E en el cultivo del tomate, López et al. (2006), encontraron en la variedad Amalia, que su aplicación superó a la fertilización química, estimulando todos los indicadores productivos evaluados entre ellos: el número de ramificaciones, el número de flores, el número de frutos y el rendimiento.

Los resultados obtenidos en cuanto a rendimiento y sus componentes reafirman el potencial que ofrece el uso combinado de los bioproductos DIMABAC y Fitomas E, en la fertilización complementaria del tomate, capaz de estimular la productividad del cultivo con una reducción del 30% del fertilizante nitrogenado recomendado. Lo anterior pudo estar dada por la potencialidad que tiene la rizobacteria *A. chroococcum* de complementar la nutrición nitrogenada, debido a la capacidad que posee este microorganismo de fijar el nitrógeno y

suministrarlo a la planta a través de la fijación biológica (Martínez et al. 2007). Por otra parte, la fijación biológica del N atmosférico no es el único mecanismo que justifica los efectos positivos de este bioproducto. La inoculación mixta de *A. chroococcum* y *B. subtilis* así como la aplicación de Fitomas E, pueden producir un número importante de fitohormonas (AIA ácido indol butírico y ácido 4 cloroindolacético) que estimulan el desarrollo radical y como consecuencia la absorción del agua y de los nutrientes minerales, aspectos a considerar en la promoción del crecimiento vegetal, así como la acción específica de las auxinas y hormonas vegetales que aportan estos bioproductos y que intervienen directamente en la elongación y división celular (Montano 2008).

CONCLUSIONES

El uso de DIMABAC y Fitomas E en plantas de tomate permitió reducir en un 30% la fertilización nitrogenada recomendada para este cultivo en suelos ferralítico rojo típico,

bajo las condiciones de la llanura Habana-Matanzas, Cuba, constituyéndose en una alternativa del manejo nutricional del cultivo de tomate.

REFERENCIAS

- Arteaga, M., Garcés, N., Guridi, F., Pino, J., Caro, I., Bernardo, O., Calzadilla, J., Mesa, S., López, A., Ruisánchez, Y., Menéndez, J. y Cartaza, O. 2006.** Respuestas del tomate Amalia a las aplicaciones de humus líquido en condiciones de producción. *Cultivos tropicales* 32:7-12.
- Bach, A. T. y Díaz, M. 2008.** Las Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (PGPR) en la agricultura. *Agricultura Orgánica* 3:35-38.
- Bertsch, F. 1995.** La Fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación Costarricense de la ciencia del suelo, Costa Rica, p12-13.
- Brito, A., Dibut, B., Arozarena, N., Ríos, Y., Croche, G., Fernández, J., Ramos, H., Creagh, B. y Ortega, M. 2008.** Influencia del bioestimulante FitoMas E sobre la concentración y efecto de microorganismos rizosféricos de interés agrícola. www.actaf.co.cu/revistas/agrotecnia_05_2008/agrot2006-1/5.pdf [23 Julio 2009].
- CUBA. MINISTERIO DE LA AGRICULTURA. 1987.** Norma ramal MINAG837-87: análisis químico de suelos: reglas generales. Ciudad de la Habana: Agrinfor, 26p.
- Faustino, E. 2006.** Contribución del FitoMas E a la sostenibilidad de la finca Asunción de la CCS "Nelson Fernández". Tesis de ingeniero agrónomo, UNAH, La Habana, Cuba.
- Hernández, A., Ascanio, M. O. y Morales, M. 2006.** Correlación de la nueva versión de Clasificación genética de los suelos de Cuba con las clasificaciones internacionales y Nacionales. *Memorias VI Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del suelo*, La Habana, Cuba, marzo 2006, p8-10.
- IHLD. 1997.** *Memorias 25 Aniversario*. La Habana, Cuba, p98.
- López, A. 2008.** Medidas para el desarrollo de la agricultura en Cuba. Ciudad de La Habana: MINAG, p52.
- López, R., Montano, R., Lobaina, J., Montoya, A. y Coll, O. 2006.** Comportamiento de plantas hortícolas con diferentes dosis de Fitomas E en condiciones edafoclimáticas de Guantánamo. *Memorias XV Congreso científico INCA*, La Habana, Cuba, p12-14.
- Martínez, V.R., López, M., Dibut, A., Parra, Z. y Rodríguez, J. 2007.** La fijación biológica del nitrógeno atmosférico en condiciones tropicales. *MAT*, Caracas-Venezuela, p172.
- MINAG. 2009.** Instructivo técnico del cultivo del tomate. CIDA, La Habana, Cuba, p21.
- Montano, R. 2008.** FitoMas E, bionutriente derivado de la industria azucarera:

Composición, mecanismo de acción y evidencia experimental (ICIDCA). www.icidca.cu/Productos/FitoMas%20E.%20Principales%20resultados.doc [23 Mayo 2010].

Morales, M. 2011. Los biofertilizantes. Una alternativa productiva, económica y sustentable. www.pa.gob.mx/publica/rev_36/Marcel%20Morales%20Ibarra.pdf [23 Julio 2011].

ONE. 2012. Cuba en cifras. En: (CD-ROM). Oficinas Nacional Estadística. Ciudad de la Habana.

Pérez, C. R. 2005. Efecto de diferentes dosis del biofertilizante Micorriza y el control biológico DIMABAC compuesto por *Azotobacter chroococcum* y *Bacillus subtilis* en el cultivo del ají chay en áreas del Instituto Politécnico Agropecuario Villena-Revolución. Tesis de Licenciado Agropecuario. C. Habana, Cuba.

Rodríguez, S. J.; Tejeda, G. G.; Izquierdo, D. L.; García, G. R.; García, H. A.; Socas, E. U.; Martínez, M. A.; Dibut, A. B.; Martínez, V. R.; Ríos, R. Y.; Ortega, G. M.; Fey, G. L.; Mesa, V. E.; Cañizares, H. K y Simanca, M. M.E. 2008. Aplicación del DIMABAC en zanahoria (*Daucus carota* L.): biofertilización y protección contra enfermedades en organoponía. En: Congreso INCA, La Habana, Cuba.

Rodríguez, P. 2005. Influencia de la biofertilización en el cultivo del tomate (*lycopersicon esculentum*, Mill). <http://www.santiago.cu/cienciapc/numeros/2005/3/articulo03.htm> [19 Octubre 2010].

USA, SGC (Statistical Graphics Corporation). 2000. Statgraphics Plus for Windows: Version 5.0.

INCORPORACIÓN DE BIOMASA EN UN SUELO VERTISOL Y SU RELACIÓN CON LA DENSIDAD DE COMPACTACIÓN

BIOMASS INCORPORATION ON A VERTISOL SOIL AND ITS RELATIONSHIP WITH THE COMPACTION DENSITY

Euriel Millán^{1*}, Miguel E. Feria², Froilán D. Díaz², Carlos A. Millán³

Recibido para publicación: Enero 23 de 2013 - Aceptado para publicación: Mayo 13 de 2013

RESUMEN

Un suelo compactado evidencia un deterioro en las propiedades físicas y afecta el crecimiento de las plantas. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos que produce la incorporación de biomasa en un ensayo de compactación, a un suelo de explotación ganadera sobre las curvas de compactación del mismo. Se utilizó un suelo Vertisol de Sincelejo (Sucre). Se analizaron las propiedades físicas del suelo, como textura, densidad real y aparente; densidades máximas de compactación y contenidos de humedad en los que se alcanzaba dicha compactación. Se determinó mediante software estadístico la relación que existe entre la incorporación de materia orgánica y las variaciones en la densidad máxima y la humedad del suelo. Para determinar la densidad máxima del suelo y humedad crítica se utilizó diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Los tratamientos estudiados corresponden a un factorial 2 X 4, siendo dos los tipos de materia orgánica (húmeda y seca), y cuatro las cantidades de materia orgánica. Se encontró que la densidad máxima en condiciones normales (sin incorporación de materia orgánica) es de 1,421 g cm⁻³ y 26,573% de humedad; se alcanzaron valores de 1,406 g cm⁻³ y 28,074%, y 1,379 g cm⁻³ y 26,833% para incorporaciones de 20 Mg ha⁻¹ de biomasa húmeda y seca respectivamente. La densidad máxima con respecto a la cantidad y tipo de materia orgánica incorporada señala un efecto estadísticamente significativo. La incorporación de biomasa al suelo Vertisol ayuda a disminuir las densidades máximas de compactación, y aumenta el contenido de humedad.

Palabras clave: Compactación del suelo, densidad del suelo, humedad, materia orgánica.

ABSTRACT

A compacted soil is a sign of degradation of its soil physical properties that affect plant growth. The objective of this study was to evaluate the effects of biomass incorporation on soil compaction in a livestock farm. A

¹MSc Suelos y Nutrición Vegetal, Docente Universidad de Sucre, Sincelejo-Colombia, Carrera 28 No 5-267, Tel: 2821240 Ext 209-210, E-mail: euriel.millan@unisucre.edu.co.

²Ing. Agrícola. Investigador Universidad de Sucre, Facultad de Ingeniería, Sincelejo- Colombia.

³MSc Ing. Civil, Investigador Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería, Bucaramanga-Colombia.

Vertisol soil in Sincelejo (Sucre) was used. Soil physical properties such as texture, real density and bulk density, maximum densities of compaction and moisture content at maximum densities of compaction were assessed. Correlation analysis was used to determine the relationship between soil organic matter, maximum densities and soil moisture. A randomized complete block design, with three repetitions, was used to determine the soil maximum density and the critical soil moisture. A 2X4 factorial treatment arrangement design was used, with two types of biomass (dry and wet) and four amount of organic matter. The soil maximum density under natural conditions (without incorporation of organic matter) was 1,421 g cm⁻³ with soil moisture of 26,573%. When 20 Mg ha⁻¹ of wet or dry biomass were added to the soil, the soil maximum density and soil moisture reached values of 1,406 g cm⁻³ and 28,074% and 1,379 g cm⁻³ and 26,833%, respectively. There was a significant difference between the amount and type of organic matter added to the soil related to the soil maximum density. Incorporation of biomass to the soil used in this study helped to decline the soil maximum densities and increased soil moisture.

Keywords: Soil compaction, soil density, moisture content, organic matter.

INTRODUCCIÓN

Por compactación se entiende a la compresión del suelo no saturado, en el cual acontece un aumento de la densidad y reducción del volumen poroso. Un concepto más práctico se define como una disminución del volumen y clase de tamaño de poros, ocasionada por el tráfico de animales o máquinas (Richart et al. 2005), también con consecuencias en la fase sólida.

La estructura del suelo, cuando es analizada en una escala muy pequeña, revela una reducción en tamaño y número de macroporos mostrando cambios en la forma y continuidad de ellos. En una escala mayor se observan alteraciones en el tipo de empaquetamiento de los agregados, lo que afecta, características como: índice de vacíos, porosidad total y densidad del suelo. Cuando la fuerza de compactación es mayor más fácil será exceder la fuerza de agregación, lo que finalmente resulta en una completa homogenización y deterioro tanto de la estructura original como de la macroporosidad (Horn et al. 2001). Al analizar el efecto de la carga animal por hectárea sobre la compactación, investigadores encontraron

un aumento en la resistencia a la penetración incluso hasta profundidades de 0,18 m, siendo estos valores crecientes con el aumento en la intensidad del pastoreo (Conte et al. 2007).

Los suelos de partículas finas necesitan mayor cantidad de humedad para lograr la compactación óptima que los suelos de partículas más gruesas (Gurtug y Sridharan 2004). La compactación de suelo provoca modificaciones en su estructura, que reducen la porosidad, disponibilidad de agua y nutrientes (Goedert et al. 2002). A una misma densidad de suelo y un mismo contenido de humedad, el suelo es más compresivo cuanto mayor es el contenido de arcilla y menor el contenido de materia orgánica. Lima et al. (2004) indican que suelos arenosos presentan mayor fricción entre las partículas, lo que dificulta el movimiento de las partículas sólidas para posiciones de mayor proximidad.

La concentración de materia orgánica en el suelo es el factor que más influye sobre la densidad aparente (Heuscher et al. 2005). La reducción de la densidad del suelo puede ser atribuida al aumento de la materia orgánica,

disminuyendo también la compactación, por el hecho que la materia orgánica influencia en el poder de absorción de agua del suelo (Figueiredo et al. 2000). El aumento en el contenido de materia orgánica beneficia al suelo en cuanto a mejora del agua, formación de agregados estables, reducción de la densidad aparente y rendimiento de los cultivos (Ogban et al. 2008).

El ensayo más utilizado en el estudio de compactación del suelo en laboratorio ha sido el ensayo de Proctor Normal para simular las cargas provenientes de las maquinarias y/o animal sobre el suelo. En varios estudios de compactación del suelo, la densidad del suelo ha sido utilizada como indicador del nivel de compactación (Diaz – Zorita 2000; Krzic et al. 2000; Queiroz – Voltan et al. 2000). Generalmente, el estado de compactación de un suelo es caracterizado por la densidad del suelo. El aumento en la densidad del suelo reduce el tamaño de los poros para el flujo de agua y la conductividad hidráulica del suelo (Stone et al. 2002). En suelos bajo uso agrícola las variables edáficas que mayor efecto tuvieron sobre el comportamiento de la curva de compactación y de las variables humedad crítica de compactación y densidad máxima fueron el contenido de materia orgánica, el limo y la arena (Reyes 2010). En suelos ensayados con el método de Proctor se encontraron variaciones de densidad aparente entre $2,1 \text{ Mg m}^{-3}$ para concentraciones mínimas de carbono orgánico en el suelo y $0,3 \text{ Mg m}^{-3}$ para concentraciones máximas de carbono orgánico en el suelo (Ruehlmann y Körschens 2009). La compactación por el ensayo de Proctor, se torna menor a medida que crece la cantidad de material orgánico existente en el suelo (Shroff y Shah 2003).

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la incorporación de biomasa en un suelo Vertisol (Typic Haplustert) sobre la curva de compactación del mismo y estudiar posibles alteraciones en la densidad y humedad del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio. El área de estudio de 5000 m², con el suelo tipo Vertisol (Typic Haplustert) se encuentra localizado en el municipio de Sincelejo departamento de Sucre, en predios de la Universidad de Sucre, en su sede “Puerta Roja”. La georeferenciación de los suelos es 9o 19’ 6.84” N. y Long: -75o 23’ 35.52” E. y una elevación de 184 m.s.n.m. El clima de la zona pertenece a la clasificación de bosque seco tropical (Instituto Geográfico Agustín Codazzi 2002), presenta precipitaciones anuales de 1086,1 mm. y temperatura promedio anual de 27,5OC. Geológicamente en el área de estudio se presentan materiales sedimentarios arcillolíticos que alternan en algunos casos con areniscas y conglomerados. La fisiografía consta de paisajes situados en valles coluvio-aluvial rodeado de colinas.

Selección y recolección de muestras. Las muestras se colectaron de los primeros 0.2 m del perfil de suelo (Ap). La textura del sitio de estudio es arcillosa del tipo 2:1, donde predomina la arcilla montmorillonita, su densidad aparente es de $1,83 \text{ g cm}^{-3}$, la densidad real es de $2,59 \text{ g cm}^{-3}$ y el contenido de materia orgánica tiene un valor de 1,27%, clasificada como baja en contenido. Las muestras se sometieron a un secado natural en laboratorio. Posteriormente los terrones se desmenuzaron y finalmente se pasaron por el tamiz número cuatro (#4) de 4,75 mm. Una

vez terminado el proceso de preparación de las muestras se procedió al corte de la biomasa necesaria de acuerdo a las cantidades para incorporarla al suelo y realizar los ensayos de compactación. En el Proctor base se compactó el suelo en condiciones naturales y luego con incorporaciones de biomasa seca con 14,38% de humedad y biomasa húmeda con 57,32% de humedad. Para la realización del ensayo de Proctor con y sin incorporación de materia orgánica (*Guinea mombaza*) se usaron muestras de 4 kg de material (suelo y materia orgánica) por punto, luego de humedecerlas se adicionaron en el molde de Proctor, de tal modo que ocuparon 1/3 del volumen.

La mezcla de materiales (suelo + materia orgánica) recibieron 25 golpes con un martillo de 2,5 kg desde una altura de 0,3 m, representando una energía constante de compactación de $60,5 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{m}^{-3}$, esta operación se repitió 3 veces, a fin de completar el volumen del cilindro de prueba. Se retiró el exceso de suelo con una espátula, y finalmente se pesó el conjunto. El procedimiento se repitió 5 veces por ensayo a fin de obtener los 5 puntos de cada grafica Densidad Vs Humedad.

Análisis estadístico. Las curvas se modelaron mediante software estadístico Sigmaplot® 10, utilizando la regresión polinómica de grado 2; se determinó la relación que existe entre la incorporación de materia orgánica y las variaciones en la densidad máxima y la humedad del suelo. Por medio del análisis de regresión se determinó una ecuación para cada uno de los casos, junto con los respectivos coeficientes de correlación y con estos se cuantificó el grado de asociación entre variables. Se realizó un ANOVA Multifactorial

con el paquete estadístico STATGRAPHICS para comparar las diferentes variables. Para la determinación de la densidad máxima y la humedad crítica del suelo, los tratamientos estudiados correspondieron a un factorial 2 X 4, siendo dos (2) los tipos de materia orgánica (húmeda y seca) y cuatro (4) las cantidades de materia orgánica (1 Mg ha^{-1} , 5 Mg ha^{-1} , 10 Mg ha^{-1} , y 20 Mg ha^{-1}). En este ensayo se utilizaron bloques completos al azar, con tres repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Relación Densidad y Humedad del suelo. El resultado obtenido por medio del ensayo de Proctor normal y representado por la curva de compactación del suelo Vertisol Typic Haplustert se observan en la figura 1. El suelo alcanzó una densidad máxima de $1,42 \text{ g cm}^{-3}$ a un contenido de humedad de 26,57% para la humedad base, reduciéndose con los posteriores incrementos en la humedad. Esta tendencia se puede explicar por la menor compresibilidad que presentan las fracciones texturales, al existir un mayor contenido de humedad en el suelo. Esto resultados concuerdan con los encontrado por (Millán y De Souza 2008) en otras investigaciones donde observaron la tendencia a disminuir la densidad máxima del suelo con el aumento en el porcentaje de humedad. Según Ekwue y Stone (1997) la curva de compactación depende de varios factores, tales como la energía de compactación, textura y materia orgánica del suelo. En ese sentido Pacheco Días Junior (1990), encontraron que a medida que se adicionada arena a un suelo oxisol amarillo, los valores de densidad máxima del suelo aumentaba y los de la humedad crítica de compactación disminuían.

La variación en la densidad del suelo depende del contenido de humedad. La parte ascendente de la curva (Figura 1) se produce debido a que en el suelo, el agua actúa como lubricante, posibilitando la orientación y aproximación de las partículas, formándose un complejo más denso. La reducción en los valores de densidad que observamos por encima de la humedad crítica de compactación, se le atribuye al efecto de dilución de las partículas debido a que el suelo se encuentra en un medio totalmente saturado, conforme lo observado por Millán y De Souza (2008).

La materia orgánica posee propiedades para competir con las partículas minerales del suelo por el agua existente en el sistema, lo que depende de las características de la misma materia orgánica y de las características de las partículas minerales. Según lo indicado por Silva et al. (1986) esto ocurre porque la arcilla y la materia orgánica influyen el poder de adsorción de agua del suelo.

Los valores de densidad máxima para el suelo evaluado usando el ensayo de Proctor, mostraron ser dependientes de la cantidad de materia orgánica, ya que, disminuyeron con relación a la incorporación de materia orgánica, tanto húmeda como seca (Figura 1).

La disminución en la compactación y el aumento de humedad se comparó, y se comprobó la variación en las curvas de compactación para cada incorporación de materia orgánica al suelo en todas las cantidades incorporadas. Las curvas indican claramente una reducción en la densidad máxima de compactación (Figuras 1a y 1b) y un aumento en el contenido de humedad crítica. Esto se produce debido al hecho que la incorporación de materia orgánica al suelo produce disminución en densidad y aumento en el contenido de humedad del suelo (Figueiredo et al. 2000; Millán y De Souza 2008). Los valores de humedad crítica obtenidos en esta investigación pueden ser considerados como referentes para el preparo del suelo con el propósito de no introducir maquinaria agrícola

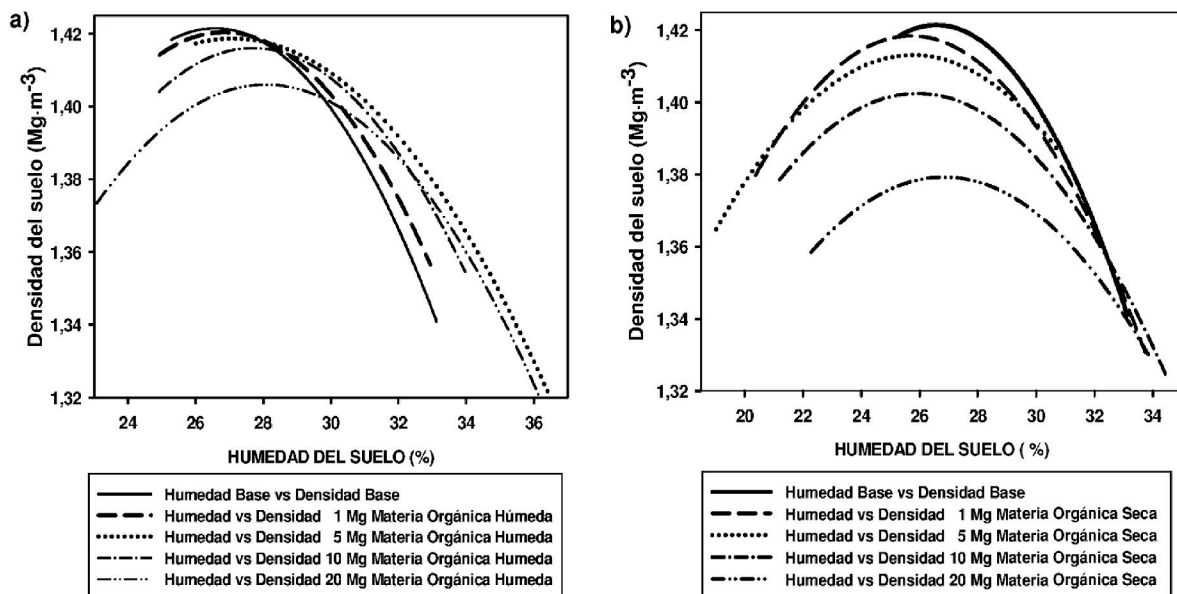


Figura 1. Relación densidad - humedad del suelo y contenido de materia orgánica.

cuando la humedad del suelo se encuentre cercana o superior a estos valores, debido a que aumentarían los riesgos de compactación.

A partir de las curvas de compactación se obtuvo: la humedad crítica de compactación y la densidad del suelo máxima (Tabla 1).

De la tabla 1 se determinaron los coeficientes de correlación (r) mediante una regresión lineal simple, el grado de asociación entre las variables y también la ecuación que las definen (Figura 2).

Teniendo en cuenta la relación entre la densidad máxima del suelo y la incorporación de materia orgánica, obtenemos unos coeficientes de correlación con valores significativos de 0,98 para material húmedo y 0,99 para material seco (Figura 2a), al igual que en la relación entre la humedad crítica de compactación y la incorporación de materia orgánica, con valores de 0,97 y 0,95 para material húmedo y seco, respectivamente (Figura 2b).

La materia orgánica presenta una correlación negativa con la densidad máxima y positiva con la humedad crítica (Millán y De Souza 2008).

Tabla 1. Humedad crítica de compactación y densidad máxima del suelo de acuerdo a la incorporación de materia orgánica húmeda y seca.

Tipo de ensayo	Materia orgánica húmeda		Materia orgánica seca	
	Humedad crítica (%)	Densidad máxima (Mg*m ³)	Humedad crítica (%)	Densidad máxima (Mg*m ³)
Proctor base*	26,573	1,421	26,573	1,421
Proctor 1 Mg ha ⁻¹	26,833	1,420	25,702	1,418
Proctor 5 Mg ha ⁻¹	27,098	1,418	25,765	1,413
Proctor 10 Mg ha ⁻¹	27,692	1,416	25,920	1,402
Proctor 20 Mg ha ⁻¹	28,074	1,406	26,833	1,379

*Sin incorporación de materia orgánica.

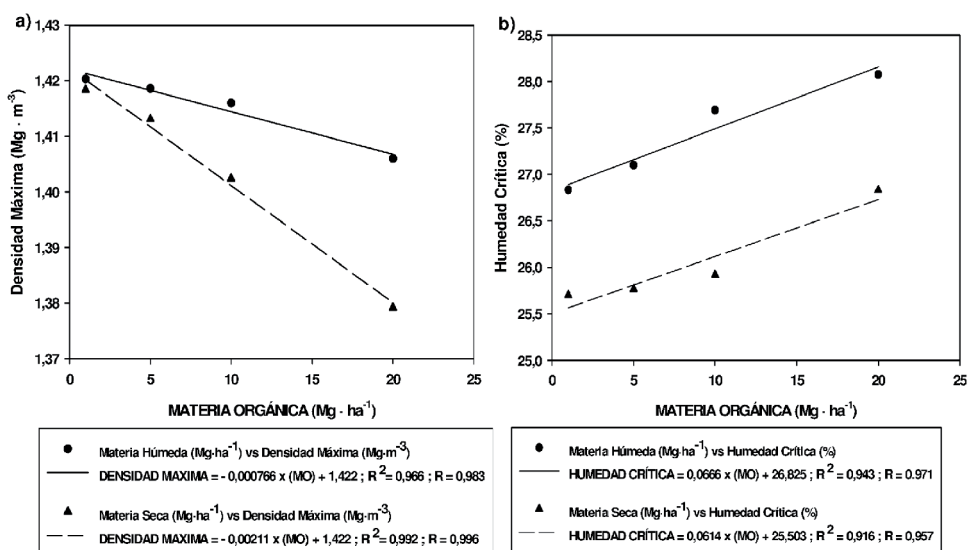


Figura 2. Densidad máxima (a) y humedad crítica (b), en función de las diferentes cantidades de materia orgánica húmeda y seca.

Dado el alto valor del R^2 , estas ecuaciones pueden ser empleadas para estimar la densidad máxima y la humedad crítica de compactación para el suelo evaluado. Stone & Ekwue (1993) reportan que la reducción de la densidad de máxima del suelo y el aumento de la humedad crítica de compactación con el aumento de la materia orgánica son atribuidos al bajo valor de densidad y al aumento de la humedad del suelo promovido por su adición.

El análisis de varianza para la densidad máxima con respecto a la cantidad de materia orgánica incorporada señala un efecto estadísticamente significativo sobre la densidad máxima obtenida (p -value = 0,0001) (Figura 3a). Esto se debe a que el suelo adquiere mayor resistencia a la compactación a medida que se incorpora mayor cantidad de materia orgánica. Mayores contenidos de materia orgánica actúan como agentes cementantes manteniendo unidos los agregados y confiriéndoles una mayor capacidad de soporte a las presiones, por lo que los cambios de densidad son de menor cuantía (Soane 1990; Reyes 2010).

El análisis de varianza para la densidad máxima con respecto al tipo de materia orgánica incorporada señala un efecto estadísticamente significativo sobre la densidad máxima (p -value = 0,0092) (Figura 3b). Este resultado se debe a que la materia orgánica es una buena herramienta para disminuir la compactación excesiva de los suelos. El material seco produce más disminución en la densidad del suelo y el material húmedo como el que más aporta humedad al suelo, demostrándose que ayuda a mejorar estas propiedades físicas. Silva et al. (2006), expone que el efecto de la materia orgánica sobre la resistencia del suelo puede ser relacionada a el efecto determinante en la formación y estabilización de agregados del suelo. Al respecto, Trannin et al. (2008) también expone que se debe considerar que la acumulación de materia orgánica puede ser relacionada a dos efectos contradictorios sobre la resistencia del suelo, que son el aumento de la fuerza de ligación entre las partículas minerales y el cambio en el arreglo de las partículas del suelo.

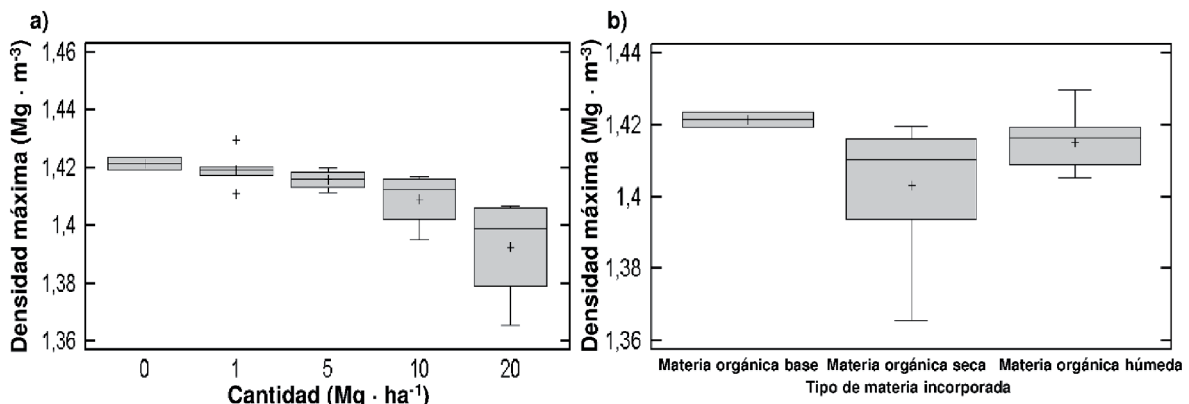


Figura 3. Densidad máxima en función de la cantidad de materia orgánica incorporada (a) y tipo de materia orgánica incorporada (b).

CONCLUSIONES

La incorporación de materia orgánica al suelo Vertisol, en distintas proporciones, mostró ser eficaz para la reducción de la densidad máxima del suelo y el aumento en el porcentaje de humedad crítico de compactación, reduciendo el riesgo de estos suelos a compactarse.

Se identificó al material seco como el que produce más disminución en la densidad del suelo y al material húmedo como el que más aporta humedad al suelo, demostrándose que ayuda a mejorar estas propiedades físicas.

REFERENCIAS

- Conte, O., Levien, R., Trein, C., Cepik, C. T. C. y Debiasi, H. 2007.** Demanda de tração em haste sulcadora na integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo e sua relação com o estado de compactação do solo. *Revista Engenharia Agrícola* 27:220-228.
- Diaz – Zorita, M. 2000.** Effect of deep – tillage and nitrogen fertilization interactions on dryland corn (*Zea mays* L.) productivity. *Soil & Tillage Research Journal* 54:11-19.
- Ekwue, E. J. & Stone, R.J.** Density-moisture relations of some Trinidadian soils incorporated with sewage sludge. *Trans. Am. Sci. Agric. Eng.*, 40:317-323, 1997.
- Figueiredo, A., Dias, S. y Ferreira, M. 2000.** Umidade crítica de compactação e densidade do solo máxima em resposta a sistemas de manejo num latossolo roxo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 24:487-493.
- Goedert, J., Schermack, J. y Freitas, C. 2002.** Estado de compactação do solo em áreas cultivadas no sistema de plantio direto. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira* 32:223-227.
- Gurtug, Y. y Sridharan, A. 2004.** Compaction behavior and prediction of its characteristics of fine grained soil with particular reference to compaction energy. *Journal Soil and Foundation* 44: 27 -36.
- Heuscher, A., Brandt, C. y Jardine, M. 2005.** Using soil physical and chemical properties to estimate bulk density. *Soil Science Society of America Journal* 69:51–56.
- Horn, R., Way, T. y Rostek, J. 2001.** Effect of repeated wheeling on stress/strain properties and ecological consequences in structure arable soils. *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal* 1:34-40.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2002.** Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia: zonificación agroecológica de Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Bogotá, p88.
- Krzic, M., Fortin, M. C. y Bomke, A. 2000.** Short – term responses of soil physical properties to corn tillage – planting systems in a humid maritime climate. *Soil & Tillage Research Journal* 54:171-178.
- Lima, R., Silva, P., Imhoff, S., Lima, V. y Leão, P. 2004.** Heterogeneidade da compactação de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob pomar de laranja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 28:409-414.

- Millán, E. y De Souza, C. 2008.** Incorporação de biomassa de braquiária em um latossolo vermelho amarelo e sua relação com a densidade máxima obtida no ensaio Proctor normal. *Revista Engenharia na Agricultura* 16:359-368.
- Ogban, I., Ogunewe, N., Dike, I., Ajaelo, C., Ikeata, I., Achumba, E. y Nyong, E. 2008.** Effect of tillage and mulching practices on soil properties and growth and yield of cowpea (*vigna unguiculata* (l), walp) in southeastern Nigeria. *Journal of Tropical Agriculture, Food, Environment and Extension* 7:118 -128.
- Pacheco, A.A.R.C. & Dias Junior, M.S.** Estudo comparativo de métodos de campo e laboratório aplicados à confecção de blocos em adobe, *Ci. Prát.*, 14:176-190, 1990.
- Queiroz – Voltan, B., Nogueira, S. y Miranda, C. 2000.** Aspectos da estrutura da raiz e do desenvolvimento de plantas de soja em solos compactados. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35:929-938.
- Reyes, W. 2010.** Evaluación de la susceptibilidad a la compactación en cuatro series de suelos bajo uso agrícola en Venezuela. *Revista Bioagro* 22:29-36.
- Richart, A., Tavares, J., Rodrigues, O., Fuentes, R. y Ferreira, R. 2005.** Soil compacting: causes and effects. *Revista Semina: Ciências Agrarias* 26:321-344.
- Ruehlmann, J. y Körschens, M. 2009.** Calculating the Effect of Soil Organic Matter Concentration on Soil Bulk Density. *Soil Science Society of America Journal* 73: 876-885.
- Shroff, V. y Shah, L. 2003.** Soil mechanics and geotechnical engineering. A. A. Balkema Publishing Company, Londres, p547.
- Silva, A.P.; Libardi, P.L. & Camargo, O.A.** Influência da compactação nas propriedades físicas de dois Latossolos. *R. Bras. Ci. Solo*, 10:91-95, 1986.
- Soane, B. 1990.** The role of organic matter in soil compactability: A review of some practical aspects. *Soil and Tillage Research* 16:179-201.
- Stone, R.J. & Ekwue, E.I.** Maximum bulk density achieved during soil compaction as effected by the incorporation of three organic materials. *Trans. Am. Sci. Agric. Eng.*, 36:1713- 1719, 1993.
- Stone, F., Guimarães, M. y Moreira, A. 2002.** Compactação do solo na cultura do feijoeiro – efeitos nas propriedades físico – hídricas do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 6: 207-212.
- Trannin, I. C. de B.; Siqueira, J. O.; Moreira, F. M. S.** Atributos químicos e físicos de um solo tratado com biossólido industrial e cultivado com milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, n.3, p.223-230, 2008.

EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE NARANJA VALENCIA PRODUCIDA EN EL MUNICIPIO DE CHIMICHAGUA, CESAR - COLOMBIA

EVOLUTION OF THE PARAMETERS OF QUALITY ON VALENCIA ORANGE GROWTH ON THE MUNICIPALITY OF CHIMICHAGUA, CESAR - COLOMBIA

Ricardo Durán Barón¹, Aída Luz Villa²

Recibido para publicación: Febrero 28 de 2013 - Aceptado para publicación: Mayo 23 de 2013

RESUMEN

Se estudió la evolución de las características de la naranja valencia (*Citrus sinensis* Osbeck), cultivada en un suelo del municipio de Chimichagua, departamento del Cesar (Colombia), clasificado como Typic Dystrusepts arenoso franco mixto isohipertérmico de Mandinguilla. Se evaluaron las características del fruto a diferentes estados de madurez y de diferentes árboles, en un lote de una hectárea, usando una cuadrícula cada 20 m². Las muestras se clasificaron según norma NTC 4086 por calibre, color, peso de jugo, cáscara y semillas, sólidos totales, pH y acidez titulable. Se encontró que el peso de los frutos varió entre 64,6 y 365 g, el diámetro entre 53,5 y 93,0 mm y en promedio, el contenido del jugo correspondía al 50 % del peso total de la naranja. Con el aumento en la madurez, el pH incrementó; y se presentó una ligera variación de °Brix y la acidez fue alta en los primeros estados de madurez. Debido al aumento en el consumo de bebidas a base de frutas, es necesario conocer las características nutricionales del jugo de naranja, ya que a nivel mundial existe la necesidad de sustitución de los refrigerantes por bebidas más saludables, en ese sentido se pretende contribuir con este estudio.

Palabras Clave: °Brix, calidad, estado de madurez, naranja

ABSTRACT

The evolution of characteristics of valencia orange (*Citrus sinensis* Osbeck), growth in a Typic Dystrusepts Sandy mix loam isohipertérmico from Mandinguilla soil at the municipality of Chimichagua, Department of Cesar (Colombia) was studied. Fruits properties at different ripening stages were evaluated from different trees in 1 ha plots using a grill each 20 m². Samples were classified based on the NTC 4086 (Colombian Norm

¹Grupo Optimización Agroindustrial: Facultad de Ingeniería y Tecnología. Universidad Popular del Cesar. Bloque F Lab 201. Sede Sabanas. ricadu6@yahoo.es

²Grupo Catálisis Ambiental, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquía; Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia, alvilla@udea.edu.co

Technique) by diameter, color, weight, juice, cortex and seed, total solid, pH and titratable acidity. Fruits weight was between 64,6 and 365 g, the diameter between 53,5 and 93 mm and in average, the content of juice was 50% of the total weight of the fruits. The pH increased as fruits reach ripening, while acidity was higher at the first ripening stage. A slight variation on Brix degree was observed during the different ripening stages. Since fruit drink consumption is increasing everywhere, it is very important to know the nutritional characteristics of the orange juice because people need to drink healthier beverages, and this study is intended to contribute in this sense.

Key words: degrees Brix, quality, maturity stage, orange.

INTRODUCCIÓN

Colombia tiene un área total establecida de naranja de 31751 ha con una producción de 207727 t y un rendimiento de 11,0 t.ha⁻¹ (Dane 2011). El departamento del Cesar para el mismo año, presentó un total de 1769 ha de naranja valenciana, con una producción de 15087 t y un rendimiento de 7,8 t.ha⁻¹. Se estima que alrededor de 1200 ha de naranja valencia injertada con naranja agria, se producen el municipio de Chimichagua (Dane 2011). Este método de injerto se realiza artesanalmente, sin labores agrícolas definidas y sin conocimiento de las características físico - químicas del suelo, se cosecha de acuerdo a las necesidades del mercado, el producto se vende en fresco sin ningún valor agregado y a precios muy bajos en épocas de cosecha. Dadas las anteriores características de producción, cosecha y mercado, la productividad es baja, se presenta mezcla de variedades y calidades del fruto y la presentación del fruto en el mercado es poco aceptable.

A pesar de las excelentes condiciones agroecológicas que presentan algunas zonas del país para el desarrollo cítrico, este se encuentra limitado por la presencia de variedades con relación °Brix/acidez clasificadas como baja,

lo que genera un concentrado de bajo índice de madurez (entre 9 y 12). En Colombia, la industria de jugos de naranjas presenta problemas por no disponer de materia prima que cumpla con requisitos de calidad, rendimiento en jugo; °Brix, índice de madurez, estabilidad, aroma, sabor y color característicos (CCI 2000). Otros factores que inciden negativamente en la industria de jugos son la estacionalidad en la oferta, los costos altos de la infraestructura de frío para garantizar la calidad de la materia prima, la falta de una integración estable con el sector primario, la variación en precios y los problemas de infraestructura de las vías, ocasionando todos estos factores la necesidad de importación de la materia prima. En los últimos cinco años las importaciones de cítricos en Colombia ha aumentado en mayor proporción que las exportaciones. La importación de jugo de naranja congelado fue de 40,6% y las de naranjas frescas o secas de 24% (MADR 2005a).

Los frutos están constituidos por corteza, pulpa y semillas, que varían en color, forma, grosor, y composición del zumo, dependiendo de la época de maduración, la especie y la variedad. El desarrollo de las frutas depende de factores internos y externos que pueden modificar sus características anatómicas, químicas, físicas y de

comportamiento fisiológico (Soule et al. 1986). En general, para las naranjas el contenido de azúcares disueltos aumenta y depende de la variedad, altura sobre el nivel del mar, suelos, fertilización, zona agroecológica, entre otros; mientras que el contenido en ácidos, especialmente del ácido cítrico, disminuye y el pH del zumo varía aunque muy poco (Hudina 2000).

En Colombia, la Norma Técnica Colombiana 4086 (Icontec 1997a) establece los requisitos que debe cumplir la naranja valencia (*Citrus sinensis* Osbeck), destinadas para el consumo en fresco o como materia prima para el procesamiento para producciones por debajo de los 700 m.s.n.m.

En una muestra de 1800 frutos de Naranja Valencia proveniente de un mismo árbol, se encontró que los °Brix variaron un 13,8%, la acidez varió 14,5% y el ácido ascórbico 18,2%. Los °Brix más altos y las relaciones °Brix/ácido denominadas como altas correspondieron a las frutas ubicadas en la parte externa y superior del árbol. El contenido de ácido ascórbico fue más alto y la coloración mejor en frutas ubicadas en la parte exterior de la copa del árbol. En la mayoría de los casos, las frutas pequeñas presentan valores altos de °Brix, acidez y ácido ascórbico (Barry et al. 2003).

La composición química de naranjas con relación a las estaciones, la variedad y el origen geográfico han sido muy estudiados (Lee et al. 2001, Barry et al. 2003, Li-Ying et al. 2008), pero no existen reportes sobre las características de las naranjas en la unidad cartográfica Asociación Chimichagua (IGAC 1986) en estudio. El crecimiento acelerado del proceso de la transformación de la naranja en

el país, hace importante realizar este estudio, cuyo objetivo fue evaluar la evolución de la calidad del fruto de naranja valencia, a diferentes estados de madurez, producida en un suelo inceptisol, del departamento de Cesar, Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en arboles de naranjas cultivadas en un suelo de la finca "Los Deseos" (Coordenadas planas: N 1014988 - W1527263), vereda el Carmen, corregimiento Mandinguilla, municipio de Chimichagua, Departamento del Cesar (Colombia). Se muestreó en la cosecha de junio-julio de 2010, un lote de una hectárea cultivado con naranja valenciana, con una producción entre 70 y 80 mil unidades por año (Durán et al. 2009). En un muestreo simple al azar, se tomaron 200 muestras de frutos de cada árbol, siguiendo la norma NTC 756. En el lote se utilizó una cuadrícula cada 20 m², obteniéndose 16 puntos de muestreo identificados desde MP1 a MP16 y su distribución se observa en la Figura 1. Los puntos 1, 4, 5, 8, 9, 12, 13 y 16, se encuentran en la parte baja de la colina y los puntos restantes (2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15) en la parte alta de la colina del lote en estudio (Durán et al. 2009).

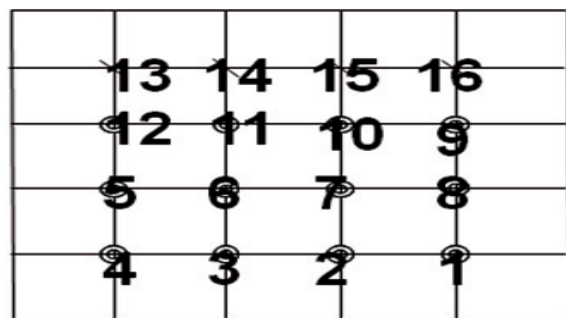


Figura 1. Distribución para identificación de puntos de muestreo de naranja valenciana (*C. sinensis* Osbeck)

Para los requisitos de calidad de los frutos de naranja destinada para el consumo en fresco o como materia prima para procesamiento, se siguió la norma NTC 4086, que establece que se debe evaluar el calibre, diámetro, color, peso total, peso de jugo, cáscaras y semillas, el porcentaje de sólidos totales establecidos como °Brix, el pH, la acidez titulable del jugo como ácido cítrico y el índice de madurez como la relación entre °Brix/acidez titulable. Se utilizó un refractómetro Atago, modelo PAL 3840 para determinar °Brix, el pH en un potenciómetro marca Thermo con corrección automática de temperatura y la acidez titulable en un titulador automático Metrohm 775.

Los frutos por árbol o punto de muestreo, se recolectaron en canastillas plásticas y se lavaron en campo con agua potable para retirar la suciedad. En la planta piloto del programa de Agroindustria de la Universidad Popular del Cesar (UPC) se realizó la clasificación por estado de madurez por el cambio de color según NTC 4086 (Figura 2), despulpado y conservación de la cáscara a 4°C (Flavedo y albedo). El análisis fisicoquímico del jugo se realizó en el laboratorio de consultas Industriales del Centro de Investigación para el desarrollo de la ingeniería de la UPC.

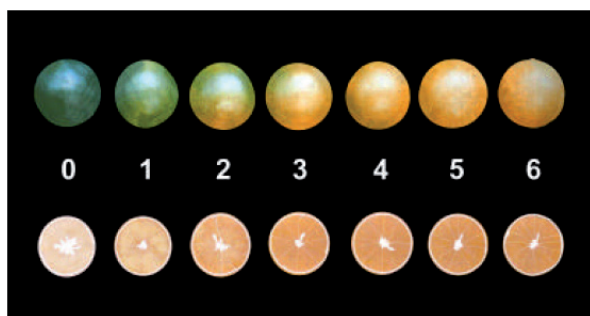


Figura 2. Colores según estados de madurez naranja valencia (*C. sinensis* Osbeck) en la norma NTC 4086.

Se utilizó un diseño completamente al azar, comparando la calidad del fruto en cada árbol (puntos de muestreo) y la calidad del fruto por estado de madurez, evaluando las variables propuestas. Para el análisis de las variables, se realizó análisis de varianza y prueba de comparación de medias utilizando el Test de Rangos Múltiples y el procedimiento estadístico de Fisher (LSD) a un nivel de confianza del 95%, utilizando el software Statgraphics Plus versión 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las naranjas muestreadas presentaron un diámetro de sección ecuatorial entre 53,5 y 93 mm en los diferentes estados de madurez. Estos diámetros ecuatoriales se encuentran por encima del calibre mínimo de 53 mm exigido por la norma (ICONTEC 1997a). El peso varió de 64,6 g en frutos de color cero hasta 365 g en frutos de color cinco, con un promedio de 179,17 g, lo que califica a los frutos de naranja de este lote en un calibre entre C y D, según NTC 4086 (Tabla 1). El contenido de jugo fue superior al 45,7% en todos los puntos de muestreo, logrando valores de 54,1% en el punto 8, y los sólidos solubles totales superaron los 10 °Brix en todos los sitios de muestreo. En naranja Valencia se considera que 80 a 85% de los sólidos solubles son azúcares, aunque esto no es igual en los cítricos ácidos Ladaniya (2008).

Evaluando el promedio de cada árbol, en general, no se presentan diferencias significativas en el peso de los frutos, aunque es ligeramente superior donde el terreno es más rico nutricionalmente (MP2, MP3, MP14, MP15), pero a menor tamaño del fruto mayor valor de °Brix, similar a lo encontrado por

Tabla 1. Calidad de la naranja valenciana (*C. sinensis* Osbeck) en estado de madurez, color dos y recolectada en diferentes puntos de muestreo

Identificación	Peso (g)	Diámetro (mm)	Cáscara, g	Jugo (%)	°Brix	pH	Acidez
MP1	164,84±42,2abc	69,1±5,6 abcd	74,3±18,1abc	48,2±,6abcde	10,7±0,2abc	3,7±0,1ab	NC
MP2	189,25±50,7abc	71,0±8,5 abcde	118,1±4,5cd	49,6±8,7 ab	11,5±2,1 abc	3,4±0,1 ab	NC
MP3	208,64±52,0abc	74,6±5,7 cd	96,6±17,6c	49,4±5,4 bcde	11,1±2,2 bc	3,9±0,3 b	0,58±0,1 a
MP4	164,50±24,9abc	67,8±3,1 abc	84,1±6,5abc	46,4±3,2 abc	10,4±1,3 abc	3,6±0,5 ab	NC
MP5	190,07±55,6ab	71,6±6,4 cd	84,4±14,4 bc	49,3±4,1 bcde	11,1±0,7 bc	3,7±0,4 ab	0,81±0,3 c
MP6	178,98±58,2 ab	69,8±8,3 bcd	92,8±22,0 abcd	48,9±4,2 abcd	11±0,8 abc	3,6±0,5 ab	2,33±0,1 d
MP7	176,15±85,7abc	68,9±11,4 abcd	99,4±20,0 abcd	45,7±4,9 a	10,1±1,4 abc	3,6±0,3 ab	NC
MP8	152,68±25,7abc	66,6±3,6 ab	63,5±6,1 ab	54,1±5,2 ab	10,9±1,4 abc	3,8±0,3 ab	0,54±0,1 a
MP9	129,41±34,6ab	63,6±5,9 a	60,6±7,8 a	51,7±8,5 a	11,3±1,2 c	3,7±0,3 a	0,63±0,2 b
MP10	191,80±65,9c	71,3±9,2 bcd	103,3±30,9 cd	51,1±6,7 bcde	10,6±1,2 abc	3,7±0,3 ab	0,58±0,1 a
MP12	136,00±48,2 a	64,1±7,8 a	85,2±24,4 bc	52,7±6,3 a	11±1,3 abc	3,6±0,4 a	0,64±0,2 b
MP14	237,23±57,3 c	79,2±7,3 cd	112,8±27,6 e	49,1±5,3 e	10,4±0,4 ab	4,8±0,7 ab	0,50±0,3 a
MP15	202,00±43,0abc	72,4±5,3 cd	87,09±9,7 bc	48,9±5,6 de	10,0±0,5 a	3,7±0,4 ab	0,75±0,4 c
MP16	194,76±70,7abc	72,4±9,3 cd	101,6±27,5cd	49,4±6,6 cde	10,8±1,8 abc	3,7±0,5 ab	0,63±0,2 b
Promedio	179,17±28,7	70,2±4,1	73,7±12,5cd	49,6±2,34	10,8±0,4	3,8±0,3	0,79±0,6 c

NC: no calculado. Los valores medios con letras diferentes como superíndice en la misma columna presentaron diferencias significativas según la prueba de Fisher ($P < 0,05$).

Barry et al. (2003). Esta naranja, comparada con la calidad de la naranja producida en diferentes zonas productoras de Cundinamarca en madurez tres (Tabla 2), presenta el mayor diámetro, contenido de jugo e índice de madurez y la menor acidez, y es superada solo en peso por la naranja de la zona de Rionegro (Ríos et al. 2007).

En el punto de muestreo MP6 la acidez del jugo de naranja alcanza valores de 2,33% de ácido cítrico, lo que hace que el producto no sea apto para la industria (Tabla 1). Esta característica del fruto se correlacionan con el bajo pH y las concentraciones altas de fósforo disponible en ese punto de muestreo (Durán et al. 2009; Corpoica 2006), además Davies y Albrigo, (1994) han identificado que cuanto más alto es el régimen térmico día/noche, más baja es la concentración de ácidos.

El total de las muestras se mezclaron y se clasificaron de acuerdo a la norma NTC 4086, por estado de madurez, tal como se muestra en la Figura 3. Los datos para evaluar la evolución de la calidad se presentan en la Tabla 2.



Figura 3. Colores según estados de de madurez de naranja valenciana (*C. sinensis* Osbeck). Mandinguilla (Chimichagua)

Tabla 2. Evolución de la calidad de la naranja valenciana (*C. sinensis* Osbeck) a diferentes estados de madurez. Mandinguilla (Chimichagua)

Estado de madurez	Peso (g)	Diámetro (mm)	Jugo (%)	°Brix	pH	Acidez (%)	Índice de madurez (° Brix/ácido)
< 0	132,7±32,0a	63,3±5,6a c	43,65±3,3a b	10,2±0,5a b,c	3,0±0,2a	1,92±0,2a	5,3
0	181,0±33,9b,c	71,3±5,0ab	35,8±8,2a	9,06±1,1a	3,2±0,1b	0,90±0,5b	10,06
1	158,9±43,7a,b	67,7±6,6b	50,9±6,2 b	10,4±0,7b	3,8±0,5c	0,73±0,2b	14,28
2	179,0±58,8c	69,9±8,6b	50,4±12,1 b	10,9±1,2c	4,0±0,5c,d	0,56±0,1b	19,4
3	178,0±54,1b,c	69,7±6,6b	50,1±12,7 b	10,7±1,3b,c	4,0±0,4 c,d	0,56±0,2b	19,12
4	221,5±52,1b,c,d	75,9±7,0b	48,4±3,9 b	12,0±1,8c	4,0±0,4d	0,51±0,02b	23,52
5	205,7±95,8d	73,1±12,1ab	50,8±0,2 b	12,5±1,2d	4,2±0,2e	0,54±0,1b	23,14

Los valores medios con letras diferentes como superíndice en la misma columna presentaron diferencias significativas según la prueba de Fisher ($P < 0,05$).

En términos generales, con estado de madurez cero e incluso cuando aún no ha logrado éste estado, el diámetro se encuentra en promedio entre 63,3 y 75,9 mm, alcanzándose los mayores diámetros con estados de madurez más altos (Tabla 2). Al realizar el análisis estadístico no se encontraron diferencias en los estados de madurez del 1 al 4 y las diferencias entre color 0 y 5 fueron pequeñas.

En cuanto al porcentaje de jugo, todos los estados de madurez presentan similitud con excepción del grado 0. En los °Brix existe similitud en estado de madurez 1 al 4 y diferencias altamente significativas en grados 0 y 5. Esto indica que la fruta podría ser cosechada desde el estado de madurez 1 y si se compara en estado de madurez 3, la naranja valencia estudiada tiene $10,7 \pm 1,3$ °Brix y es superior a las variedades olinda valencia $10,5 \pm 0,2$ y delta valencia $9,7 \pm 0,2$ (Li-Ying et al. 2008).

Según la NTC 4086, entre estado de madurez cero y el seis, el contenido mínimo de jugo es 40%, los sólidos solubles varían entre 8,2 y 9,4, la acidez entre 2,2 y 0,8 y el índice de madurez entre 3,7 y 11,8. De las muestras

analizadas, en la tabla 2 se observa que todos los estados de madurez superan el valor máximo de °Brix y el porcentaje de jugo de la norma, con excepción del color cero. La acidez es inferior a 0,8 para frutos de naranjas con color superior a la unidad, lo que permite concluir que naranjas con color superior a uno todas las frutas naranjas cumplen con los requisitos específicos exigidos por la norma y pueden ser consumidas en fresco, contrario a lo establecido por la norma NTC4086 que sugiere que las mejores características organolépticas para el mercado en fresco y procesado es a partir del color 3.

El promedio del porcentaje de jugo es de 49,61% y de °Brix es de 10,8, muy cercano al criterio de calidad exigido por la industria de 50% y 10,5, respectivamente (MADR 2005b). Sin embargo, se observa que en el color 1, el porcentaje de acidez es ligeramente superior al requerido por la industria (0,7%) y que sería importante que la cosecha se realizara mínimo en color de madurez 2. Porque que a partir de este grado de madurez, los °Brix aumentan sustancialmente llegando a valores cercanos a 12,5 en color cinco, con índice de madurez

superior a 15. Lo anterior es favorable, ya que permite la manipulación y el transporte de los frutos, sin deterioro alguno hasta su destino final.

En estado de madurez 2, los frutos de naranja estudiados cumplen con los criterios de calidad (Tabla 2) exigidos por la Industria (MADR 2005b) y ayudaría a disminuir el problema de disponibilidad de materia prima de la industria (CCI 2000) y sus características son mejores a la naranja valencia (*Citrus sinensis* Osbeck) cultivada en Venezuela en estado de madurez 3 (Russián 2006 y Zambrano 2001).

Otros resultados indican que el contenido de azúcares, el índice de madurez y el pH aumentó a medida que aumentó la maduración del fruto y la acidez disminuyó a medida que la fruta se madura y aumenta el pH, similar a lo encontrado por Soule et al. (1986).

Se ha reportado que la relación de °Brix y acidez es mayor a bajas altitudes, como corresponde al lote analizado que se encuentra a 172 m.s.n.m (Jaramillo y López, 2006) y cuyos valores superan las 15 unidades establecidas en la norma, llegando a valores de 23,5. Sandoval et al. (2006) que el estudio del desarrollo del fruto es una herramienta valiosa para evaluar la efectividad de prácticas hortícolas, como el raleo químico, aplicación de fertilizantes y anillado de ramas que sirven para disminuir la alternancia de la producción y mejorar el tamaño del fruto.

CONCLUSIONES

El contenido de azúcares, el índice de madurez y el pH aumenta a medida que aumentó la maduración del fruto y la acidez disminuye a

medida que la fruta se madura y aumenta el pH.

La Naranja Valencia de la región de Mandingulla, se puede cosechar a partir de estado de madurez dos, ya que a partir de allí, cumple con los estándares de calidad exigidos por la industria y para consumo en fresco.

El calibre de la naranja se encuentra entre C y D y del total de muestras analizadas, solo el 10% presentan porcentajes de jugo inferior al 40%.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el soporte financiero de Colciencias, SENA y Universidad de Antioquia mediante el proyecto 1115-479-22043 y a la UdeA por el apoyo mediante la Estrategia de Sostenibilidad 2011/2012. Ricardo Durán Barón, agradece a la Universidad Popular del Cesar, Colciencias y a la Gobernación del Cesar, por su beca doctoral. A Gonzalo Jiménez, propietario del lote de naranja en la finca "Los Deseos".

REFERENCIAS

- Barry, G. H., Castle, W S. and Davies, F. S. 2003.** Variability in juice quality of Valencia Sweet orange and sample size estimation for juice quality experiments. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 128: 803-808.
- Corporación Colombia Internacional, CCI. 2000.** Acuerdo de competitividad de la cadena productiva de los cítricos. Colección documentos IICA, serie competitividad No.19, Bogotá, p15-20.

- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. 2006.** Prácticas de establecimiento y manejo de plantaciones de cítricos tecnificados. Boletín técnico N°. 29.
- Davies, F.S. y L.G. Albrigo. 1994. Citrus. CAB International, Wallingford, UK.**
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2011.** Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). 2011.
- Durán, R., Flórez, M.T., Villa, A. L., Montes, C. 2009.** Caracterización fisicoquímica y clasificación taxonómica de un suelo bajo un cultivo de naranja en el municipio de Chimichagua, Colombia. Memorias XVIII congreso latinoamericano de Suelos en Costa Rica. Sociedad de la Ciencia del Suelo de costa Rica. San José de Costa Rica. Nov. 15 de 2009.
- Hudina, M. and Ytampar, F. 2000.** Sugar and organic acids contents in European *Pyrus comminus* L. and Asian *Pyrus serotinar* Rehd. pears cultivars .Acta alimentaria, An International Journal of Food Science 29:217-230.
- Icontec. Norma Técnica Colombiana. NTC 4086. 1997a.** Bogotá.
- Icontec. Norma Técnica Colombiana. NTC 756. 1977b.** Bogotá.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC.1986.** Estudio General de suelos de los municipios de Curumaní, Chimichagua, Chiriguaná y la Jagua de Ibérico. Bogotá.
- Jaramillo, R. and López, R.1997.** Aspectos agroclimáticos en el cultivo de los cítricos. Revista Atmósfera 25: 55-61.
- Ladaniya, S. M. 2008.** Citrus Fruit. Biology, Technology and Evaluation.Academic Press. USA. 558 p.
- Lee, H. and Castle, W.S. 2001.** Seasonal changes of carotenoid pigments and color in Hamlin, Earlygold, and Budd Blood orange juices. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49: 877-882.
- Li-Ying, N. and Ji-Hong, W. 2008.** Physicochemical Characteristics of Orange Juice Samples From Seven Cultivars. Agricultural Sciences in China 7 (1): 41-47.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR. 2005a.** La cadena de cítricos en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica. 1992-2005. Bogotá, p44-49.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR. 2005b.** Agroindustria y competitividad. Bogotá, p299-302.
- Ríos, G., Forero, C. and Zuluaga, L. 2007.** Zonificación y caracterización de sistemas de producción de naranja común (*Citrus Sinensis*) que utilizan criterios de BPA, en el departamento de Cundinamarca. Corpoica-Minagricultura. www.corpoica.org.co/sitioweb/ofertas/articulo [30 de enero 2013].

Russián, T. 2006. Calidad del fruto en accesiones de naranja 'criolla' y 'valencia' en el sector macanillas-curimagua, estado Falcón. *Agronomía Trop.* 56(3): 415-432.

Sandoval, M. E., E. Nieto A., I. Alía T., V. López M., M. T. Colinas L., A. Martínez M., C. M. Acosta D., M. Andrade R., O. Villegas T., D. Guillén S. 2006. Crecimiento del fruto de zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn] en Morelos, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29(Núm. Especial 2): 59-62.

Soule J., Grierson, W. 1986. Anatomy and physiology. En: *Fresh Citrus Fruits.* Warddowsky W.F, Nagy S., Grierson W. p.1. Van Nostrand Reinhold, Nueva York.

Zambrano, J., Quintero, I., Álvarez, R., Hortegano, R., Sáenz, M. 2001. Evaluación de frutos de naranjo 'valencia' provenientes de tres pisos altitudinales del estado trujillo. *agronomía tropical* 51(1): 107-117.

EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD Y LOS PROCESOS DE CERTIFICACION EN EL AGRO COLOMBIANO: BONDADES Y DESAFIOS

QUALITY ASSURANCE IN CERTIFICATION PROCESSES AND THE COLOMBIAN AGRICULTURAL SECTOR: KINDNESS AND CHALLENGES

José A. Cleves L^{1*}, Jorge A. Fonseca C², Alfredo de J. Jarma³

Recibido para publicación: Mayo 16 de 2012 - Aceptado para publicación: Marzo 19 2013

RESUMEN

Velar por la calidad, inocuidad, preservación del ambiente y gestión de la calidad en los procesos de producción alimentaria, es actualmente, responsabilidad de los sectores agroalimentario y agropecuario. Tales parámetros constituyen una garantía en la protección de la salud humana y representan el núcleo alrededor del cual se establecen las exigencias para la producción y comercialización de alimentos; fomentando el desarrollo de modelos alternativos de producción que involucran componentes de tipo social, económico, ambiental, administrativo y normativo. Para responder efectivamente a los requerimientos de los consumidores, se han venido desarrollando actividades que permitan la regulación de los procesos de producción, transformación y distribución, a través de la implementación del Sistema de Gestión de Calidad (SGC); el cual es requisito indispensable para acceder a procesos de certificación. El objetivo de esta revisión es presentar las generalidades del SGC y su incidencia en el sector agrícola colombiano, sus componentes, normatividad y el proceso de certificación, reseñando tanto sus ventajas como sus limitaciones y desafíos.

Palabras clave: alimentos, inocuidad, calidad, certificación.

ABSTRACT

Ensuring quality, safety, environmental preservation and management in food production processes is responsibility of both agricultural and husbandry food industries. These factors guarantee safety of human health and represent the starting point to establish requirements for production and food marketing, encouraging development of alternative production models including social, economic and environmental components.

¹Ingeniero Agrónomo M.Sc. Profesor Asociado, Investigador Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad Seccional Duitama. Escuela de Administración de Empresas Agropecuarias. Colombia, E-mail: clevesalejandro@yahoo.com

²Ingeniero Agrónomo Esp. M.Sc. Profesor Asistente, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. UNAD, Escuela de Ciencias Agrícolas. Tunja, Colombia. Jorge.fonseca@unad.edu.co

³Ingeniero Agrónomo PhD. Profesor Titular, Investigador Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. jarma@fca.edu.co

In order to effectively fulfill consumer's requirements, activities to allow regulation of production, processing and distribution processes, through the implementation of Quality Management System (QMS) should be implemented, as a requirement to access to certification processes. The purpose of this review is to present the general aspects of QMS and its incidence on the Colombian agricultural industry, components, standards and certification process, focusing on the advantages, limitations and challenges.

Key words: foods, safety, quality, certification.

INTRODUCCIÓN

El aumento actual de los consumidores alrededor del mundo, sumado a la crisis alimentaria manifestada en la trasmisión de padecimientos a través de los alimentos (eg. enfermedad de las vacas locas, micotoxinas, hormonas, etc.) (Pop et al. 2011; Spiegel et al. 2013) así como la creciente especialización y globalización de los mercados, exige a los productores agrícolas y alimentarios realizar ajustes en sus sistemas de producción, buscando dar respuesta a la demanda creciente de los mercados en términos de calidad e inocuidad de alimentos (Arenas 2000). Estos últimos parámetros son los principales limitantes para el crecimiento de las exportaciones agropecuarias colombianas (Castellanos 2004; Fonseca 2007).

Por exigencia de los consumidores, en los últimos años se han incrementado los criterios de producción sostenible, que involucran criterios ecológicos o de buenas prácticas agrícolas (BPA), que incluyen la implementación del Sistema de gestión de calidad (SGC) (Contreras 2008). Dicho sistema, permite elevar el nivel competitivo de las unidades productivas, facilitando el acceso a nuevos mercados con base en el aseguramiento de la inocuidad, calidad y adecuado suministro de los alimentos; comprendiendo conceptos de manejo ambiental (Almirall et al. 2008),

generando bienestar a los trabajadores rurales, a sus familias y finalmente a los consumidores (Venegas 2010). En este proceso, se potencializan las capacidades competitivas de los agricultores, propendiendo por la inclusión de una visión empresarial en el desarrollo de sus actividades (CCI 2004).

En general, las BPA comprenden tres lineamientos básicos: (1) Inocuidad; (2) sostenibilidad ambiental y salud; y (3) seguridad y bienestar laboral. El desarrollo y la aplicación de tales lineamientos permiten el crecimiento constante tanto en la productividad como en la calidad, reduciendo progresivamente los costos unitarios de producción, manteniendo la rentabilidad suficiente para retribuir los recursos invertidos y financiar adecuadamente los proyectos de modernización, mejorando la calidad ambiental de los procesos productivos, contribuyendo al bienestar y a la convivencia de la comunidad; siendo parte del análisis de los diferentes riesgos e implementando medidas oportunas de control (Ministerio de Agricultura et al. 2005).

Considerando la importancia de las BPA en los sectores partícipes de las cadenas productivas agronómicas y agropecuarias, así como el desarrollo actual de un sistema que propende por el mejoramiento de la inocuidad y la calidad de los alimentos; la presente revisión

considera el estado actual del conocimiento en estas temáticas, la normatividad pertinente, así como las ventajas y desventajas en la implementación del sistema de gestión de calidad (SGC), haciendo énfasis en el caso Colombiano, del cual a la fecha, se cuenta con muy poca información referenciada.

El sistema de gestión de la calidad (SGC)

Se define como un conjunto de partes o elementos relacionados y organizados que interactúan entre sí y con el ambiente, es decir actúan como un todo para lograr un objetivo o propósito y dar respuesta a una necesidad concreta (Báez 2006; Bertalanfly 1976; Capra 1998). En tal sentido y bajo el contexto de la presente revisión, la finca o unidad productiva debe ser considerada como un Sistema Empresa Agropecuario o Agroempresa (Contreras y Restrepo 2007b).

La Agroempresa se define como una unidad con capacidad para tomar decisiones (Murcia 2007). Este sistema, es de tipo abierto que posee unas entradas en términos de energía, recursos y/o insumos que son básicos para el proceso productivo y unas salidas, que son la resultante de la interacción de los insumos o entradas, reportados en términos de productos biológicos, ambientales y/o financieros; que en últimas son la razón de ser del proceso productivo (Espejo 2009).

Un desbalance de los elementos que constituyen el sistema es una de las principales causas para reducir la calidad, rentabilidad y sostenibilidad de la actividad agrícola (Correa 2009).

Gestión

Se define como “la administración de los recursos, la movilización de voluntades y la toma de decisiones, para la consecución de los objetivos con recursos limitados en un tiempo determinado” (Contreras 2008).

En la agroempresa, la gestión se puede entender como un conjunto de actividades que involucran estrategias y medios para alcanzar los objetivos en términos de productividad, rentabilidad y sostenibilidad (Linares y Salamanca 2003). Es sin duda la capacidad que desarrolla la agroempresa para garantizar que su proceso productivo cumpla con las expectativas de los clientes, inversionistas y trabajadores (Mateos 2002).

Calidad

Es el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades expresas o implícitas (ISO 2000a). Los aspectos de calidad hacen referencia a características físicas u organolépticas del producto (Codex alimentarius 1993). También se refiere a la calidad en el servicio, que es el resultado generado por las actividades de la interface entre el proveedor y el cliente y por las actividades internas del proveedor.

La gestión de la calidad referida a actividades internas en las agroempresas, son el conjunto de actividades que desde la dirección, determinan las políticas de calidad, como un marco de acción regulatoria sobre el cual se van a desarrollar las actividades de producción, adecuación, comercialización, transformación, transporte y distribución. (Contreras y Puentes 2009). En la gestión de la calidad, se usa como

herramienta central el ciclo de gestión de Deming o de control de calidad PHVA: Planear, Hacer, Verificar y Actuar (Borrego 2010; ISO 2000b). Su función es desarrollar una serie de actividades al interior de la agroempresa para prevenir las causas que originan problemas en los procesos de producción, reduciendo los errores y desperdicios, manteniendo la calidad y dejando siempre como soporte evidencias escritas (Deming et al. 1989).

El SGC, se sustenta en normas que especifican un procedimiento para lograr una efectiva administración de la calidad, dando cumplimiento a una normativa, reglamento o código de conducta, que busca aumentar las capacidades o niveles competitivos en las unidades de producción. Las partes que componen el sistema de gestión son: (1) Estructura organizativa, la cual dirige y coordina el departamento de calidad y es responsable de la dirección de la empresa; (2) Planificación de la calidad; (3) Procesos de la organización y (4) Logística o recursos requeridos para la Agroempresa que aplica la calidad. El SGC por tanto, es una estrategia competitiva que busca insertar a los sectores productivos en una posición provechosa y favorable que les permita competir con éxito en mercados altamente exigentes (Oyarzún & Tartanac 2002).

La implementación de los sistemas de gestión de calidad, se basan principalmente en las normas ISO 9000, consensos internacionales de manejo de buenas prácticas que aseguran que una organización pueda entregar productos o servicios que cumplan con los requisitos de calidad que exige el cliente (Aggelogiannopoulos et al., 2007). Para el

caso agropecuario colombiano caben destacar la Norma ISO 9001: 2000 (Gallardo 2000); La Norma ISO 9004; La Norma ISO 19011; La Norma ISO 14000; La Norma ISO 18000 también conocida como OHSAS y La Norma ISO 22000 (Codex alimentarius et al. 2006; Belibagli et al. 2009).

Componentes documentales del SGC

La implementación del SGC se inicia con la capacitación de la agroempresa desde la gerencia hasta el último empleado; esto permite educar al personal, hacerse menos resistente a los cambios que se generen al adherir a la norma, ensamblar los procesos de manera más eficiente, así como sensibilizar a la organización para crear un sistema gerencial moderno (UTZ Certified 2009), que sea capaz de adaptarse rápidamente al requerimiento del cliente. Posteriormente se realiza el proceso de documentación, mientras que la Gerencia, trabaja con elementos de la planificación estratégica, y deberá estar permanentemente monitoreando el proceso de implementación del SGC. Dentro de los componentes documentales que ayudan al proceso de implementación se incluyen: (Fonseca y Cleves 2009; Correa 2009).

Manual de Calidad (MC)

Es un documento donde se enuncia el compromiso con la calidad de los productos, en general describe el sistema de calidad de la empresa (Contreras 2008). El manual establece los lineamientos a seguir en las actividades de producción para lograr los estándares de calidad requeridos por la organización y sus clientes. Los cuales suelen estar establecidos en normas o códigos de cumplimiento, que la organización implementa con fines de certificación. (UTZ

Certified 2009). De la misma forma el manual de calidad establece el funcionamiento de la organización, la política de calidad, su estructura administrativa, los objetivos y alcances, responsabilidades, funciones de sus integrantes y procesos administrativos entre otros aspectos. Es por tanto, la columna vertebral del SGC y permite a los trabajadores de la Agroempresa entender y dimensionar las reales intenciones en términos de calidad y competitividad (Fonseca y Cleves 2010).

Manual de Procedimientos (MP)

Este documento orienta sobre la forma en que se instrumentará o aplicará la política de calidad en las diferentes áreas que componen la agroempresa y constituye la guía de cómo se deben llevar a cabo las diferentes actividades por parte del personal tanto técnico, administrativo, como de producción. Los procedimientos deben estar escritos y al alcance de quienes necesitan aplicarlos, se presentan de manera detallada, especificando metodologías y herramientas a utilizar (Contreras y Restrepo 2007b).

Manual de Documentación (MD)

Contiene el listado de los documentos que se usan dentro del SGC con sus respectivos códigos, los cuales obedecen al proceso de sistematización interno, además de poseer los formatos que se requieren para consignar la información de las actividades realizadas, con los cuales se construye y configura la trazabilidad del producto. Para estructurar la documentación de todo sistema de gestión es necesario tener en cuenta los requisitos que contempla la norma ISO 9001 (Cleves et al. 2011; Montañez 2009).

Proceso de implementación del SGC con fines de certificación

La certificación es un proceso de inspección y verificación realizado por entidades independientes y especializadas denominadas Empresas Certificadoras (Caplam 2006). Ellas se encargan de evaluar el cumplimiento de requisitos específicos, los cuales se comparan frente a referentes definidos como son las normas técnicas, reglamentos, protocolos o códigos de conducta. El proceso se inicia cuando las agroempresas en forma individual o como grupo de productores asociados deciden desarrollar e implementar el SGC, dando cumplimiento a una norma o protocolo que es seleccionada de acuerdo a las conveniencias comerciales o al interés en un mercado específico (Abarca y Sepúlveda 2001; GLOBALGAP 2007).

La Certificación Agropecuaria es un mecanismo que sirve para identificar el producto, asociando sus características con parámetros específicos de calidad (IFAT 2002), constituyéndose como una herramienta ineludible que facilita a las empresas la introducción de sus productos y servicios en otros mercados. Es una confirmación de manera formal y escrita (licencia o certificado) otorgada por una entidad especializada que otorga al productor o grupo de ellos, la constancia de que cumplen con las normas o especificaciones voluntarias con las cuales se habían comprometido o que están obligados a cumplir (IFAT 2002) y por tanto da la confianza de que el objeto de certificación satisface los requisitos establecidos (Fernández 2003). El proceso de certificación posee un reglamento de contratación y uso; estando acompañado de un proceso que comprende la concesión

de la marca; la auditoria del producto, que pretende verificar los procesos administrativos, técnicos y de producción de las unidades en forma individual o grupal (Hernández 2009); y la sanción de infracciones (IFAT 2002).

Normalización con fines de certificación en Colombia

La normalización es la actividad que consiste en establecer, con respecto a problemas reales o potenciales, disposiciones para uso común y repetido, encaminadas al logro del grado óptimo de orden en un contexto dado (Peinado 2006). En general, es un instrumento de ordenamiento tecnológico, que ofrece a las sociedades y gobiernos, importantes beneficios al facilitar la adaptación de los productos, procesos y servicios a los fines a los que se destinan, protegiendo la salud y el medio ambiente, previniendo los obstáculos al comercio y facilitando la cooperación tecnológica (Contreras y Restrepo 2007a).

En Colombia los procesos de normalización con fines de certificación son vigilados por la superintendencia de Industria y Comercio a la cual se encuentran vinculados organismos de certificación como: Bcs, Controlunión, Biolatina, Biotropico entre otras, encargados de tales tareas. En particular, para el sector hortofrutícola Colombiano, las principales normas, protocolos y/o códigos de conducta que se están implementando con fines de certificación para procesos de exportación, se pueden dividir en cuatro grandes grupos (Conpes 2001; Fernández 2003):

Normas basadas en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)

Las BPA son el conjunto de criterios que

involucran tanto aspectos relativos a la actividad agrícola como los principios de buenas prácticas de manufactura (BPM) y buenas prácticas de higiene (BPH), las cuales son transversales en la producción. Esta unión de criterios son un sistema de aseguramiento de la inocuidad, que con enfoque preventivo se aplican a toda la cadena, reuniendo las condiciones operativas recomendadas para el mejoramiento de los métodos convencionales de producción (Contreras y Restrepo 2007a).

Dentro de este tipo de normas, se destaca la Norma GlobalGap, un protocolo para las buenas prácticas agrícolas para frutas y vegetales que se constituye en requisito de obligatorio cumplimiento para las exportaciones agropecuarias hacia la Unión Europea y Estados Unidos (Ablan 2000; Torrado 2005). Además del sistema ISO 9000, el sistema HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) ha venido implementándose en los sistemas de gestión de calidad y de control de procesos (Manis 1995) tal sistema pretende identificar las amenazas, los puntos críticos de control y las medidas preventivas para la implementación de un sistema de monitoreo en la producción alimentaria (Sandrou y Arvanitoyannis 2000) eliminando o reduciendo con ello los riesgos que puedan afectar la seguridad alimentaria (Codex alimentarius Commission 2003). El sistema HACCP portanto previene los problemas de los productos, en lugar de solucionarlos una vez terminados (Rooney y Kilkelly 2002). Actualmente es común la aplicación del sistema HACCP en conjunto con la implementación conjunta de los sistemas de gestión de calidad ISO 9000, generando un sistema de calidad completo en la industria alimentaria (Pop y Pop 2006). En la actualidad los principios

del sistema HACCP han sido ampliamente implementados en las principales potencias a nivel agroindustrial incluyendo Canadá, países pertenecientes a la Unión Europea, Australia y Nueva Zelanda, constituyéndose como uno de los sistemas de mayor aceptación y éxito (Ropkins y Beck 2000).

La norma nacional NTC 5400, proporciona los requisitos generales y las recomendaciones para el territorio Colombiano. Actualmente se trabaja en un proceso de homologación con Globalgap, para obtener el estándar Colombiagap. En nuestro país bajo esta norma están certificados 559 agricultores con un área total de 140.000 ha., mientras que en otros 100 países existen 100.000 productores certificados (Corpoica 2010). Otras normas basadas en BPA, incluyen la Norma Flor Verde y UTZ Certified (Cáceres 2004).

Normas de producción orgánica

La Unión Europea posee la norma orgánica CEE, que permite al consumidor reconocer como orgánico productos que presentan como principal característica estar exento de residuos químicos contaminantes. Para el caso de Japón se usa la norma Japanese Agricultural Standards (JAS), que limita el uso de agroquímicos y procura mejorar la fertilidad del suelo. Y la norma orgánica de los Estados Unidos USDA NOP, (Pérez 2008), bajo la cual se pueden certificar productos agrícolas y pecuarios (Fedecacao 2010).

Normas ambientales

Se destaca la norma Rainforest Alliance (RAS.) o Bird Friendly; que evalúa criterios ambientales y sociales causados por las actividades agrícolas, que tienen que ser evaluados en

los procesos de inspección, cuenta con 94 criterios, permitiendo la certificación grupal o individual de las fincas (Oyarzún y Tartanac 2002). La norma, estimula a los agricultores y productores forestales a adoptar métodos sostenibles y premia sus esfuerzos. Lidera también un movimiento internacional de turismo sostenible, atrayendo turistas responsables y protegiendo los recursos naturales locales. Por su parte, la norma Veriflora, se destaca en la agricultura sustentable y en programas de etiqueta ecológica, mediante la producción sustentable de cultivos a través del desarrollo de prácticas orgánicas para el control de plagas y enfermedades; la conservación de recursos y eficiencia energética, así como la protección de ecosistemas y manejo integral de desechos, estableciendo metas únicas de reducción de gases de efecto invernadero (Fedecacao 2010).

Normas de Responsabilidad Social

Para el sector agropecuario dentro de este grupo de normas se destacan la certificación Fair Trade o de Comercio Justo, la cual busca que el comercio este basado en el dialogo, transparencia y respeto. La norma certifica únicamente a los productores que se encuentren asociados en cooperativas, asociaciones u otro tipo de organización (FLO 2002).

La norma comercio seguro Business o Alliance for Secure Commerce (BASC), por su parte, es una alianza internacional que promueve un comercio seguro en cooperación con gobiernos y organismos internacionales. Está constituida como una organización sin ánimo de lucro, en la cual participan empresarios de todo el mundo con el propósito común de fortalecer el comercio internacional de una manera ágil y segura. Su misión principal consiste

en eliminar la utilización de mercados lícitos para el transporte de narcóticos y contrabando (Oyarzún y Tartanac 2002).

Ventajas de la implementación del SGC

La implementación del SGC introduce un cambio de paradigma en el manejo tanto de aspectos productivos, administrativo y de mercados, ya que este sistema se convierte se convierte en el pilar de los procesos de la racionalización y uso eficiente de los recurso (Ministerio de Agricultura y Corpoica 2007). El Sistema promueve la sostenibilidad de los procesos productivos, desde un enfoque económico, social y ambiental, en donde el desarrollo y el bienestar social están limitados por los niveles tecnológicos, los recursos del medio ambiente y su resiliencia frente a los efectos de la actividad humana (Portilla 2007).

Desde el punto de vista económico, el SGC motiva la generación de cambios productivos mediante un proceso de reconversión (Arenas 2000), de tal manera que el producto obtenido está en capacidad de satisfacer las exigencias de los consumidores, generando un ingreso extra, mejorando las condiciones de vida y salud de los agricultores y consumidores, y a su vez, garantizando la presencia continua en los mercados.

Desde un enfoque ambiental se protege y fomenta la biodiversidad, se integran corredores biológicos que estimulan distintas relaciones ecológicas, estimulando prácticas de aleopatía y de control biológico, limitando el uso de insumos de síntesis química. Los riesgos fitosanitarios se evalúan con visión integradora (Correa 2009). Se implementan programas de uso eficiente y ahorro de agua, preservando

el medio ambiente (Báez 2006). El uso de las fuentes de energía es más eficiente, se fomentan prácticas de conservación y preparación de suelos. Además, optimiza y racionaliza el uso y disponibilidad de los recursos naturales desatascándose la recuperación y preservación de germoplasma nativo.

Desde el punto de vista social, se valoran los saberes ancestrales o aprendidos, se estimula la capacidad de autogestión, se promociona el liderazgo y se fomentan procesos de capacitación e integración, se impulsa la cultura del éxito (Fernández 2003). Se integra a los agricultores con los avances tecnológicos, se promueve un cambio cultural dejando atrás prácticas engañosas; se impulsa la seguridad alimentaria; se desarrollan relaciones de arraigo con las unidades productivas; y se estimula la organización comunitaria.

Limitantes para la implementación del SGC en el agro Colombiano

Después de efectuar una amplia revisión sobre el estado del arte, los autores concluimos que en nuestro país existen diversos aspectos que limitan la implementación de los sistemas de aseguramiento de la calidad, entre los más importantes se puede mencionar los siguientes:

Limitación Económica

Para la puesta en marcha del SGC y su posterior certificación, es necesario implementar en la agroempresa un proceso continuo de capacitación, conformación de equipos de evaluación y seguimiento, acompañamiento de asesores externos, ajuste y/o adecuación de la infraestructura productiva y tecnológica entre otros aspectos. Lo anterior implica la erogación de recursos económicos que debe

ser provistos por las unidades productivas. Aunado a lo anterior en el país son escasos los estímulos o subsidios económicos para el desarrollo de estas iniciativas, prevaleciendo esfuerzos e iniciativas privadas.

Limitación en el tamaño predial

De acuerdo al interés específico por situar los productos, algunas normas exigen la delimitación de una zona de amortiguamiento, la tenencia de la tierra en Colombia se caracteriza por el micro minifundio, de tal manera que para los pequeños agricultores sea difícil dejar un área sin ningún uso específico, con un fin comercial que facilite su supervivencia.

Período de reconversión

Se refiere a un periodo de transición en la cual se reemplazan o substituyen las prácticas de producción tradicionales por aquellas actividades aceptadas por los modelos de producción orgánica. En dicho periodo la cosecha no será tenida en cuenta como orgánica, ya que como un margen de seguridad se presupone la existencia de trazas químicas en el suelo que puedan contaminar el producto final. Este periodo dependiendo del estándar o norma implementada y las condiciones iniciales del lote de terreno, varía de uno a tres años. Es requisito llevar diversos registros y evidencias del proceso productivo y de manejo.

En este período se ha reportado leves descensos en los niveles de producción, los cuales gradualmente son recuperados y posteriormente superados cuando está en pleno funcionamiento el modelo de producción orgánico, además se logran mayores ingresos por los mayores precios en el mercado de estos

productos los cuales en promedio son del 30%.

Limitación en el mercadeo

Por las limitaciones estructurales del mercado agropecuario en el país y los escasos canales de comercialización para este tipo de productos, no siempre se logran los sobreprecios esperados, aun es limitada la demanda de estos productos y se circunscribe a pequeños nichos de mercado. Se conocen casos algunos episodios donde productos certificados orgánicos no han tenido sobreprecio en los mercados, tal como ocurrió a un grupo de productores de papa en Ventaquemada (Boyacá) quienes por falta de demanda ofertaron su producto en plazas de mercado sin un precio diferencial con respecto a la papa convencional.

Para superar estas distorsiones del mercado es necesario que se fortalezca la cadena de productos orgánicos que lidera el Ministerio de Agricultura, estableciendo contratos forward (venta de futuros) para estos productos, introduciendo incentivos tributarios tanto a productores como a comercializadores, desarrollo de ruedas de negocio y alianzas estratégicas entre organizaciones de productos y agroindustriales así como una mayor difusión publicitaria para incentivar su consumo.

Limitaciones investigativas

En el proceso de revisión de literatura para el desarrollo del presente trabajo se pudo constatar que en Colombia y en general en Suramérica, es escaso el abordaje investigativo sobre los procesos de gestión de la calidad y los procesos de certificación agropecuaria, no existen claros resultados que demuestren que la implementación del SGC en la producción agropecuaria redunde significativamente

en mayores niveles de competitividad (especialmente de mayores ingresos para los productores), ni tampoco en mayores niveles de sostenibilidad ambiental. Por lo que se hace urgente evaluar la incidencia de los procesos de certificación en Agroempresas con diferentes niveles tecnológicos y financiero, estableciendo el comportamiento de indicadores económicos, sociales y ambientales.

Intereses de las empresas certificadoras

Si bien es cierto que la implementación del sistema de gestión de calidad en el sector agropecuario busca optimizar el uso de recursos y estandarizar los procesos de producción con el fin de aumentar los niveles de inocuidad de la producción de bienes alimentarios. Se está haciendo a partir de modelos administrativos y tecnológicos que se han desarrollado en otras latitudes y no siempre responden a la realidad del productor agropecuario colombiano, y aún más a pequeños productores rurales (que son más del 80 % de los productores agropecuarios del país), causando una serie de traumatismos y mayores costos en el proceso de implementación. De otra parte, estos procesos son excluyentes por los altos requisitos en términos tecnológicos y de infraestructura que se requieren para el proceso de certificación, dejando con escasas posibilidades a pequeños productores que no cuente con estos elementos y con los altos recursos que se requieren para su implementación. Dejando únicamente con posibilidades a aquellos con mayor capacidad de negociación, musculo financiero y habilidad para colonizar mercados.

Las empresas de certificación viene promoviendo la certificación como la etapa complementaria a la implementación del SGC,

cual no necesariamente es así, pues la primera simplemente es el aval que estas dan del cumplimiento de un estándar de calidad, que les permite a estas transnacionales cuantiosos ingresos en todo el mundo, sin que ello en realidad fomenta la inocuidad de los alimentos o la preservación del medio ambiente. Es decir el que nuevamente aspectos sensibles para la población humana como alimentos sanos y medio ambiente se convierten en un jugoso negocio por disposición de los países importadores de alimentos, quienes establecen los criterios que los productores deben cumplir.

CONCLUSIONES

El SGC es una decisión administrativa eficiente para superar dificultades productivas, que desde un punto de vista agroecológico, optimiza recursos al efectuarse una adecuada planeación en los procesos productivos. Es un proceso de mejoramiento continuo y verificable del sistema de producción, que permite dar cumplimiento a las normas, códigos y/o protocolos que están exigiendo los mercados especializados a nivel nacional y mundial para asegurar la inocuidad y calidad de los alimentos, a través de la implementación de mecanismos de monitoreo de peligros, valoración y mitigación de riesgos.

El SGC es una herramienta fundamental en los procesos de planeación administrativa y técnica, que promueve la sostenibilidad de los procesos productivos, desde un enfoque administrativo, económico, social y ambiental. Sin embargo las numerosas referencias bibliográficas consultadas, no reportan resultados en cuanto a la parametrización del proceso de certificación y tan solo

reseñan el proceso de aseguramiento de la calidad como una actividad que encarece el proceso productivo. Se requiere de la evaluación de los impactos concretos, medibles, cuantificables y verificables, que sobre las unidades productivas y sus familias eventualmente tengan la implementación de dichas normativas. Así mismo, es necesario medir el impacto de los SGC en términos de indicadores de sostenibilidad con principios de buenas prácticas agrícolas y sus eventuales efectos en los aspectos económico, ambiental y social.

La implementación del SGC es un elemento significativo para mejorar los niveles de calidad de vida de los productores y la salud de los consumidores, preservando las condiciones ambientales. El Estado Colombiano debe procurar en sus políticas agrícolas la inclusión de estímulos o subsidios a los agricultores interesados en articularse a mercados específicos, caracterizados por la alta competitividad y cumplimiento en la oferta.

REFERENCIAS

- Abarca, R. y Sepúlveda, S. 2001.** Eco-etiquetado: Un Instrumento para Diferenciar Productos e Incentivar la Competitividad. Cuaderno Técnico N° 17, IICA, Coronado, Costa Rica, p67.
- Ablan, E. 2000.** Políticas de Calidad en el Sistema Agroalimentario Español. *Agroalimentaria* 16(10):63-72.
- Aggelogiannopoulos, D., Drosinos, E. y Athanasopoulos, P. 2007.** Implementation of a quality management system (QMS) according to the ISO 9000 family in a Greek small-sized winery: A case study. *Food Control* 18:1077–1085.
- Almirall, P., Escobedo, A. y Cimerman, S. 2008.** *Cyclospora cayetanensis* un protozoo intestinal emergente. *Revista Panam Infectol* 10(1):24-29.
- Arenas, A. 2000.** El aseguramiento de la calidad e inocuidad de los alimentos. Editorial Retina, Bogotá, p. 273.
- Báez, W. 2006.** El principio de sistemas aplicado a la cuenca hidrográfica. Memorias II Curso internacional de agroecología. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Agosto de 2006, p356.
- Belibagli, K., Vardin, H. y Dalgic, A. 2009.** Application of food safety and quality management systems to bulgur processing. *Ital. J. Food Sci.* 4(21):499-515.
- Bertalanfly, L. 1976.** Teoría General de Sistemas. Petrópolis, Vozes, p284.
- Borrego, D. 2010.** Herramientas para la Mejora Continua, Ciclo Deming. <http://www.blogcatalog.com/search.frame=ciclo+deming> [4 Marzo 2012].
- Cáceres, N. 2004.** Nuevos Sistemas Agrarios y su posicionamiento en la cadena agroalimentaria. Informe de la Agricultura Familiar en España, p321.

- CAPLAM. Comisión Latinoamericana de Productividad y Medio Ambiente. 2006.** Metodología para la Certificación ISO 9001:2000 de Empresas. http://www.clapam.com/paginas/4asesoria_certificacion.htm [26 Junio 2012].
- Capra. 1998.** La trama de la vida: una nueva perspectiva de los seres vivos. Anagrama. Barcelona. Caps I-III, p286.
- Castellanos, O. 2004.** Gestión siglo XXI. Nuevas tendencias en la gestión organizacional. www.virtual.unal.edu.co/cursos/economicas/2008551/index.html [16 Julio 2012].
- CCI, 2004.** Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para la producción de hortalizas limpias en la sabana de Bogotá. Servicio Nacional De Aprendizaje, Sena, Bogotá, p59.
- Cleves, J., Fonseca, J. y Muñoz, N. 2011.** El sistema de gestión de calidad: elemento para la competitividad y la sostenibilidad de la producción agropecuaria en Colombia. Revista de investigación agraria y ambiental 2(1):9-21.
- Codex Alimentarius. 1993.** Directrices para la aplicación del Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos (ARCPC). ALINORM 93/13A Apéndice II. NACMCF: National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Food. Hazard analysis and critical point system. Revista Internacional de Microbiología de Alimentos 16:1-23.
- Codex Alimentarius Commission. 2003.** Hazard Analysis and Critical Control Point (HACC P) system and guidelines for its application. En: "Food Hygiene Basic Texts" Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization, Rome, p369.
- Codex Alimentarius Commission, Organización Mundial de la Salud y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2006.** Tercera edición. Roma. http://ftp.fao.org/codex/Publications/understanding/Understanding_ES.pdf. Consulted [15 Noviembre de 2009].
- Conpes, 2001.** Atributos de confianza, normas y certificación: comparación de estándares para hortalizas. <http://www.infoagro.com> [Julio de 2010].
- Contreras, A. y Puentes, D. 2009.** Diseño del sistema de certificación de fincas ovinas en la provincia norte del departamento de Boyacá. Tesis Administrador de empresas agropecuarias. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Duitama, p189.
- Contreras, U. 2008.** El sistema de gestión de la calidad en la empresa agropecuaria. Editorial ECOPANGE Ltda., Bogotá, p73.
- Contreras, U. y Restrepo, S. 2007a.** Guía de la auditoria en el sistema de control interno para empresas agropecuarias. Editorial ECOPANGEA Ltda., Bogotá, p65.

- Contreras, U. y Restrepo, S. 2007b.** Manual de implementación del sistema de control interno como herramienta indispensable para el sector agropecuario. Editorial ECOPANGEA Ltda., Bogotá, p87.
- Corpoica, 2010.** IV Seminario Nacional sobre avances en Buenas Prácticas Agropecuarias BPA en Colombia y I Encuentro de productores certificados en BPA. Corpoica, Mosquera, septiembre de 2010, p123.
- Correa, C. 2009.** Normatividad en la Producción Agropecuaria en Colombia: aspectos generales. Universidad Nacional de Colombia. <http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/panimal/docs/Normatividad.pdf> [20 Septiembre 2012].
- Deming, E., Medina, N. y Gozalbes, M. 1989.** Calidad, Productividad y Competitividad: La Salida de la Crisis. Primera edición, Ediciones Díaz de Santos, Madrid, p412.
- Espejo, C. 2009.** Sistema de Explotación Ganadera. Notas en torno a su concepto. Lurralde. Investigación y Espacio 1(19):89-104.
- Fedecacao. 2010.** Alternativas de certificación para el cultivo de cacao. Federación Nacional de Cacaoteros, XXVIII Congreso nacional cacaotero. Septiembre 15 -18 2010. Bogotá, p73.
- Fernández, L. 2003.** "Las certificaciones de calidad. Análisis de riesgos y control de puntos críticos", en Álvarez, J. y Camacho, F. (coord.) Innovaciones en el Sector Hortofrutícola Español. Secretaría General Técnica del MAPA, Madrid. ISBN84-491-0577-3, p95-113.
- FLO, 2002.** Overview of Fairtrade certified associations and plantations per country. Información proporcionada por Fairtrade Labelling Organizations International, p49.
- Fonseca, J. y Cleves, A. 2010.** Manual técnico del cultivo de cebolla puerro (*Allium porrum*) bajo enfoque de buenas prácticas agrícolas en el distrito de riego del alto chicamocha. Orión editores, Bogotá, p156.
- Fonseca, J. y Cleves A. 2009.** Los sistemas de gestión de la calidad en la producción de ajo y cebolla en Colombia. Memorias Simposio internacional de cebolla y ajo en el trópico. Paipa (Boyacá), septiembre de 2009, p174.
- Fonseca, J. 2007.** Contribución al análisis del estado de desarrollo de microempresas agroindustriales del sector lácteo en el corredor central de Boyacá. Tesis Maestría en Desarrollo Empresarial Agropecuario, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Gallardo, F. 2000.** Pasos para implementar un Sistema de Gestión de la Calidad basado en la norma internacional ISO 9001:2000. http://www.degerencia.com/articulo/pasos_para_implementar_un_sistema_de_gestion_de_calidad_basado_en_la_norma_internacional_ISO_9001 [15 Octubre 2012].

- GLOBALGAP. 2007.** Reglamento General Aseguramiento Integrado De Fincas: Certificación de grupo Cod Ref: IFA 3.0-1 GR III Versión: V3.0-1 July 2007, p3.
- Hernández, L. 2009.** Certificación Agropecuaria. <http://www.ciat.cgiar.org/agroempresas/pdf/certificacion> [20 Mayo 2010].
- IFAT. 2002.** Estándares para las organizaciones de Comercio Justo. Versión revisada tras reunión del Comité Ejecutivo de IFAT del 16.02.02. Grupo de trabajo de los estándares, p10.
- ISO. 2000a.** International Standard ISO 9000:2000. Quality management systems Fundamentals and vocabulary. Geneva: ISO.
- ISO. 2000b.** International Standard ISO 9001:2000. Quality management systems Requirements. Geneva: ISO.
- Manis, M. 1995.** The HACCP system and how it fits into FSIS programs. En "HACCP in Meat, Poultry and Fish Processing" (A. M. Pearson and T. R. Dutson, eds.), Blackie Academic and Professional, Londres, p9-35.
- Mateos, M. 2002.** Seguridad e Higiene en el sector de frutas y hortalizas. Temas de Actualidad No. 3. AINIA, Instituto Tecnológico Agroalimentario, España, p135.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural., SENA. y SAC. 2005.** Buenas Prácticas Agrícolas. Produmedios, Bogotá, p70.
- Ministerio de Agricultura y desarrollo rural y Corporación Colombiana de investigación agropecuaria. 2007.** Guías para la implementación de buenas prácticas ganaderas. Bogotá.
- Montañez, S. 2009.** Diseño del sistema de certificación de conformidad de producto para BCS Oko garantie. Tesis Administrador de empresas agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Duitama.
- Murcia, H. 2007.** Creatividad empresarial para la educación agropecuaria. Segunda edición. Universidad de la Salle, p311.
- Linares, N. y Salamanca, Y. 2003.** Determinación e la capacidad de interacción de las empresas en un ambiente competitivo caso: empresas biotecnológicas. Tesis administradora de empresa. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias económicas y administrativas, Bogotá.
- Oyarzún, M. y Tartanac, F. 2002.** Estudio sobre los principales tipos de sellos de calidad en alimentos a nivel mundial. Estado actual y perspectivas de los sellos de calidad en productos alimenticios de la agroindustria rural en América Latina. FAO, Santiago, Chile, p97.
- Peinado, J. 2006.** El proceso de certificación en la agricultura orgánica y los mercados verdes. Primer diplomado Internacional Agroecología y agricultura orgánica en el trópico, Tunja, p77.

- Pérez, L. 2008.** Actualización NOP. http://www.ocia.org/ResourceCenter/Training/NOP_SP/7_NOP_Actualizacion_Final.pdf [3 Marzo 2010].
- Pop, C. y Pop, I. 2006.** Calitate, siguranta si competitivitate prin integrarea sistemelor moderne de management. Lucr. st., seria Zootehni. Editura „Ion Ionescu de la Brad” Iaşip 49:847- 853.
- Pop, C., Costin, P., Stef, D. y Mircean, I. 2011.** The evolution of non-animal food production sector in Iasi county under the european norms on food quality and safety. *Lucrări științifice* 54(1):261-266.
- Portilla, V. 2007.** Entorno de la cadena productiva de las plantas aromáticas, medicinales y condimentarias en Colombia. En: *Perspectivas del agronegocio de hierbas aromáticas, culinarias y medicinales. Proyecto Hierbas Aromáticas. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá* p86.
- Rooney, J. y Kilkelly, J. 2002.** On Today's Menu: Quality Case study shows how HACCP helps ensure farm to table food safety. *Quality Progress* 35(2):25-32.
- Ropkins, K. y Beck, A. 2000.** Evaluation of worldwide approaches to the use of HACCP to control food safety. *Trends in Food Science & Technology* 11:10-21.
- Sandrou, D. y Arvanitoyannis, S. 2000.** Application of hazard analysis critical control point (HACCP) system to the cheese-making Industry: a review. *Food Rev. Int.* 16(3):327-368.
- Spiegel, M., Luning, P.A., Ziggers, G.W. y Jongen, W. M. F. 2003.** Towards a conceptual model to measure effectiveness of food quality systems. *Trends in Food Science and Technology* 14(10):424-432.
- Torrado, A. 2005.** Buenas prácticas agrícolas. Sistema de aseguramiento de la inocuidad de los alimentos. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín Técnico. Bogotá. p16.
- UTZ Certified good Inside. 2013.** Código de conducta para productor. <https://www.utzcertified.org/es/sobreutzcertified> [19 Marzo 2013].
- Venegas, R. 2010.** Buenas Prácticas Pecuarias. <http://www.faanacar.cl/UserFiles/File/presentaciones/Rio%20Verde%202006/4RaulVenegasProducciónLimpia.pdf> [Julio de 2012].

REVISTA TEMAS AGRARIOS

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

La Revista Temas Agrarios publica artículos con la siguiente tipología:

Artículo de investigación científica y tecnológica: Documento que presenta de forma detallada resultados originales de proyectos de investigación, con un mínimo de 30 referencias.

Artículo de revisión: Documento que describe un análisis sistematizado y la integración de investigaciones con un mínimo de 50 referencias, de las cuales el 60% debe provenir de artículos publicados en los últimos 5 años. Estos trabajos son solicitados expresamente por el Comité Editorial.

Artículo de reflexión: Documento que presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales, con un mínimo de 20 referencias.

Nota técnica. Documento que describe nuevas técnicas de laboratorio o de campo, o modificaciones realizadas a una técnica ya establecida, resaltando las ventajas que presenta el nuevo procedimiento desarrollado; con un máximo de ocho páginas, incluidas figuras, tablas y referencias.

Cartas al editor: Posiciones críticas analíticas o interpretativas sobre los artículos publicados en la revista.

Editorial: Documento escrito por el editor, un miembro del comité editorial o un investigador

invitado sobre orientaciones en el dominio temático de la revista.

Los artículos deben ser remitidos al correo electrónico revistatemasagrarios@unicordoba.edu.co ó temasagrarios@fca.edu.co, acompañado de una carta remisoría firmada por todos los autores declarando expresamente que el manuscrito es original, que todos conocen y están de acuerdo con su contenido e igualmente, que no ha sido publicado anteriormente ni está siendo sometido simultáneamente a publicación en otra revista. Todo documento propuesto para publicación tendrá una revisión preliminar por parte del Comité Editorial, quienes corroborarán que el documento está escrito siguiendo las normas establecidas por la revista y determinarán su pertinencia para publicación. Una vez verificado esto, los artículos serán arbitrados por pares científicos externos y expertos en el área específica del conocimiento, quienes en forma anónima determinarán: 1) publicar sin modificaciones, 2) publicar con modificaciones menores, 3) publicar después que se ha efectuado una revisión a fondo y 4) rechazar el artículo. Si llegase a presentarse una diferencia de conceptos entre los evaluadores con relación a la aceptación o rechazo del artículo, el artículo será enviado a un tercer evaluador que determinará la decisión final. Los manuscritos que no sigan las normas de presentación se devolverán a los autores sin pasar por el proceso de evaluación. Una vez aceptado el artículo para publicación el Comité Editorial solicitará enviar una declaración de cesión de los derechos de reproducción y divulgación

por cualquier medio y en cualquier lugar, la cual debe ser firmada por todos los autores.

Los artículos deben venir escrito en formato Word en una sola columna a doble espacio, en tamaño carta, letra Arial a 12 puntos y márgenes de 2,5 cm; no debe exceder las 25 páginas (incluyendo tablas y figuras). La Revista Temas Agrarios acepta para publicación artículos en español, portugués e inglés.

Estructura del manuscrito

Título en español e inglés. Debe identificar la investigación realizada, ir escrito en mayúscula, centrado y ser breve (no exceder 15 palabras); si ello no es posible deberá incluir un subtítulo.

Título breve. Los autores deben suministrar un título corto no mayor a seis palabras, para ser ubicado en las páginas interiores del artículo publicado.

Autor(es). Debe ir debajo del título e incluir primer nombre, inicial del segundo nombre si lo tiene y primer apellido. Los autores se nombran de acuerdo con la importancia de su contribución a la investigación o en la preparación del artículo. En nota de pie de página se indicará formación académica, cargo actual, institución a la que pertenece, ciudad, país. El autor responsable de la correspondencia debe venir señalado con asterisco, tener dirección completa, número telefónico y de fax y dirección electrónica.

Resumen. Debe ser escrito en un solo párrafo sin exceder las 250 palabras para artículos de investigación y de revisión, y máximo 100 palabras para notas de investigación. Informará sobre la justificación para resolver el problema, objetivo, metodología, resultados más relevantes y conclusiones de la investigación

haciendo énfasis en los logros alcanzados. En el resumen no se incluyen citas bibliográficas, figuras, ni tablas. Los artículos en español o portugués deben incluir el abstract en inglés y los que estén escritos en inglés, un resumen en español.

Abstract. Corresponde a una traducción fiel del resumen al idioma inglés.

Palabras clave, key words. Una lista de máximo seis palabras clave deben ser incluidas, y su respectiva traducción al idioma Inglés (key words), y colocadas después del resumen y abstract, respectivamente. Las palabras pueden estar incluidas en el título.

Organización del texto. El cuerpo del artículo debe estar dividido en **introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones, agradecimientos (opcional) y referencias bibliográficas.** Los títulos principales del cuerpo del trabajo deben ser centrados y escribirse en mayúscula y negrita separados por doble espacio. Los subtítulos deben ir en negrita con la inicial en mayúscula, alineados a la izquierda y separados con espacio sencillo del párrafo.

Introducción. Debe formular el estado del arte del tema a investigar, sustentado en revisiones actualizadas, resaltar la importancia y necesidad de la investigación, así como indicar los objetivos que se persiguen con la realización del trabajo.

Materiales y métodos. Esta sección debe ser escrita de forma lógica y con los detalles suficientes que permita la replicación de la investigación por parte del lector. Si la metodología ha sido publicada, se explica brevemente dando la cita de la publicación

original. Si la metodología ha sufrido modificaciones, debe contener esos cambios. Debe incluir el sitio experimental, materiales y equipos utilizados, métodos, técnicas, diseño experimental y análisis de los datos. En caso que se mencione el uso de un software para el análisis de los datos, se debe especificar o señalar la versión y licencia o uso libre.

Resultados y discusión. Deben ser incluidos en la misma sección. Los resultados deben redactarse en forma impersonal y concurrente con la formulación de los objetivos, métodos y deben limitarse a los datos obtenidos y presentarse en una secuencia lógica. La discusión debe establecer una relación entre los resultados encontrados en el presente trabajo y los reportados recientemente por otros autores, realizando las respectivas citas bibliográficas de éstos. Las tablas y figuras deben ser citadas en el texto pero presentarse al final en hojas separadas e independientes para cada una. La información que se presenta en las gráficas no debe ser repetición de la presentada en las tablas. Cuando se citen tablas o figuras dentro del texto no colocar punto después de la numeración de las mismas.

Enumeración y medidas. Use números cada vez que éste es seguido por una unidad estándar de medida, ej: 1 g, 9 cm; en otro caso, use palabras desde cero a nueve y números para cantidades superiores. Los denominadores de unidades deben escribirse con índices negativos, ej: $\text{kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$, g m^{-2} . Reporte todos los datos numéricos tomando con base el Sistema Internacional de Unidades.

Nombres y términos. Use letras itálicas para nombres científicos de organismos e incluya los nombres de los clasificadores solamente refiriéndose al organismo utilizado

en la investigación. El nombre del cultivar o variedad debe encerrarse en comillas cuando este es escrito después del nombre científico. Las especies de plantas y animales deben referirse por su nombre común. El nombre científico y el clasificador deben escribirse completamente cuando la especie de planta es enunciada por primera vez en el texto o resumen para las especies vegetales utilizadas en la investigación. Pesticidas deben referirse por su ingrediente activo aprobado. Los nombres de los productos comerciales deben llevar la anotación de marca registrada, cuando sea estrictamente necesario que aparezcan los nombres comerciales.

Estadísticas. El diseño estadístico debe ser descrito claramente en Materiales y Métodos. Los datos deben ser analizados por los métodos estadísticos apropiados. Al reportarse datos cuantitativos, debe ser reportada una medida de variabilidad (desviación estándar o error estándar).

Tablas. Se acepta un máximo de tres tablas por manuscrito. Deben estar citadas en orden numérico en el texto. El título debe ser conciso y autoexplicativo del contenido de la tabla y debe ir en la parte superior (**Tabla 1**. Título en letra normal). Se pueden utilizar notas al pie de la tabla. Se pueden dejar las líneas horizontales del cuerpo de la tabla y se deben eliminar las líneas horizontales internas en la tabla. No debe haber líneas verticales internas a los datos dentro de la tabla.

Figuras. Se acepta un máximo de tres figuras por manuscrito. Las figuras deben enumerarse dentro del texto y el título debe ir en la parte inferior (**Figura 1**. Título en letra normal). Estas deben estar en los siguientes formatos: *.jpg, *.tif, *.bmp, *.gif, *.eps. Las imágenes deben

tener suficiente resolución (mínimo 150 dpi). Todas las figuras deben presentarse en blanco y negro, y a menos que sea estrictamente necesario a color. Las figuras deben ser proyectadas para encajar en una columna, dos columnas o una página completa. Las líneas deben tener un grosor mínimo de 0,5 puntos y las letras deben estar en proporción con la figura con un tamaño suficiente para ser reducidas sin perder claridad. Las fotografías en colores son aceptadas; sin embargo, la versión impresa será en blanco y negro, a menos que sea estrictamente necesaria su presentación a color.

Conclusiones. Deben ser claras, concisas y originarse de los resultados obtenidos en el trabajo.

Agradecimientos. Son potestad del autor, éstos deben ser el reconocimiento a contribuciones que tuvieron un impacto significativo en la ejecución del trabajo y que han sido realizadas por personas, entidades oficiales u organizaciones no gubernamentales.

Referencias. Las referencias deben ser ordenadas alfabéticamente y sólo se debe hacer referencia de la bibliografía mencionada en el interior del artículo. Cite las referencias en el texto con apellido del autor (es) y el año (sin coma entre ellos) ejemplos: (Gutiérrez 2008); (Gutiérrez y Lozano 2008). Cuando son más de dos autores, use “et al”, ejemplo: (Gutiérrez et al. 2008), pero en las referencias deben ser registrados todos los autores. Cuando se incluyan referencias aún sin publicar, se debe indicar el nombre de la revista y la fecha anticipada de publicación y citarlas como “artículo en impresión”.

Dentro del texto, se utiliza una variante del

sistema Harvard:

1. Cuando el nombre de los autores son parte de la oración, ej: Gutiérrez (2008), Gutiérrez y Lozano (2008) o Gutiérrez et al. (2008),
2. Cuando el nombre de los autores va al final de la frase o del párrafo, ej: (Gutiérrez 2008); (Gutiérrez y Lozano 2008) o (Gutiérrez et al. 2008).
3. Cuando se citen dos artículos del mismo autor, ordenar del más antiguo al más reciente, ej: (Gutiérrez 2008, 2009). Cuando se citen dos artículos del mismo autor en un mismo año, colocar al año letras minúsculas ej: (Gutiérrez 2008a, 2008b). Cuando se citan múltiples artículos de autores diferentes, se ordenan cronológicamente, ej: (Bustos 2007; Gutiérrez 2008; Lozano 2009)

Para la estructura de referencias bibliográficas, se pueden interpretar los siguientes ejemplos de referencias (**Preste atención a los espacios, negritas y signos de puntuación**):

Artículo de revista: Autor(es) (primer apellido, inicial del primer nombre), año, título del artículo, nombre completo de la revista, volumen, número (en paréntesis) y páginas.

Ejemplo: **Gómez, R., Contreras, P. y Sánchez, J. 1998.** Efecto de diferentes dosis de nitrógeno en el rendimiento de maíz (*Zea mays*). Revista Temas Agrarios 5(2):12-18.

Libro: Autor (es), año de publicación, título, editorial o entidad responsable de la publicación, ciudad de edición y páginas.

Ejemplo: **Rivera, J. y Pérez, M. 2003.** El cultivo del maíz. Fenalce, Bogotá, p314-356.

Libro con capítulos editados: Autor del

capítulo, año, título del capítulo, En: nombre del editor (Ed), título del libro, editorial, ciudad de edición y páginas.

Ejemplo: **Fernández, R. y Escobar, L. 1995.** Métodos de propagación. En: Jimenez, C. y Carmona, J. (Ed). El Cultivo del Mango. Ediciones Mundial, Bogotá, p126-157.

Tesis de grado: Autor(es), título del trabajo, título de grado, Universidad que lo otorgó, ciudad sede de la universidad.

Ejemplo: **Pastrana, I. 2007.** Micropropagación de caña flecha (*Gynerium sagittatum* Aubl.). Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Córdoba, Montería.

Ponencia en un Congreso: Autor(es). Año. Título de la ponencia, memoria del congreso, entidad que editó las memorias, ciudad, fecha, páginas.

Ejemplo: **Miranda, D. 2006.** Estado actual y tendencias de la horticultura en el mundo y su relación con la horticultura colombiana. Memorias I. Congreso Colombiano de Horticultura. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá, junio de 2003, p19-36.

Citas de documentos en línea

CD-Rom: Autor/editor. Año. Título. [Medio]. Disponible: Proveedor, dirección; Sitio de Internet, URL. [Fecha de acceso],

Ejemplo: **Martínez, M. 2007.** Biblioteca virtual de plantas en peligro de extinción [CD-ROM]. Internet, <http://www.portalecologico.org> [1 Octubre 1998].

Sitio de Internet: Autor/editor. Año. Título. URL [Fecha de acceso]

Ejemplo: **Cabrera, B. 1998.** Cambios genéticos en plantas cultivadas in vitro. <http://www.biotec/veg/res.agr.co.htm> [1 Octubre 1998].

El Comité Editorial se reserva el derecho de aceptar o rechazar las colaboraciones científicas, Igualmente, el de hacer cualquier modificación editorial que estime conveniente para mejorar la presentación.

Las ideas y afirmaciones emitidas por los autores son responsabilidad de éstos y no expresan necesariamente las opiniones y políticas de la Universidad de Córdoba.

Comité Editorial Revista Temas Agrarios
Universidad de Córdoba Carrera 6 No. 76–103
Facultad de Ciencias Agrícolas
Teléfono: (4) 7860255 / 7561413 Fax: (4) 7860255
AA: 354 Montería, Colombia
Email:
revistatemasagrarios@unicordoba.edu.co;
temasagrarios@fca.edu.co

JOURNAL TEMAS AGRARIOS INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Temas Agrarios publishes research articles, review papers, reflection papers, technical notes, letters to the editor and editorials.

Research paper: Manuscript that presents results of an original research project, with a minimum of 15 references.

Review article: A document that describes a systematic analysis and integration of research with a minimum of 50 references of which 60% most come from articles published over the past 5 years. These works are specifically requested by the Editorial Board.

Reflection paper: Document presenting finished research results from an analytical, interpretative or critical perspective, on a specific topic, using original sources, with a minimum of 20 references.

Technical notes: A technical note is a document that provides additional technical details on a technology, product or application. It can be a report of new techniques or modifications that significantly enhance current techniques or the application of a new method.

Letter to the editor: Explain, amplify, or otherwise comment on research published in the journal or elsewhere.

Editorial: Manuscript expressing the opinion of the journal editor, a member of the journal editorial staff or an invited scientific.

All manuscripts should be sent to revistatemasagrarios@unicordoba.edu.co or temasagrarios@fca.edu.co. Authors must include a letter certifying that the paper is original, the article has not been sent simultaneously to another journal for publication, and that they know and agree with the content of the journal.

The editorial committee will determine if the contents of the manuscripts is appropriate for publication in Temas Agrarios and the manuscripts conforms to the style and format requirements given below. The pre-selected articles will be sent to a two anonymous peer reviewers. Scientific peers will determine if: 1) The article can be published without modifications; 2) The paper needs minor changes; 3) The manuscript needs major modifications or 4) The manuscript is not appropriate for publication. If reviewers do not agree in their evaluation, manuscripts will be sent to a third anonymous peer for evaluation. The third peer will determine the final changes. The final version of the paper accepted for publication must be sent with a letter signed by the authors giving the right to the editorial committee of this journal to reproduce or to transmit by any means the content of the manuscript.

Manuscripts should be written in English, Spanish or Portuguese. Text manuscript must be double spaced throughout. Articles should be written in a single column, 12 pt Arial font, 2,5 cm margins and no more than 25 pages length including tables and figures.

Structure of the manuscript

Title: Must be in Spanish or Portuguese and in English. Title should be in capital letters, centered and brief (no more than 15 words in length). If the title is longer, a subtitle should be included.

Short title: Authors should submit a short title (no more than six words in length) to be included as a footprint on the body of the manuscript.

Authors: The name of the authors should be below the title. It should include first name and the first letter of the second name, if given, and last name. Authors should be listed based on their contributions to the research performance or on the paper elaboration. All the author information (academic degree, position, affiliation, organization and location (city and country) have to be posted in a footprint. The name of the main author should be marked with a star, and all his or her contact information, including his or her e-mail address, must be given.

Abstract. Should be written in a single paragraph not exceeding 250 words for research articles and review, and no more than 100 words for research notes. Will include the rationale for resolving the problem, objective, methodology, more relevant results and findings of the investigation with an emphasis on achievements. The abstract does not include references, figures, or tables. Articles in Spanish or Portuguese must include an abstract in English and those that are written in English, a summary in Spanish.

Key words: Should be placed below the abstract and may not exceed six words.

Organization of the text. The body of article in *Temas Agrarios* includes an **introduction, materials and methods, results and discussion, conclusions, acknowledgements (optional), and references.** The main titles in the body of the manuscript must be centered, black font color and capital letters. Double-spaced should be placed after the main titles. Sub-titles must be placed at the left margin and the initial letter should be capital and separated by a single space from the paragraph below.

Introduction: This section should provide sufficient background information to allow readers to understand and evaluate the paper's results. The introduction should present the nature and scope of the problem, review the pertinent literature, and provide an explanation of the general approach and objectives.

Materials and Methods: In the Materials and Methods section, give enough detail to allow a competent scientist to repeat the experiments. This section may be arranged in any logical manner and may include tables and figures.

Authors should describe the whole procedure, if their methodology is original. A brief description of the procedure should be explained with a citation of the respective source. Authors should indicate modifications made to any methodology previously published. The materials and methods section should describe place, materials and instruments, techniques, experimental designs and analysis of the data. Software version, brand and company should be specified.

Results and Discussion: This section needs to be written in an impersonal way and in agreement with the research objectives and methods. Results should be compared to previous finding of other authors, followed by the citation of the respective source. Use tables, graphs, and other illustrations in this section to provide a clear understanding of representative data obtained from the experiment. Although, tables and illustrations should be cited on the body of this section, they need to be individually placed in separated sheet at the end of the paper.

Enumeration and measurement. Use numbers whenever it is followed by a standard unit of measurement, e.g., 1 g, 9 cm, otherwise, use words from zero to nine and numerals for higher amounts. The denominators of units should be written with negative indices, e.g., $\text{kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$, g m^{-2} . Report all figures taken based on the International System of Units.

Names and terms. Use italics for scientific names of organisms and include the names of the classifiers only referring to the organism used in the investigation. The variety name must be enclosed in quotes when it is written after the scientific name. The species of plants and animals must refer to its common name. The scientific name and the classifier must be written completely when the plant species is first enunciated in the text or summary for plant species used in research. Pesticides should be referred by their active ingredient approved. The names of commercial products must bear the proprietary annotation, when strictly necessary trade names appear.

Statistics. The statistical design should be clearly described in Materials and Methods.

The data should be analyzed by appropriate statistical methods. To report quantitative data should be reported a measure of variability (standard deviation or standard error).

Tables. A maximum of three tables for the manuscript will be accepted. Must be cited in numerical order in the text. The title should be concise and self-explanatory of the contents of the table and should be in the top (Table 1. Text of the table in normal font). Table footnotes can be used. Horizontal lines of the table body must be maintained and should be eliminated internal horizontal lines in the table. There should be no internal vertical lines to the data within the table.

Figures. A maximum of three figures for the manuscript will be accepted. Figures should be listed in the text and the title should be in the bottom (Figure 1. Text of the figure in normal font). These must be in the following formats: jpg, *. tif, *. bmp, *. gif, *. eps. Images must have sufficient resolution (minimum 150 dpi). All figures should be in black and white, unless color is absolutely necessary. Figures should be designed to fit in one column, two columns or an entire page. The lines must have a minimum thickness of 0.5 points and letters must be in proportion to the figure with a sufficient size to be reduced without losing clarity. The color photographs are accepted, but the print is in black and white, unless strictly necessary submission to color.

Conclusions: Should be clear, concise and arise from the results of the work.

Acknowledgements: Are the author's authority, they must be the recognition of contributions that had a significant impact on the performance

of work and have been made by individuals, government entities or NGOs.

References. References should be listed alphabetically and should only refer to the literature mentioned within the article. Cite references in the text the surname of the author (s) and year (no comma between them) examples: (Gutiérrez 2008), (Gutierrez and Lozano 2008). When more than two authors, use “et al”, e.g., (Gutiérrez et al. 2008), but references must be recorded all authors. When including references not yet published, must indicate the name of the magazine and the anticipated date of publication and name them as “an article in print.”

Within the text, a variant of the Harvard system is used:

1. When the names of the authors are part of the sentence, e.g., Gutierrez (2008), Gutierrez and Lozano (2008) and Gutiérrez et al. (2008).
2. When the names of the authors are at the end of the sentence or paragraph, e.g., (Gutiérrez 2008), (Gutierrez and Lozano 2008) or (Gutiérrez et al. 2008).
3. When citing two articles by the same author, order from oldest to most recent, e.g., (Gutiérrez 2008, 2009).
4. When citing two articles by the same author in the same year, a year place lowercase letters e.g., (Gutiérrez 2008a, 2008b).
5. When citing multiple articles by different authors are listed chronologically, e.g.,

(Bustos 2007, Gutiérrez 2008, Lozano 2009)

For the structure of references, the following examples of references can be interpreted (Pay attention to the spaces, bold and punctuation):

Journal article: Author (s) (surname, first name initial), year, article title, journal name, volume number (in parentheses) and pages.

Example: **Gómez, R., Contreras, P. and Sanchez, J. 1998.** Effect of different nitrogen rates on yield of maize (*Zea mays*). *Agricultural Issues Magazine* 5 (2):12-18.

Book: Author (s), year of publication, title, publisher or entity responsible for the publication, city of publication and pages.

Example: **Rivera, J. and Perez, M. 2003.** The cultivation of maize. Fenalce, Bogotá, p314-356.

Book chapters published: Author of chapter, year, chapter title, In: Name of editor (Ed.), book title, publisher, city of publication and pages.

Example: **Fernández, R. and Escobar, L. 1995.** Propagation methods. In: Jimenez, C. and Carmona, J. (Ed). *Cultivation of Mango*. World Publishing, Bogotá, P126-157.

Thesis: Author (s), title, degree, University awarded him, site of the university.

Example: **Pastrana, I. 2007.** Micropropagation of sugarcane arrow (*Gynierium sagitatum* Aubl.). *Agricultural Engineer thesis*, Universidad de Cordoba, Monteria.

Presentation at a Congress: Author (s). Year. Title of the presentation, the conference report, the entity that published the reports, city, date, pages.

Example: **Miranda, D. 2006.** Current status and trends of horticulture in the world and its relationship with Colombian horticulture. I. Reports Colombian Congress of Horticulture. Colombian Society of Horticultural Science, Bogotá, June 2003, p19-36.

Dating Online Documents

CD-Rom: Author / editor. Year. Title. [Medium]. Available: Supplier, Address, Website, URL. [Date accessed]

Example: **Martínez, M. 2007.** Virtual Library endangered plants [CD-ROM]. Internet, <http://www.portalecologico.org> [October 1, 1998].

Web Site: Author / editor. Year. Title. URL [Access date]

Example: **Cabrera, B. 1998.** Genetic changes in plants grown in vitro. <http://www.biotec/veg/res.agr.co.htm> [October 1, 1998].

The Editorial Board reserves the right to accept or reject scientific collaborations, also the publisher to make any changes that it deems appropriate to improve the presentation.

The ideas and statements issued by the authors are their responsibility and do not necessarily express the views and policies of the University of Córdoba.

Magazine Editorial Committee Agricultural Issues.

University of Córdoba Carrera 6 No. 76-103
Faculty of Agricultural Sciences.

Phone: (4) 7860255 / 7561413 Fax: (4) 7860255

AA: 354 Monteria, Colombia.

Email:

revistatemasagrarios@unicordoba.edu.co;
temasagrarios@fca.edu.co

ÁRBITROS REVISTA TEMAS AGRARIOS 18 (1) 2013

REFEREES JOURNAL TEMAS AGRARIOS 18 (1) 2013

Barraza Álvarez Fernando Vicente. Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Universidad de Córdoba. Montería, Colombia.

Barrera Violet José Luis. Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Universidad de Córdoba. Montería, Colombia.

Barrios Trilleras Alonso. Ingeniero Forestal, Ph.D. Instituto de Manejo Forestal, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

Betancourth García Carlos Arturo. Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Universidad de Nariño. Ipiales, Colombia.

Francisco Pompelli Marcelo. Licenciatura en Ciencias Biológicas, Ph.D. Universidad Federal de Pernambuco. Recife, Brasil.

García Peña Joaquín Alfonso. Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Corpoica sede Turipaná. Cerete, Colombia.

Giuffré Lidia. Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.

Jerez Rico Mauricio. Ingeniero Forestal, Ph.D. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

Marín Montoya Mauricio Alejandro. Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.

Martínez Atencia Judith. Ingeniero Agrícola, Ph.D. Corpoica sede Turipaná. Cerete, Colombia.

Montoya Restrepo Luz Alexandra. Administradora de Empresas, Ph.D. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.

Patiño Torres Carlos. Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Palmira, Colombia.

Ponce Donoso Mauricio. Ingeniero Forestal, Ph.D. Universidad de Talca. Talca, Chile.

Rodríguez López Nelson Facundo. Licenciado en Biología y Química, Ph.D. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

Sancllemente Reyes Oscar Eduardo. Ingeniero Ambiental, Ph.D. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Palmira, Colombia.

BOLETÍN DE SUSCRIPCIÓN

NOMBRES Y APELLIDOS: _____

EMPRESA: _____

DIRECCIÓN: _____

CIUDAD: _____ ESTADO/DPTO. _____

PAÍS: _____ ZONA POSTAL: _____

TELÉFONO: _____ FAX: _____

E-MAIL: _____

Instrucciones:

1. Diligenciar el boletín de inscripción.
2. Enviar a: CONSEJO EDITORIAL REVISTA TEMAS AGRARIOS
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
Carrera 6 No. 76-103 Tel. (4) 7860255, 7860278 Ext. 295 A.A. 354
Email: revistatemasagrarios@unicordoba.edu.co; temasagrarios@fca.edu.co
Montería - Colombia
3. Aceptamos canje con otras publicaciones científicas

Suscríbase a través de la página web
<http://fca.edu.co/TA/suscripciones>