

ALCANCES TECNOLÓGICOS

REVISTA DEL INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA EN TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

AÑO 3

NÚMERO 1

2005

ALCANCES TECNOLÓGICOS



Para mayor información diríjase a:
 Tel.: (506) 231-2625 Fax: (506) 296-0858
 E-mail: deinta@inta.go.cr; transferencia@inta.go.cr
 Web del INTA: www.inta.go.cr



Hacia una investigación comprometida

El INTA requiere de procesos y mecanismos eficientes que le permitan en forma dinámica capturar, organizar, canalizar y gestionar las demandas y consultas recibidas por sus principales usuarios; así como disponer de metodologías adecuadas que le permitan organizar y difundir el acervo técnico de información en congruencia con la demanda actual del entorno. Si bien existen tecnologías desarrolladas, el acceso a las mismas es limitado y se encuentran en su mayoría dispersas en diversos formatos y medios.

Por lo anterior, el INTA en apoyo con la cooperación técnica de la FAO está actualmente desarrollando el proyecto "Fortalecimiento de la Investigación y la Transferencia de Tecnología mediante el Establecimiento de una Plataforma de Servicios de Información y Comunicación para el Desarrollo Agrícola y Rural". Este proyecto es una plataforma de servicios de información y comunicación integral, acorde con las necesidades de sus principales usuarios. Con ello se busca combinar nuevas metodologías para la disseminación de información tecnológica a través de medios de comunicación modernos y convencionales. Además, debe proveer contenidos tecnológicos apropiados a los investigadores, extensionistas y grupos de productores (as).

Se requiere además, desarrollar capacidades para establecer dicha plataforma y que permita enlazar de manera eficiente a los agentes locales (extensionistas, grupos de productores y productoras) y fortalecer además, la gestión de información tecnológica producida y su comunicación efectiva con los diversos actores del medio rural.

Este proyecto consiste en establecer una plataforma básica de servicios de información-comunicación (I/C) –PLATICAR- mediante la organización de la información tecnológica, el establecimiento de dos centros piloto; así como una red de información y comunicación que facilite la retroalimentación de los técnicos a nivel central y local y el desarrollo de las capacidades institucionales para la gestión de información tecnológica y su comunicación efectiva en estos niveles.

Esta plataforma –PLATICAR- es administrada por el INTA. Los sitios piloto están ubicados en: i) Estación Experimental Los Diamantes en la Región Huetar Atlántica, ii) Dirección Regional del Ministerio de Agricultura y Ganadería en la Región Brunca. El objetivo de trabajar este proyecto como "piloto" es generar capacidades y experiencias para que posteriormente, el INTA en alianzas con otras organizaciones puedan expandir esta plataforma de I/C –PLATICAR- a todas las regiones del país.

Los objetivos específicos de este proyecto son:

(i) Diseñar y establecer una plataforma moderna de servicios de información y comunicación (PLATICAR) para el aprovechamiento de productos y prestación de servicios de información tecnológica que brinda el INTA y que sirva a dos zonas piloto, recibiendo retroalimentación de los productores y de extensionistas.

(ii) Mejorar las capacidades para la adaptación, transformación y divulgación de contenidos en los medios y formas que requieren los extensionistas y grupos de productores (as).

(iii) Mejorar las capacidades pedagógicas y propiciar contenidos (paquetes) apropiados relevantes para los extensionistas y pequeños (as) y medianos (as) productores (as).

¿Qué es PLATICAR?

Es una plataforma especializada en servicios de información y comunicación para la investigación y la transferencia de tecnología agropecuaria, que articula la demanda y la oferta de conocimientos a nivel nacional y local, mediante espacios de interacción, reflexión, análisis, formación y capacitación.

¿Cuál es el objetivo de PLATICAR?

Poner en contacto información y personas mediante una plataforma de servicios de información y comunicación sobre tecnología agropecuaria, de alta calidad y accesible, mediante formatos amigables y espacios para la interacción entre organizaciones de productores (as), extensionistas e investigadores (as).

¿Cómo trabajamos?

Trabajamos con organizaciones de productores y productoras del sector agropecuario junto con los extensionistas e investigadores (as) en:

- Todas las fases del proceso de diagnóstico para determinar los vacíos de información, así como las carencias de comunicación y de investigación en tecnología agropecuaria.
- El diseño de la plataforma en tecnología, información y comunicación agrícola y rural, mediante procesos de planificación participativa de información y comunicación.
- La mediación de los contenidos para adecuarlos a los usuarios.
- El establecimiento de mecanismos, metodologías y canales permanentes y participativos para el flujo de información y comunicación.
- La formalización de alianzas entre organizaciones de productores y productoras; el INTA y otras organizaciones del sector agropecuario para la puesta en operación, evaluación y ajuste de la plataforma de tecnología, información y comunicación agrícola y rural (PLATICAR).

Servicios de PLATICAR

- Directorio de expertos (bases de datos de expertos asociados que den respuesta a las consultas específicas de los usuarios en tecnología agropecuaria).
- Directorio de servicios (listado de servicios relacionados con tecnología agropecuaria).
- Consultorio técnico (servicios interactivos de consultas y respuestas).
- INFOTECA (publicaciones y materiales multimedia).
- Noticias e información (actividades y avances en tecnología agropecuaria).
- Divulgación y promoción de información en tecnología agropecuaria.
- Espacios de diálogo y presenciales (días de campo, giras de intercambio, programas radiales, talleres, etc.).
- Aprendizaje a distancia (documentos, guías, CD's, videos, entre otros).

Usuarios

- Productores y productoras.
- Extensionistas.
- Investigadores e investigadoras.
- Otros: académicos, consultores (as), comunicadores (as), estudiantes.

Continúa...

Continúa...

Socios

- Centros académicos.
- Centros de información y comunicación.
- Organizaciones de productores (as).
- Servicios de extensión.
- ONG's.
- Organismos nacionales e internacionales de cooperación técnica.
- Medios de Comunicación

Resultados esperados de PLATICAR

- Generación e intercambio del conocimiento en tecnología agropecuaria.
- Vínculos entre el área de investigación, transferencia de tecnología y extensión en los niveles nacional y local.
- Estrategias de información y comunicación a nivel nacional y regional que respondan a las prioridades del sector y del contexto.
- Capacidades humanas e institucionales desarrolladas para administrar, operar y utilizar los servicios de la plataforma.
- Materiales de información y comunicación en formatos adecuados a los usuarios.

- Modelo de autoaprendizaje en rubros y temas priorizados.

Con este proyecto entre el INTA y la FAO se fortalecerá la experticia técnica de investigadores (as), capacitadores (as), extensionistas del sector, agentes locales y organizaciones de productores (as), estimulando la cooperación a todo nivel y especialmente el desarrollo de procesos de información y comunicación participativos, que permiten allanar el camino para que los usuarios -tanto mujeres como hombres- intercambien información y conocimientos como base para el cambio, a fin de que adopten decisiones relativas a sus propios medios de vida y actividades productivas.

El desarrollo de este proyecto brindará lecciones de gran utilidad para Costa Rica en cuanto a la organización, sistematización, adecuación y comunicación de información tecnológica agropecuaria, la retroalimentación de sus usuarios y la determinación de necesidades de tecnologías agropecuarias en un ámbito que sin duda, será de interés para otros países en la región centroamericana.

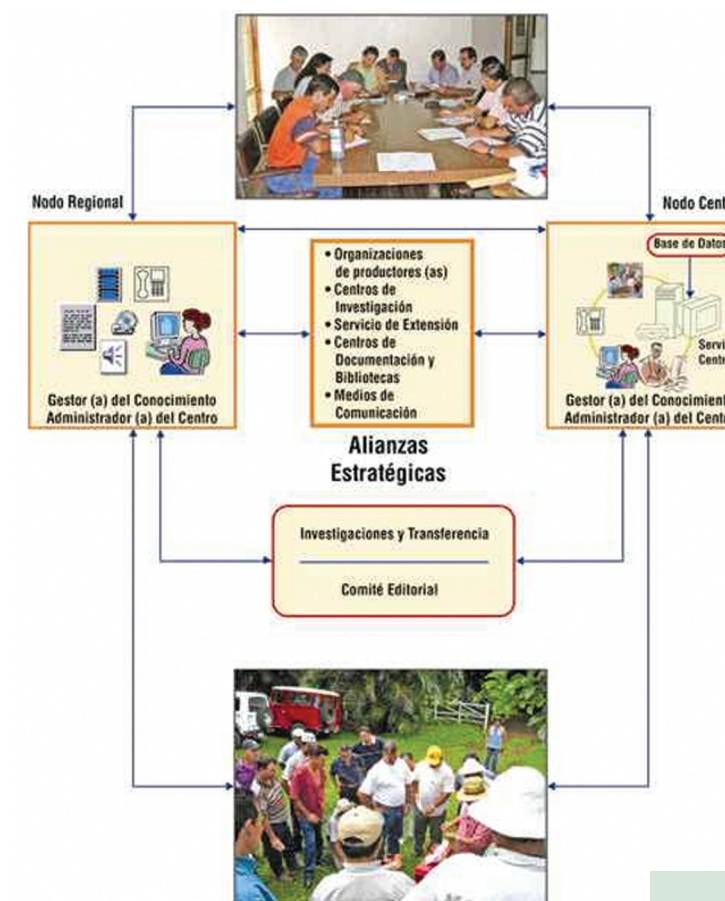


DIAGRAMA FUNCIONAL

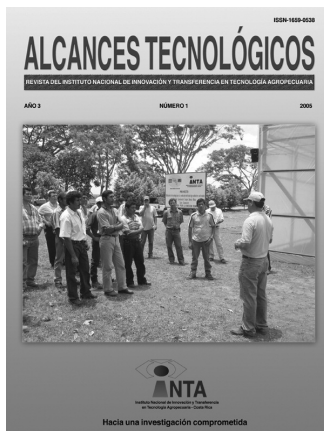
FE DE ERRATAS

Por error técnico en la confección de las planchas para el tiraje de esta Revista, se obviaron la mayoría de cursivas en los nombres científicos.



Instituto Nacional de Innovación y Transferencia
en Tecnología Agropecuaria - Costa Rica

*Hacia una investigación
comprometida*



ALCANCES TECNOLÓGICOS es la
revista semestral del Instituto Nacional
de Innovación y Transferencia en
Tecnología Agropecuaria

ISSN-1659-0538

Año 3 / Número 1 / 2005

Comité Editorial:

M.Sc. Carlos Hidalgo
Ing. Nevio Bonilla
M.Sc. Jorge Mora
M.Sc. Juan Mora
Ing. Laura Ramírez
Ing. María de los Ángeles Aguilar

Editoras:

Ing. María de los Ángeles Aguilar
Ing. Laura Ramírez Cartín

Portada:

II Feria Tecnológica Agropecuaria.
Estación Experimental Enrique Jiménez
Núñez. Cañas, Guanacaste
21 de abril, 2005

Fotografía:

Ing. Agr. Nevio Bonilla Morales

Diseño gráfico:

Meliza Villegas Alpizar

Impresión:

Imágenes Gráficas

ÍNDICE

ARTÍCULOS

Métodos de siembra y uso de atrazina en el establecimiento del
pasto *Brachiaria brizantha* cv. Diamantes 1, en el trópico húmedo
de Costa Rica. **Moisés Hernández, Franklin Herrera** 1

Efecto de la dosis y formulación de *Metahrizium anisopliae* en
el combate de cercópidos en el pasto *Brachiaria (Brachiaria
ruzizensis)*. **Yannery Gómez** 11

Evaluación de la eficacia biológica de los fungicidas BAS510
(Boscalid) y BAS 516 (Boscalid + Pyraclostrobin) para el control
de *Botrytis cinnerea* en el cultivo de tomate (*Lycopersicon escul-*
entum). **Bernardo Mora** 23

Inoculación de *Citrus volkameriana* y *Citrumelo swingle* con hongos
micorrizógenos (HMA), bajo técnicas diferentes de desinfección
de sustrato. **Susana Schweizer, Eduardo Salas** 35

Identificación de trips (Thysanoptera: Thripidae) en el cultivo de
mango (*Mangifera indica* L.). **Ruth León, Jimmy Gamboa, Ri-**
cardo Elizondo 47

Evaluación de cuatro patrones para cítricos injertados con lima
persa (*Citrus latifolia* Tan.) bajo condiciones de Cañas, Guanacaste. **Sergio Hernández** 53

Análisis de estabilidad de cultivares de maíz (*Zea mays* L.) en
ambientes de Costa Rica. **Nevio A. Bonilla** 63

NOTAS TÉCNICAS

Evaluación agronómica de cereales forrajeros de uso potencial
en sistemas de producción de leche de altura. **María Mesén,**
William Sánchez 73

Evaluación de leguminosas de los géneros *Vicia*, *Lotus* y *Trifolium*
en la zona alta de la provincia de Heredia, Costa Rica. **María**
Mesén, William Sánchez 79

MÉTODOS DE SIEMBRA Y USO DE ATRAZINA EN EL ESTABLECIMIENTO DEL PASTO *Brachiaria brizantha* cv. DIAMANTES 1, EN EL TRÓPICO HÚMEDO DE COSTA RICA¹

Moisés Hernández², Franklin Herrera³

RESUMEN

El estudio se llevó a cabo durante el período de mayo a setiembre del año 2001, en la Estación Experimental Los Diamantes del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Guápiles, provincia de Limón. Se evaluaron cinco métodos de siembra y dos tratamientos de herbicida (con y sin atrazina) en el establecimiento del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Diamantes 1. Los métodos de siembra fueron: labranza + siembra en hileras; labranza + siembra al voleo; cero labranza + siembra en hileras; cero labranza + siembra al voleo y cero labranza + siembra con espeque. La atrazina se aplicó inmediatamente después de la siembra del pasto en dosis de 1,5 kg i.a./ha. Se evaluaron los porcentajes de: daño causado por el herbicida al pasto; cobertura del pasto y malezas según su tipo, a los 30, 60 y 90 días después de la siembra (dds); producción de biomasa del pasto y malezas en base seca a los 90 dds. Durante el período de evaluación no se detectaron síntomas de toxicidad en el pasto por el uso de la atrazina. La mayor cobertura y biomasa de pasto a los 90 dds se produjo en los métodos donde la semilla se incorporó al suelo, es decir, en la siembra en hilera y espeque en cero labranza y siembra en hilera en labranza. La biomasa de pasto fue mayor cuando se aplicó atrazina, como efecto de un mejor control de malezas, debido a que fue eficaz en el control de malezas de hoja ancha independientemente del método de siembra usado. Durante los primeros 60 días de establecimiento, el porcentaje de cobertura de malezas de hoja ancha, poáceas y ciperáceas, fue mayor en los métodos con labranza. La biomasa total de malezas a los 90 dds fue tres veces menor en los tratamientos con uso de atrazina.

Palabras clave: *Brachiaria brizantha*; métodos de siembra; atrazina; selectividad; establecimiento de pasto; control de malezas.

INTRODUCCIÓN

El establecimiento de nuevas pasturas es una actividad ganadera de gran importancia para la alimentación de bovinos, especialmente donde se requiere la renovación de pasturas nativas degradadas, mal adaptadas, poco productivas o con alta infestación de malezas difíciles de controlar. Las nuevas pasturas han de ser con especies mejor

adaptadas a las condiciones edafo-climáticas propias del sitio, ser persistentes en el tiempo, con alta capacidad de carga animal, con mayor producción de biomasa y mejor calidad forrajera que las especies por reemplazar.

Existen diferentes métodos para la preparación del terreno y la siembra de pastos; la selección de éstos dependerá de varios factores tales como: tipo de suelo, topografía, ve-

¹ Parte de la tesis de maestría del primer autor. Programa de Postgrado en Ciencias Agrícolas, Universidad de Costa Rica.

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Costa Rica. Correo electrónico: moiso62@costarricense.cr

³ Universidad de Costa Rica. Correo electrónico: fherrera@cariari.ucr.ac.cr

getación previa existente, época del año, especie de pasto a sembrar, tipo de semilla sea ésta vegetativa o sexual, vigor de semilla, disponibilidad y costos de maquinaria, entre otros.

La labranza del suelo puede incluir el uso de equipo pesado como arado, rastra, surcador, rotavator y sembradora de bandas (Gutiérrez 1996; Heat *et al.* 1973). La siembra de semilla gámica (sexual) puede ser incorporada al suelo, en surcos, bandas o espeque manual o puede ser distribuida superficialmente al voleo en forma manual, con ayuda de equipo para tal fin (Gutiérrez 1996; Crowder y Chheda 1982).

Spain (1978) señala que para el establecimiento de pastos en Colombia es tradicional el uso de la labranza (arado + rastra). El problema reside en su alto costo y en el peligro de causar erosión cuando ésta es excesiva. Por tal motivo se han evaluado, además, sistemas de mínima labranza y cero labranza con control químico de la sabana nativa, con el fin de reducir costos de preparación del terreno.

Por lo tanto, la escogencia del método de siembra tiene influencia en la cantidad de semilla que germina y emerge, y el número de plántulas que se desarrollan hasta alcanzar la madurez, dos factores claves en el establecimiento de la pastura. La supervivencia y el crecimiento de las plántulas, son influenciados por la competencia que ejercen sobre ellas las malezas y otras plantas establecidas (Cook y Clem 1993).

A pesar de los métodos de siembra mencionados, la competencia por malezas aparecerá durante la fase de establecimiento de la pastura. Las malezas de hoja ancha y algunas poáceas pueden causar problemas en la fase inicial de establecimiento de la nueva pastura, siendo que el uso de herbicidas hormonales aplicados en estado temprano del pasto pueden causarle daños. La posibilidad de utilizar el herbicida atrazina en pre-emergencia, permite controlar especies dicotiledóneas y algunas poáceas y se le ha menciona-

do cierta selectividad en los géneros *Bracharia* y *Panicum* (Hernández y Herrera 2004; Ferguson y Sánchez 1984).

El presente experimento se realizó con el propósito de conocer el efecto de algunos métodos de siembra y el uso de la atrazina en la fase de establecimiento del pasto *Bracharia brizantha* cv. Diamantes 1.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

El experimento se realizó durante el período de mayo a setiembre del año 2001, en un área de pastura nativa para ganado bovino en la Estación Experimental Los Diamantes (MAG), Guápiles, Pococí, y que se localiza en la zona de vida denominada como Bosque Húmedo Tropical (Holdridge 1982).

Especies presentes en el área antes de iniciar el experimento

Se realizó un muestreo para determinar las especies dominantes previo a la preparación del terreno en el área experimental. Para esto se empleó un marco de 1 m² subdividido en 25 cuadrículas, el cual se lanzó 30 veces con un patrón de zig-zag, logrando un muestreo uniforme en toda el área. Se determinó la dominancia de especies con base en su porcentaje de cobertura, para lo cual se empleó la siguiente fórmula, propuesta por Soto *et al.* (1985):

$$D = \frac{\sum \text{total de porcentajes de cobertura registrados para una misma especie}}{\sum \text{total de coberturas de todas las especies}} \times 100$$

$$\sum \text{total de coberturas de todas las especies}$$

El Cuadro 1 muestra la dominancia de las principales especies presentes en el área. El 83,7% de las especies corresponde a poáceas, el 11,0% a plantas de hoja ancha y un 5,3% a ciperáceas. Esta condición corresponde a un área de pastos naturales degradados, con malezas poáceas y ciperáceas difíciles de

Cuadro 1. Dominancia de especies presentes en el área experimental previo a la preparación del terreno. Pococí, Limón. 2001.

Especie	% Dominancia
<i>Paspalum conjugatum</i>	48,0
<i>Homolepsis</i> sp.	20,5
<i>Panicum</i> sp.	6,3
<i>Ischaemum ciliare</i>	4,7
<i>Paspalum fasciculatum</i>	4,2
<i>Scleria melaleuca</i>	5,3
<i>Hyptis verticillata</i>	4,3
<i>Commelina</i> sp.	2,5
<i>Mimosa pudica</i>	1,8
<i>Desmodium uncinatum</i>	1,0
<i>Sida</i> sp.	0,9

controlar, condición donde la mejor alternativa es la renovación de pastura por una especie de mejor adaptación y rendimiento.

Manejo previo de la vegetación existente

Se realizó una aplicación en parchoneo de herbicida hormonal picloram 24 SL + met-sulfurón metil 60 WG en dosis de 130 g i.a./ha y 318 g i.a./ha respectivamente para el control de malezas leñosas semi-arbustivas emergentes. Posteriormente, el 05 de mayo del 2001, se realizó una aplicación total con el herbicida glifosato 68 SG en dosis de 2,0 kg i.a./ha. Aproximadamente 20 días después de aplicados los herbicidas, toda la vegetación se había eliminado y sólo quedaban tejidos secos.

Material experimental

Se utilizó semilla certificada de la especie de pasto *Brachiaria brizantha* cv Diamantes 1. Antes de la siembra se determinó que la germinación de la semilla era de un 77%, lo cual se consideró adecuado.

Diseño experimental y tratamientos

Se evaluaron cinco métodos de siembra y dos tratamientos de herbicida (con y sin atra-

zina) combinados en un diseño factorial 5 x 2 con cuatro repeticiones, para un total de 10 tratamientos. Los métodos de siembra fueron:

1. Labranza + siembra en hileras
2. Labranza + siembra al voleo
3. Cero labranza + siembra en hileras
4. Cero labranza + siembra al voleo
5. Cero labranza + siembra con espeque

La parcela experimental consistió de un área de 5 m x 4 m, para un total de 40 parcelas. En la labor de labranza se empleó doble pase de rastra hidráulica de discos de dos cuerpos y posteriormente las parcelas se emparejaron en forma manual con el uso de rastriero. En el método de cero labranza no se utilizó maquinaria agrícola y las parcelas presentaban una cobertura o rastrojo de paja de aproximadamente 1 cm de grosor al momento de la siembra de pasto. Las hileras tanto en labranza como en cero labranza se hicieron con el uso de palín a una distancia de 0,5 m entre sí.

Los resultados del análisis físico y químico del suelo en el área experimental se muestran en el Cuadro 2.

Se emplearon 10 g de semilla de pasto/parcela, cálculo basado en una densidad de siembra de 5 kg de semilla/ha. La semilla se trató previamente con insecticida carbosulfan y fungicida carboxin.

La siembra de pasto se realizó el 31 de mayo y se aplicó atrazina 50 SC en dosis de 1,5 kg i.a./ha en las parcelas correspondientes. Se utilizó una bomba de mochila marca Carpi con barra de tres boquillas número 8002, la cual se calibró para una descarga de 410 litros/ha y una presión aproximada de 2,4 kg/cm². El suelo se encontraba húmedo lo que favoreció la aplicación de este herbicida.

El Cuadro 3 muestra la precipitación cinco días antes y cinco días después de la aplicación de la atrazina.

Cuadro 2. Características físicas y químicas del suelo donde se realizó el experimento. Pococí, 2001.

Característica	Valor *	Nivel de fertilidad crítico**
pH agua	5,9	< 4,5
Al (meq/100 ml suelo)	0,10	
Ca (meq/100 ml suelo)	3,1	< 0,4 (Ayarza, 1988)
Mg (meq/100 ml suelo)	1,0	< 0,2
K (meq/100 ml suelo)	0,19	< 0,08
P (ug/ml suelo)	2,0	< 2
Zn (ug/ml suelo)	0,5	< 0,5
Mn (ug/ml suelo)	12	< 1
Cu (ug/ml suelo)	4	< 0,5
Fe (ug/ml suelo)	64	
Materia orgánica (%)	2,1	
Arena (%)	66	
Arcilla (%)	14	
Limo (%)	20	
Nombre de textura	franco arenoso	

* Análisis de suelo realizado por el Laboratorio de Suelos, Foliar y Agua del INTA, Costa Rica.

** Fuente: Salinas y García, 1985; citados por Ayarza, 1988.

Las variables evaluadas fueron: 1) porcentaje de daño causado por el herbicida al pasto, para lo cual se empleó una modificación de la escala de Amaya (1987) de la siguiente manera: sin daño (0%); leve (1-30%); moderado (31-50%); severo (51-80%); muy severo hasta muerte total (81-100%). La evaluación se realizó a los 15, 30 y 60 días después de la siembra (dds); 2) porcentaje de cobertura del pasto a los 30, 60 y 90 dds; 3) porcentaje de cobertura de malezas según su tipo (hojas anchas, poáceas y ciperáceas) a los 30, 60 y 90 dds; 4) producción de biomasa del pasto en base seca/m² a los 90 dds; 5) producción de biomasa de malezas en base

seca/m² a los 90 dds según su categoría y 6) producción total de biomasa de malezas en base seca/m².

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de los métodos de siembra y la aplicación de atrazina en el pasto *B. brizantha*

Tolerancia del pasto a la atrazina

Durante el período de evaluación no se detectó ningún síntoma de toxicidad por atrazina en el pasto, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en experimentos previos en condiciones de invernadero (Hernández y Herrera 2004). Ferguson y Sánchez (1984), informaron sobre el buen desempeño de la atrazina aplicada en dosis de 1,0 y 1,5 kg/ha de producto comercial, en siembras con semilla sexual de los géneros *Brachiaria* y *Panicum*, en condiciones de Quilichao, Colombia.

Porcentaje de cobertura

Se detectaron diferencias significativas en el uso de atrazina a los 60 y 90 dds, y diferencias significativas entre métodos de siembra a los 30, 60 y 90 dds, mientras que la interacción de estos factores no fue significativa.

A los 30 dds la cobertura de pasto fue similar en los tratamientos con y sin atrazina, ésto indica que el herbicida no causó efectos

Cuadro 3. Precipitación (mm) cinco días antes y cinco días después de la siembra de pasto y de la aplicación de atrazina. Pococí, 2001. *

DÍAS										
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
0,0	0,0	1,6	4,1	4,6	10,7	2,7	22,0	0,0	0,5	0,0

* Fuente : Estación meteorológica del Centro de Investigación Agrícola, La Rita, CORBANA.

negativos en el pasto. En tanto a los 60 y 90 dds la cobertura del pasto fue mayor en los tratamientos que recibieron atrazina (Figura 1) debido principalmente al control de malezas de hoja ancha ejercido por la atrazina. El principal uso de la atrazina ha sido como pre-emergente para el control de malezas de hoja ancha, así como algunas malezas gramíneas (Vencil 2002; Hartzler 1990; Anderson 1983).

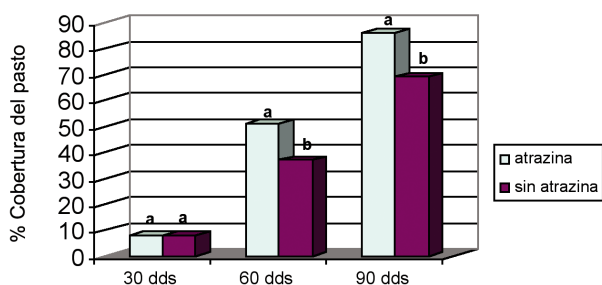


Figura 1. Efecto de la atrazina en el porcentaje de cobertura del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Diamantes 1 a los 30, 60 y 90 días después de la siembra. Pococí, Limón, 2001.

*Medias con letras diferentes para una misma evaluación, difieren significativamente según prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$).

Con respecto a los métodos de siembra (Cuadro 4), en aquellos tratamientos donde la semilla se incorporó al suelo (siembra en hilera y siembra a espeque en cero labranza y siembra en hilera en labranza) el pasto *B. brizantha* cv. Diamantes 1 mostró la mayor cobertura a los 90 dds (88% a 96%), sin embargo en el método de siembra a espeque en

cero labranza se alcanzó mayor cobertura en menor tiempo, lo que permitió a su vez una menor competencia de malezas en esta fase del cultivo.

Cook y Clem (1993) señalan que los métodos de siembra que proveen buen contacto de la semilla con el suelo y una óptima profundidad de siembra pueden maximizar la germinación y la emergencia, y proporcionar un uso eficiente de la semilla.

Por otra parte, en los métodos de siembra al voleo, el porcentaje de cobertura fue significativamente menor. Algunos factores que pudieron incidir en estos resultados son: semilla del pasto más expuesta al ataque de hormigas y otros depredadores, desecaciones intermitentes, mayor exposición a la escorrentía y en el caso de la cero labranza, el espesor de la paja remanente al momento de la siembra pudo impedir un buen contacto de la semilla con el suelo.

Al respecto Kornelius *et al.* (1979) refiriéndose a los métodos de establecimiento de pasto en la región de los Cerrados, Brasil, señalan que la siembra al voleo, manual o mecánica, no ha tenido buenos resultados por cuanto las semillas que quedan en el suelo germinan pero sólo un pequeño porcentaje de ellas se establece. Las lluvias intensas y de corta duración constituyen el factor principal para que ésto suceda. Por otra parte, la eficiencia de la siembra de pasto en surcos es mejor, ya que el número de plantas por m² supera al de la siembra al voleo.

Cuadro 4. Efecto del método de siembra en el porcentaje de cobertura de *B. brizantha* cv. Diamantes 1 a los 30, 60 y 90 días después de la siembra. Pococí, 2001.

Método de siembra	30 dds	60 dds	90 dds
Labranza +siembra en hilera	15 a *	54 b	90 a
Cero labranza+ siembra a espeque	12 a	71 a	96 a
Cero labranza+ siembra en hilera	7 b	49 b	88 a
Labranza +siembra al voleo	4 bc	24 c	59 b
Cero labranza+ siembra al voleo	1 c	21 c	52 b

* Medias con letras diferentes en la misma columna, difieren significativamente según prueba Duncan ($\alpha = 0,05$).

Los métodos de siembra al voleo son rápidos y funcionan bien si la disponibilidad de semilla no limita la operación. En estos métodos siempre hay riesgos de pérdida de semilla por arrastre del agua de escorrentía, por ataque de hormigas, y por desecación de la superficie del suelo por temperaturas excesivas. Estos riesgos se pueden contrarrestar con altas densidades de siembra (Ayarza y Spain 1988).

El hecho de que no ocurriera interacción entre usar o no atrazina y los métodos de siembra, sugiere que éstos no afectaron la actividad de la atrazina.

Biomasa de *B. brizantha* a los 90 dds

La evaluación de biomasa de *B. brizantha* sólo detectó diferencias entre usar o no atrazina ($p = 0,0306$) y entre los métodos de siembra ($p = 0,0013$). En los tratamientos que recibieron atrazina, la biomasa del pasto fue de $1,058 \text{ g/m}^2$ ($10,58 \text{ t MS/ha}$) en contraste con 847 g/m^2 ($8,47 \text{ t MS/ha}$) en los tratamientos sin atrazina. Estos datos coinciden con los observados en el porcentaje de cobertura del pasto y que se deben al efecto de la atrazina en el control de las malezas de hoja ancha.

Resultados similares de rendimiento al compararlos con los tratamientos sin atrazina, reportan Argel *et al.* (2000) quienes obtuvieron rendimientos de $32,6 \text{ t MS/ha/año}$ con cortes cada ocho semanas del pasto *Bracharia brizantha* cv. Toledo en condiciones climáticas y edáficas similares a las del presente experimento.

Con referencia a los métodos de siembra, los resultados también concuerdan con lo observado en el porcentaje de cobertura; la mayor biomasa se obtuvo con los métodos donde la semilla se incorporó en el suelo, mientras que la menor biomasa ocurrió en los métodos de siembra al voleo (Figura 2).

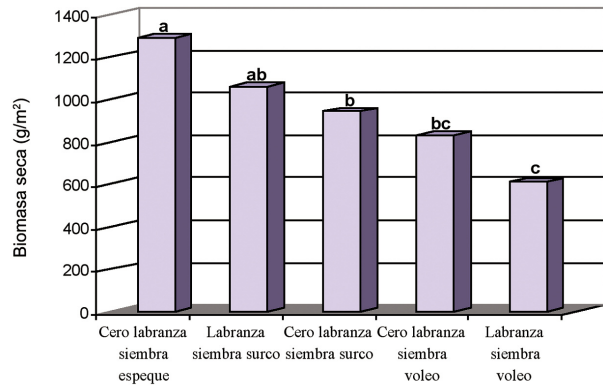


Figura 2. Efecto de los métodos de siembra en el rendimiento del pasto *B. brizantha* cv. Diamantes 1. Pococí, 2001.

* Medias con letras diferentes para una misma evaluación, difieren significativamente según prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$).

Además de los factores anteriormente discutidos que pueden explicar estos resultados, un mayor porcentaje de biomasa de malezas en los métodos de siembra al voleo también pudo contribuir a un menor porcentaje de biomasa del pasto (Figura 3).

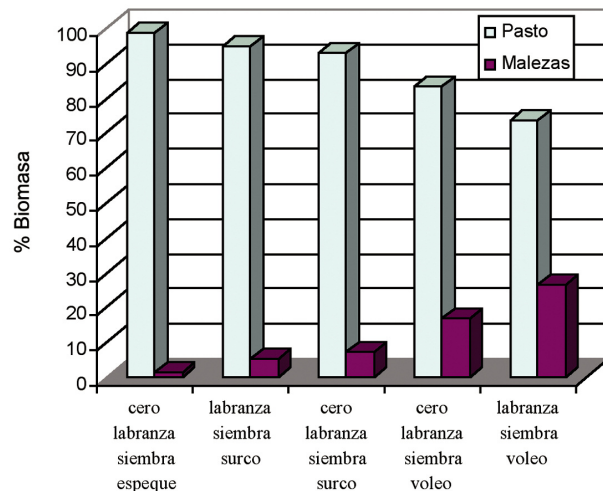


Figura 3. Efecto de los métodos de siembra en la relación biomasa seca/m² de pasto y malezas. Pococí, 2001.

Efecto de los métodos de siembra y la atrazina en las malezas

Malezas de hoja ancha

Para la variable porcentaje de cobertura de malezas de hoja ancha, en las tres evaluaciones realizadas se encontraron diferencias significativas entre usar o no atrazina, entre métodos de siembra e interacción de estos factores.

En el Cuadro 5 se muestra la interacción entre los métodos de siembra y el uso de la atrazina. Durante el período de evaluación la atrazina fue eficaz en controlar las malezas de hoja ancha independientemente del método de siembra. Sarpe (1979) reportó que investigaciones en maíz llevadas a cabo en Rumanía, mostraron que la atrazina provee un eficiente control de malezas cuando fueron empleados métodos de cero y mínima labranza. Los rendimientos promedio de 8 años de ensayos fueron mayores con estos sistemas que con los métodos tradicionales. A pesar de que las diamino –s– triazinas, proveen control tanto de gramíneas como de hojas anchas, son en general, más efectivas en el control de éstas últimas (Anderson 1983; Ammon y Heri 1979).

Cuando no se utilizó atrazina, el porcentaje de cobertura de las malezas de hoja ancha varió con el método de siembra. Los métodos con labranza mostraron mayores porcentajes de cobertura por estas malezas, debido a condiciones favorables para la germinación de las semillas tales como: mayor fluctuación superficial de temperatura en el suelo y mayor luminosidad. Contrariamente en los métodos de siembra con cero labranza donde se mantuvo una cobertura vegetal (paja) sobre el suelo, el porcentaje inicial de cobertura por malezas de hoja ancha fue relativamente bajo, y se incrementó paulatinamente con el tiempo. Estos datos sugieren que en sistemas de cero labranza, donde se pueda sembrar la semilla de pasto y donde haya buena cobertura por la paja, se puede prescindir del uso de herbicidas pre-emergentes como la atrazina, siendo éste más útil en sistemas de labranza convencional.

Malezas poáceas

En la variable porcentaje de cobertura de malezas poáceas, hubo diferencias significativas durante el período de evaluación entre los métodos de siembra, pero no se detectaron diferencias entre usar o no atrazina, ni para la interacción entre ambos factores.

Cuadro 5. Efecto de los métodos de siembra y la atrazina en el porcentaje de cobertura de maleza de hoja ancha a los 30, 60 y 90 días después de la siembra. Poci, 2001.

Método de siembra	30 dds		60 dds		90 dds	
	SIN *	CON	SIN	CON	SIN	CON
Cero labranza+ siembra a espeque	5 bA **	1 aA	14 bA	4 aA	4 dA	1 aA
Cero labranza + siembra en hilera	8 bA	1 aA	23 bA	9 aA	10 dcA	5 aA
Cero labranza + siembra al voleo	2 bA	0 aA	19 bA	5 aA	26 bcA	12 aA
Labranza siembra+ en hilera	24 aA	3 aB	39 aA	7 aB	13 bdA	2 aA
Labranza+ siembra al voleo	28 aA	2 aB	59 aA	14 aB	51 aA	8 aB

* sin= sin atrazina, con = con atrazina

** Medias con letras minúsculas diferentes en la misma columna, difieren significativamente según prueba T ($\alpha = 0,05$) y medias con letras mayúsculas iguales para un mismo método de siembra y período de evaluación no difieren significativamente según prueba T ($\alpha = 0,05$).

En el Cuadro 6 se muestra el efecto de los métodos de siembra en este tipo de malezas. A los 30 y 60 dds se observó que los métodos con labranza favorecieron un mayor porcentaje de cobertura de poáceas. Sin embargo, a los 90 dds se observó una disminución en cobertura en todos los métodos de siembra, posiblemente debido a un mayor desarrollo del pasto en este período.

Malezas ciperáceas

La variable porcentaje de cobertura de malezas ciperáceas, presentó diferencias significativas durante el período de evaluación entre los métodos de siembra, pero no se detectaron diferencias entre usar o no atrazina, ni para la interacción entre ambos factores. Esto confirma que la atrazina no ejerce control sobre este tipo de malezas.

El Cuadro 7 presenta el efecto de los métodos de siembra en la cobertura de este tipo de malezas. A los 30 dds hubo mayor cobertura en los métodos con labranza y conforme pasó el tiempo hasta los 90 dds, los porcentajes de cobertura de ciperáceas decrecieron a valores muy bajos, excepto para el método de cero labranza con siembra al voleo, que incrementó a un máximo de 15%. Este comportamiento es de esperar, pues a los 90 dds los niveles de cobertura del pasto son altos (Cuadro 4) y por lo tanto mayor dominancia en el dosel superior sobre otras especies. Sin embargo, en los métodos de siembra al voleo la cobertura de pasto fue menor, lo que permite mayor presencia de otras especies.

Biomasa total de malezas a los 90 dds

Para esta variable se detectaron diferencias significativas ($p = 0,0012$) entre aplicar o

Cuadro 6. Efecto del sistema de siembra en el porcentaje de cobertura de malezas poáceas a los 30, 60 y 90 días después de la siembra. Pococí, 2001.

Método de siembra	% Malezas poáceas		
	30 dds	60 dds	90 dds
Labranza + siembra en hileras	11 a *	10 b	2 b
Labranza + siembra al voleo	15 a	22 a	9 a
Cero labranza + siembra a espeque	4 b	5 b	0 b
Cero labranza + siembra en hileras	5 b	7 b	1 b
Cero labranza + siembra al voleo	1 b	7 b	7 a

* Medias con letras iguales en una misma columna no difieren en forma significativa según prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$).

Cuadro 7. Efecto del tipo de labranza en el porcentaje de cobertura de ciperáceas a los 30, 60 y 90 días después de la siembra. Pococí, 2001.

Método de siembra	% Cobertura ciperaceas		
	30 dds	60 dds **	90 dds
Labranza + siembra en hileras	21 a *	11	1 b
Labranza + siembra al voleo	16 a	11	2 b
Cero labranza + siembra a espeque	7 b	4	2 b
Cero labranza + siembra en hileras	6 b	6	3 b
Cero labranza + siembra al voleo	6 b	11	15 a

* Medias con letras iguales en una misma columna no difieren en forma significativa según prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$).

** No se detectaron diferencias entre tratamientos ($p = 0,1155$).

no atrazina y entre los métodos de siembra ($p = 0,0006$) mientras que la interacción de estos factores no fue significativa. En los tratamientos que recibieron atrazina la biomasa total de malezas en base seca fue de 55 g/m^2 en contraste con 162 g/m^2 en los tratamientos sin atrazina, es decir, que en estos últimos la biomasa de malezas fue tres veces mayor y representó un 16% de la biomasa total/ m^2 .

La Figura 4 muestra la biomasa seca total y por tipo de malezas para los métodos de siembra.

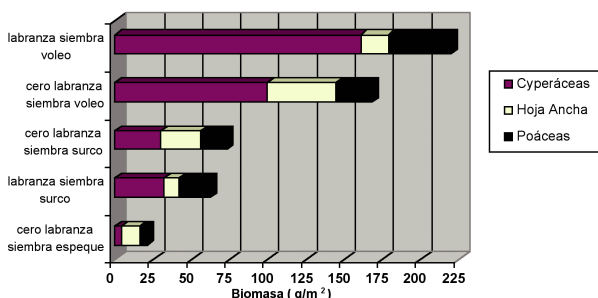


Figura 4. Aporte de biomasa seca (g/m^2) por tipo de malezas en los diferentes métodos de siembra a los 90 dds. Pococí, 2001.

Los métodos donde se incorporó la semilla mostraron los menores valores de biomasa de malezas y difieren significativamente de los métodos de siembra al voleo que mostraron los mayores valores de biomasa de malezas. Estos resultados concuerdan con los mostrados en la Figura 3, donde se observa claramente, que a mayor biomasa de pasto menor es la proporción de biomasa de maleza.

Sarpe (1979), señala que las ventajas de mínima o cero labranza en el cultivo de maíz tratado con atrazina, incluyó: economía en combustibles, reducción de la compactación del suelo, incremento de la productividad del trabajo y reducción de los costos de producción. Concluyó que la atrazina debería ser usada solamente en conjunto con métodos de cero labranza, donde estén presentes ma-

lezas anuales y no resistentes a este herbicida. Los métodos de cero labranza no deberían ser empleados en suelos fuertemente infestados con malezas perennes.

CONCLUSIONES

1) La atrazina no causó toxicidad al pasto *B. brizantha* cv. Diamantes 1.

2) La atrazina fue eficaz en controlar malezas de hoja ancha independientemente del método de siembra.

3) La biomasa de pasto fue un 20% mayor cuando se aplicó atrazina como efecto de un mejor control de malezas.

4) En el método de siembra en cero labranza, la cobertura vegetal muerta sobre el suelo redujo la emergencia de malezas; si la cobertura y la biomasa del pasto bajo este método son adecuados, puede no requerirse la aplicación de atrazina.

5) En los métodos de siembra donde se utilizó labranza, la emergencia de malezas de hoja ancha fue mayor, pero la aplicación de atrazina fue un buen complemento para controlar estas malezas.

LITERATURA CITADA

- Amaya, H. 1987. Selectividad del herbicida Galant 75 en el cultivo del arroz en Colombia. *Biokemia* 39: 16-24.
- Ammon, H.U.; Heri, W.J. 1979. Weed control in European maize growing. Maize technical monograph supplement B, 1979. CIBA-GEIGY. SWITZERLAND. p. 46 – 50.
- Anderson, W.P. 1983. Weed science: principles. West Publishing Co. Minn. p. 250.
- Argel, P.J.; Hidalgo, C.; Lobo Di P., M. 2000. Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110). Gramínea de crecimiento vigoroso con amplio rango de adaptación a condiciones de

- trópico húmedo y subhúmedo. Consorcio Tropicche: CATIE, CIAT, ECAG, MAG, UCR. Boletín Técnico. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG). 18 p.
- Ayarza, M.A. 1988. Efecto de las propiedades químicas de los suelos ácidos en el establecimiento de las especies forrajeras. *In*: CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1991. Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C. y Spain, J. (eds.). Sexta reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México. p. 161-185.
- Ayarza, M.A; Spain, J.M. 1988. Manejo del ambiente físico y químico en el establecimiento de pasturas mejoradas. *In*: CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1991. Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C. y Spain, J. (eds.). Sexta reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México. p. 189 – 208.
- Cook, S.J ; Clem, R.L. 1993. Tropical pasture establishment. Sowing methods for pasture establishment in northern Australia. *Tropical Grasslands* 27: 335 – 343.
- Crowder, L.V; Chheda, H.R. 1982. Tropical grassland husbandry. (Tropical agriculture series). Longman Inc., N.Y. p. 127-130.
- Ferguson, J. E.; Sánchez, M. 1984. Plan tentativo de control integrado de malezas en *Stylosanthes* spp. y *Desmodium* spp. *In*: Memoria del primer curso internacional sobre colección, evaluación de germoplasma y producción de semillas forrajeras tropicales. Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP) y GREDPAC, Panamá. p. 319-327.
- Gutiérrez, M.A. 1996. Pastos y forrajes en Guatemala: su manejo y utilización, base de la producción animal. Escuela de Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala. p.119-145.
- Hartzler, R. 1990. Chemical alternatives to atrazine in corn weed management programs. Iowa State University. Extension publication Pm- 1389. 4 p.
- Heat, M.E; Metcalfe, D.S.; Barnes, R.F. 1973. Forages: the science of grassland agriculture. The Iowa State University Press, Ames. p. 390.
- Hernández, M.; Herrera, F. 2004. Selectividad de herbicidas en presiembra y postemergencia temprana en los pastos *Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha* y *Brachiaria decumbens*. *Revista de Agricultura Tropical* 34: 93 - 103.
- Holdridge, L. 1982. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica. IICA. 216 p.
- Kornelius, E; Saueressig, M.; Goedert, W. 1979. Establecimiento y manejo de praderas en los Cerrados del Brasil. *In*: CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1979. Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Tergas, L. y Sánchez, P. eds. Trabajos presentados durante un Seminario celebrado en el CIAT, Cali, Colombia del 17 al 21 de Abril, 1978. p. 159- 179.
- Sarpe, N. 1979. Weed control in maize in Rumania. *In*: Maize technical monograph supplement B, 1979. CIBA - GEIGY. SWITZERLAND. p. 51-54.
- Soto, A.; Werner, K.; Jurgens, G.; García, J. 1985. Resúmenes del Seminario Manejo Integrado de Malezas. *PLITS* 3 (2). Editorial José Margraf Scientific Books, Alemania. 235 p.
- Spain, J.M. 1978. Establecimiento y manejo de pastos en los Llanos Orientales de Colombia. *In*: CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1979. Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Tergas, L. y Sánchez, P. (eds.). Trabajos presentados durante un Seminario celebrado en el CIAT, Cali, Colombia del 17 al 21 de Abril, 1978. p. 181-189.
- Vencill, W.K. 2002. Herbicide handbook. Weed Science Society of America. p. 27-30.

EFFECTO DE LA DOSIS Y FORMULACIÓN DE *Metarhizium anisopliae* (Mertsch) EN EL COMBATE DE CERCÓPIDOS EN EL PASTO BRACHIARIA (*Brachiaria ruzizensis*)¹

Yannery Gómez²

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de diferentes dosis y formulaciones de *Metarhizium anisopliae* en el combate de cercópodos en el pasto Brachiaria (*Brachiaria ruzizensis*). Las tres especies de la familia Cercopidae encontradas fueron, *Zulia vilior* (especie dominante), *Aeneolamia lepilior* y *Aeneolamia reducta*. En la dinámica poblacional de estas especies, muchos de los picos generacionales coinciden con los meses de mayor precipitación, por lo que como estrategia de control, se recomienda hacer aplicaciones del hongo en toda el área dañada con las primeras lluvias. Según la fecha de aplicación del hongo *M. anisopliae*, se logra reducir la población de adultos y de ninfas de cercópodos. Para el combate de adultos, se sugiere utilizar la concentración de $1,25 \times 10^{12}$ conidios/ha cuando se aplica por primera vez, con el objeto de inundar el área tratada; posteriormente se recomienda continuar el ciclo de aplicaciones empleando una concentración $6,25 \times 10^{11}$ conidios/ha haciendo por lo menos, de dos a tres aplicaciones por año. En relación con las formulaciones evaluadas se encontró que el aceite, talco y agua, pueden usarse como vehículos para la aplicación del hongo. Cuando se presentan altas poblaciones de ninfas, se recomienda implementar un Manejo Integrado de la Plaga haciendo uso de manera oportuna de las siguientes herramientas: pastos resistentes, adecuada fertilización, sobrepastoreo cuando hay altas poblaciones de ninfas, una primera aplicación de insecticida en potreros que tengan un historial de altas poblaciones de insectos y continuar con aplicaciones de *M. anisopliae* en las dosis recomendadas.

Palabras clave: *M. anisopliae*, pastos, cercópodos, hongos entomopatógenos, *Z. vilior*.

INTRODUCCIÓN

La familia Cercopidae cuyo estadio ninfal produce un mucílago en la base de los tallos de muchas especies de poáceas y cuya apariencia le otorga el nombre de “baba de culebra” o “salivazo”, es sin duda uno de los grupos de insectos más dañinos para los pastos en Costa Rica y en el resto de América Latina. Diferentes especies atacan a las poáceas desde el sur de los Estados Unidos has-

ta la Argentina tal y como lo indican Barnard y Frankel (1964), citados por (Skerman y Riveros 1992). En Costa Rica, la distribución de estos insectos es variable ya que, en las zonas altas predominan *Prosapia distanti* Lall y *Prosapia* sp. cercana a la *bicinta*; en regiones bajas y medias se encuentra *Zulia vilior costarricensis*, mientras que en zonas bajas se presentan *Aeneolamia contigua* y *Prosapia simulans* (Vinton y León 2005, en prensa).

¹ Parte de tesis de maestría. Programa Posgrado en Protección de Cultivos. Universidad de Costa Rica.

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Costa Rica. Correo electrónico: yangomez@costarricense.cr

Durante el período de lluvia, la población de estos insectos es muy alta y, debido al daño que producen en sus hojas, los pastos se muestran bronceados y secos, con necrosis similares a las que ocurren en períodos de sequía. Este deterioro lo ocasionan tanto las ninfas como los adultos; sin embargo, los mayores perjuicios se dan con los adultos que se alimentan de las hojas y les inyectan sustancias que intoxican la planta, la cual eventualmente se seca (Hernández 1996).

Metarhizium anisopliae es uno de los hongos entomopatógenos más utilizados y estudiados en el control biológico. Este hongo es un entomopatógeno facultativo capaz de crecer saprofiticamente, pero su asociación con insectos, es probablemente su modo principal de vida. Asimismo, dependiendo de la raza, *M. anisopliae* puede parasitar a un amplio ámbito de insectos plaga y de presentar diversos grados de virulencia hacia los diferentes estadios del hospedero. Esta variabilidad en la virulencia hace que la selección de aislamientos a utilizar en programas de control de insectos sea importante (Shannon 1994). Para lo anterior, deben producirse grandes cantidades del hongo y mantener su capacidad de infección por un período de tiempo considerable (Carballo 1998).

Una de las desventajas del control de plagas con entomopatógenos, es que éstos necesitan entre otros factores, condiciones favorables de temperatura y luminosidad, para que se tornen epizoóticos (Alves 1986). La enfermedad presenta un carácter epizoótico cuando determinada población de insectos en un período corto de tiempo, muere a causa de un determinado patógeno, presentando niveles con variaciones aleatorias y extremas (Lecuona 1996). El foco primario, (la aplicación del hongo) da como resultado focos secundarios, (individuos infectados); los patógenos, consecuentemente, pueden permanecer en el área no solo en los cadáveres sino, además, como acontece con los virus y protozoarios, pueden pasar de generación en

generación a través de los huevos de los insectos (Alves 1986).

Para un control efectivo del salivazo en pastos, es importante determinar la dosis óptima y económicamente aceptable de *M. anisopliae*, y la formulación que permita el establecimiento del hongo en el campo y que se ajuste mejor a las diferentes situaciones geográficas.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de diferentes dosis y formulaciones de *Metarhizium anisopliae*, en el combate de cercópodos en el pasto *Brachiaria* (*Brachiaria ruzizensis*), lo mismo que identificar y conocer la fluctuación poblacional de las especies de cercópodos presentes en el lugar de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en una finca ganadera, ubicada en Sabanilla de Coto Brus (Puntarenas), región situada en una zona clasificada como tropical húmeda, con uno o dos meses secos; una temperatura máxima es de 29,3 °C, una mínima de 18,7 °C y una media de 24 °C, con una precipitación mínima anual de 1820 mm y una precipitación máxima anual 3420 mm (Herrera y Gómez 1993).

Se utilizó un área total de 4,5 ha, dividida en apartos en donde predominó el pasto *Brachiaria ruzizensis* cv pasto ruzzi. Otras especies presentes en el área de estudio fueron las malezas conocidas como Navajuela (*Paspalum virgatum* L.), Canutillo (*Commelina diffusa* Burm) y algunas especies pertenecientes a la familia Ciperaceae.

Reproducción de *Metarhizium anisopliae*

El aislamiento del hongo utilizado fue obtenido en DIECA, donde se denomina (PL 43 DIECA) y se usa en el combate del salivazo

en la caña de azúcar. Su reproducción se llevó a cabo en el Laboratorio de Fitoprotección del INTA.

Para asegurar la calidad del material utilizado y revigorizar la cepa, se inocularon larvas de *Diatraea* sp. con conidios de *M. anisopliae* del aislamiento mencionado. Cuando murieron los insectos y, esporuló el hongo, se aisló nuevamente en cajas de petri con el medio de cultivo PDA (papa-dextrosa-agar).

La metodología para la multiplicación del hongo consistió en colocar 400 gramos de arroz seco (95% entero) y grano precocido en bolsas de polipropileno. Posteriormente, las bolsas con arroz fueron colocadas en una autoclave a 121 °C y una atmósfera de presión durante 20 minutos. Para la inoculación, se adicionaron 15 ml por bolsa de la suspensión del hongo preparado a partir de los platos con hongo esporulado, a una concentración aproximada de 1×10^{10} conidios/ml.

Una vez que el micelio colonizó la superficie del grano (de cuatro a seis días después de la inoculación), el material se colocó en bandejas plásticas de 25 cm x 30 cm y 5 cm de altura, donde se mantuvo 12 días con el objeto de favorecer su esporulación. Finalmente, se removió parcialmente la tapa para secar el producto y obtener la concentración adecuada.

Los conidios se separaron del arroz con un vibrador con tamiz de 40 huecos por pulgada lineal (MESH 40), luego se cuantificó su concentración por gramo y se estimó la cantidad de producto a utilizar, según la concentración.

Identificación de especies de cercópidos y fluctuación poblacional

Para identificar y conocer la fluctuación poblacional de estos cercópidos en el tiempo, se colectaron adultos a partir de julio de 2000 hasta julio 2001 y se graficó la suma total por especie encontrada mensualmente. Con los adultos, se utilizó una red entomológica estándar, dando tres pases de red en cada par-

cela de 100 m² caminando en zigzag, para un total de área de 3.600 m². Con las ninfas (Figura 1) se usó un marco de 35,5 cm de lado, el cual se lanzó una vez por parcela de 100 m² al azar, para un total de área de 3.600 m². No se hizo distinción por especie, ya que en campo es muy difícil separarlas; los insectos colectados se llevaron al laboratorio para su identificación.



Figura 1. Ninfas recubiertas por el mucílago que producen, del cual se deriva el nombre de “salivazo”.

Eficacia de tres dosis de *M. anisopliae* formuladas en agua, aceite-agua y talco

El ensayo se dispuso en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, con una parcela experimental de 10 m x 10 m, y una parcela útil de 2 m². Se evaluaron tres concentraciones del hongo *Metarhizium anisopliae*: $2,5 \times 10^{12}$ conidios/ha; $1,25 \times 10^{12}$ conidios/ha y $6,25 \times 10^{11}$ conidios/ha (Cuadro 1). Las aplicaciones del hongo se realizaron en la tarde (3 p.m. en adelante) o, muy temprano en la mañana (5-7 a.m.).

Las conidios fueron preparadas en tres formulaciones: **Agua** + conidios, aplicada con bomba de motor para favorecer la homogeneidad de la suspensión, se agregaron cinco

cc/bomba del coadyuvante NP7, a razón de cinco cc por bomba; **Talco** + conidias, aplicada al voleo y mezclada con 400 g de talco inerte / parcela; y **Aceite-agua** + conidias, aplicada con bomba de motor; se agregaron cinco cc/bomba de coadyuvante NP7. Además se adicionó aceite agrícola en una concentración del 20%. El Cuadro 1, presenta los tratamientos utilizados.

Cuadro 1. Detalle de los tratamientos con las diferentes dosis y formulaciones. Coto Brus, 2000 - 2001.

Formulación	Concentración		
	2,5 X 10 ¹²	1,25 X 10 ¹²	6,25X 10 ¹¹
Agua	X		
Agua		X	
Agua			X
Aceite-agua	X		
Aceite-agua		X	
Aceite-agua			X
Talco	X		
Talco		X	
Talco			X
Testigo			

El hongo se aplicó en todas las parcelas una vez por mes en agosto, setiembre y octubre del año 2000 y en mayo, junio y julio del año 2001.

Todos los adultos de cercópodos colectados en la parcela se llevaron al laboratorio para su identificación. Los adultos vivos se conservaron en alcohol y los muertos, con sospechas o con síntomas de infección, se llevaron en bolsas plásticas dentro de hieleras, para corroborar a nivel de laboratorio si efectivamente fueron infectados por *M. anisopliae*.

Las variables evaluadas fueron: a- densidad de adultos y ninfas de cercópodos antes y después de la aplicación; y b- número de adultos muertos (cinco-ocho días después de la aplicación).

Se realizó un análisis de varianza entre los tratamientos con las diferentes formulaciones y las concentraciones evaluadas, para lograr un mayor ajuste a la curva normal los datos fueron transformados a $\sqrt{x + 0,5}$. Se practicaron análisis de varianza con el paquete estadístico SAS y se compararon los promedios de los adultos y ninfas capturados con la prueba de Duncan.

RESULTADOS

Identificación de especies de cercópodos y fluctuación poblacional

Se encontraron e identificaron tres especies de la familia Cercopidae: *Zulia vilior* (Figura 2), que fue la especie dominante; *Aeneolamia lepilior*, segunda especie en importancia y finalmente *Aeneolamia reducta*, encontrada ocasionalmente, según la clave utilizada por Vinton y León (2005).

La Figura 3 presenta la precipitación mensual, la fluctuación poblacional, los momentos de aplicación del hongo (identificados con flechas rojas) y el conteo total de ninfas.



Figura 2. Adulto de *Zulia vilior* especie dominante en este estudio.

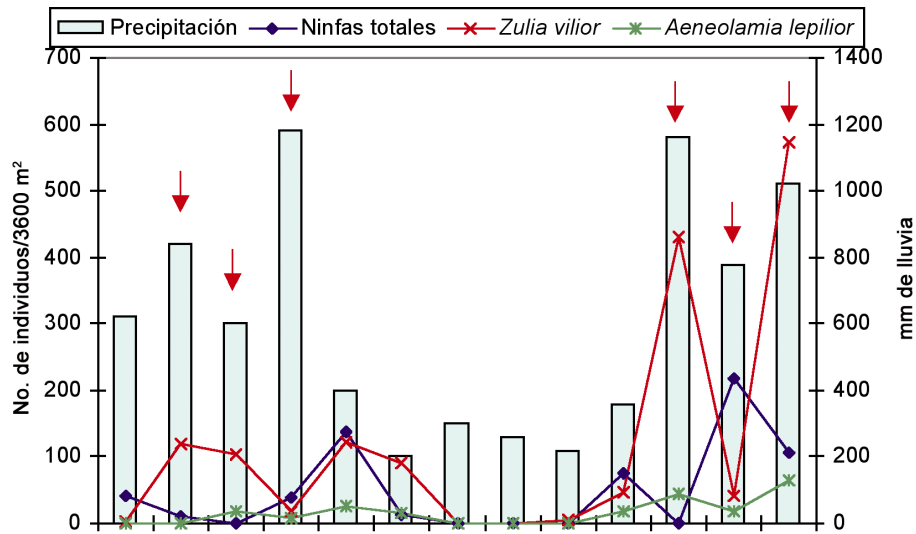


Figura 3. Precipitación mensual y fluctuación poblacional de cercópidos en pasto *Brachiaria ruziziensis*. Sabanilla de Coto Brus, Puntarenas. Período 2000 - 2001.

La misma figura indica que en el año 2000 ocurrieron dos picos importantes de población los cuales coincidieron con los meses lluviosos. Entre agosto y septiembre se capturaron 225 individuos de *Zulia vilior*, mientras que entre noviembre y diciembre, se capturaron 213 individuos. En estos períodos se realizaron aplicaciones del hongo para bajar las poblaciones. De diciembre y hasta marzo (estación seca) se presentó una notable disminución en la población de este insecto, situación que se debe a que los huevos colocados en el suelo, no eclosionan, sino que entran en lo que se conoce como estado de diapausa, el cual se rompe hasta que ocurren las primeras lluvias (Fontes *et al.* 1995).

Al caer las primeras lluvias en abril del 2001, de los huevos que se encuentran en diapausa, nacen nuevas ninfas por lo que la población empieza a crecer generando un nuevo pico poblacional del año, en este momento se realizó la primera aplicación del entomopatógeno. En el mes de julio ocurrió un nuevo pico poblacional y se aplicó nuevamente el hongo *M. anisopliae*. En ese mismo mes, la especie que aumentó de manera importante la población de adultos fue *Zulia vilior*.

El comportamiento en la fluctuación poblacional de *A. lepilor* coincidió con el de *Z. vilior*. En los meses de agosto y septiembre, noviembre y diciembre, aumentó su población, con una captura promedio de 40 individuos. Nuevamente, en mayo del 2001 se presentó un fuerte crecimiento en la población, como resultado de las fuertes lluvias del mes anterior.

De la especie *A. reducta* se encontró un individuo en septiembre de 2000, y otro en mayo de 2001.

Las poblaciones de ninfas fueron bajas en los meses de agosto y setiembre del 2000, posiblemente como consecuencia del “Fenómeno de la Niña”, el cual de acuerdo con el criterio de los productores de la zona, ocasionó lluvias de menor intensidad en comparación con otros años. Se da un nuevo aumento de población de ninfas para junio del 2001 (Figura 3).

Con las primeras lluvias en abril del 2001, subió el nivel de población de ninfas a 125 individuos. Para el mes de junio del mismo año se dio el pico más alto de población donde se contó un total de 438 ninfas.

Eficacia de tres dosis de *M. anisopliae* y formulaciones: agua, aceite-agua y talco

Para la variable adultos, hubo diferencias significativas en la captura de adultos ($P < 0,0001$). Al realizar el contraste del testigo / las parcelas aplicadas con el hongo, el resultado fue altamente significativo ($P < 0,0001$), indicando que al aplicar el hongo *M. anisopliae* se logró bajar las poblaciones de adultos de cercópodos.

No se dieron diferencias de captura entre las dosis y las formulaciones evaluadas, ya que el efecto de los tratamientos fue muy parecido. La fluctuación de los adultos con las diferentes formulaciones de la concentración baja $6,25 \times 10^{11}$ con respecto al testigo se muestra en la Figura 4, en la cual se representan con flechas los momentos de aplicación del hongo.

El primer aumento en la población de adultos con un promedio de cuatro adultos/parcela, se dio en septiembre del año 2000, cuando las condiciones climáticas fueron, precipitación (300 mm), temperatura (26°C) y humedad relativa que se mantuvo constante en 96% (Figura 6). En ese momento se realizó la primera aplicación de los tratamientos del hongo.

El segundo pico de captura de adultos fue en noviembre del mismo año, favorecido por las altas precipitaciones y temperaturas del mes anterior, con un promedio de captura de siete adultos/parcela; por lo que se realizó la segunda aplicación del hongo. Por último, el pico de mayor captura de adultos con un promedio 22 adultos/parcela fue en mayo 2001, durante el cual se presentaron las primeras lluvias fuertes y muchas ninfas salieron de su diapausa, por lo que se decidió hacer la primera aplicación de ese año (Figura 4).

En todas las parcelas donde se aplicó hongo hubo menor población de adultos de cercópodos que con el testigo.

Para la variable ninfas, no hubo diferencias entre el testigo y los tratamientos; se presentaron diferencias significativas ($P < 0,0001$) en las fechas de aplicación. Esto significa que se logró bajar las poblaciones de ninfas con la aplicación de los tratamientos aún cuando se produjo una alta precipitación, esto porque el agua de la lluvia ayudó a bajar la conidia del hongo hasta la base de las cepas donde se encontraba la ninfa, entrando en contacto directo con ella, infectándola y bajando la población.

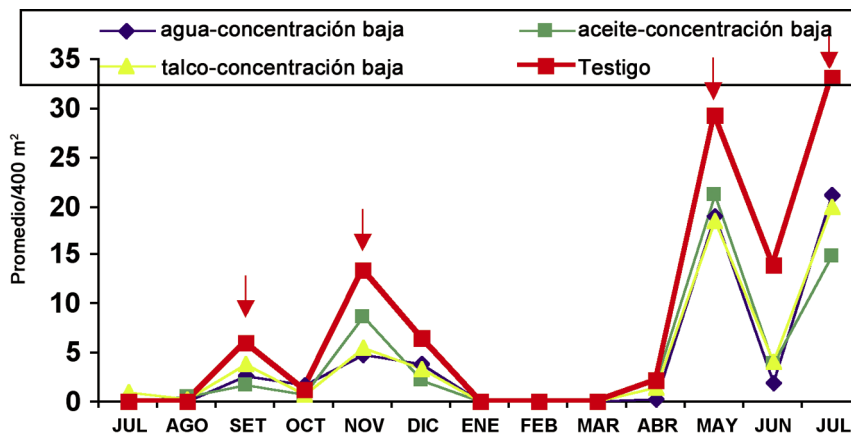


Figura 4. Número de adultos de cercópodos, bajo diferentes formulaciones agua, aceite y talco en la concentración de $6,25 \times 10^{11}$ conidia/ml de *M. anisopliae*. Coto Brus. 2000-2001.

Se dieron diferencias en la colecta de adultos parasitados, con los tratamientos en las diferentes fechas de evaluación. Se encontraron adultos muertos a los ocho días y al mes después de la aplicación en mayor cantidad con las formulaciones talco y agua (Figura 5).

Los momentos donde se encontró el mayor número de adultos parasitados fueron:

octubre - diciembre del año 2000 y mayo-julio del 2001. No así en el testigo, donde no se encontraron adultos parasitados

En la Figura 6 se muestra la fluctuación de precipitación, humedad relativa y temperaturas del periodo en el que se realizó el estudio, la cual se tuvo como referencia para comparar la influencia de las lluvias en el aumento de población de los cercópidos.

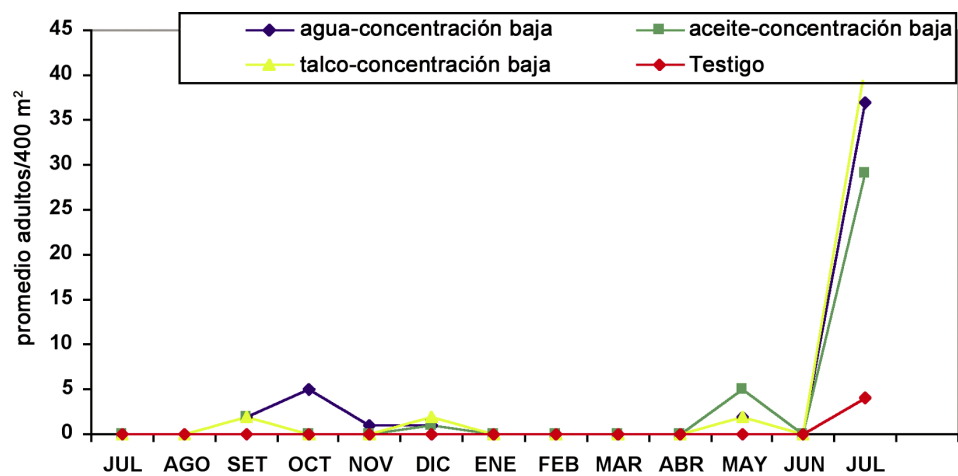


Figura 5. Número de insectos de cercópidos infectados con *M. anisopliae* en concentraciones de $6,25 \times 10^{11}$ conidias/ml, en tres formulaciones agua, aceite y talco. Coto Brus. 2000-2001.

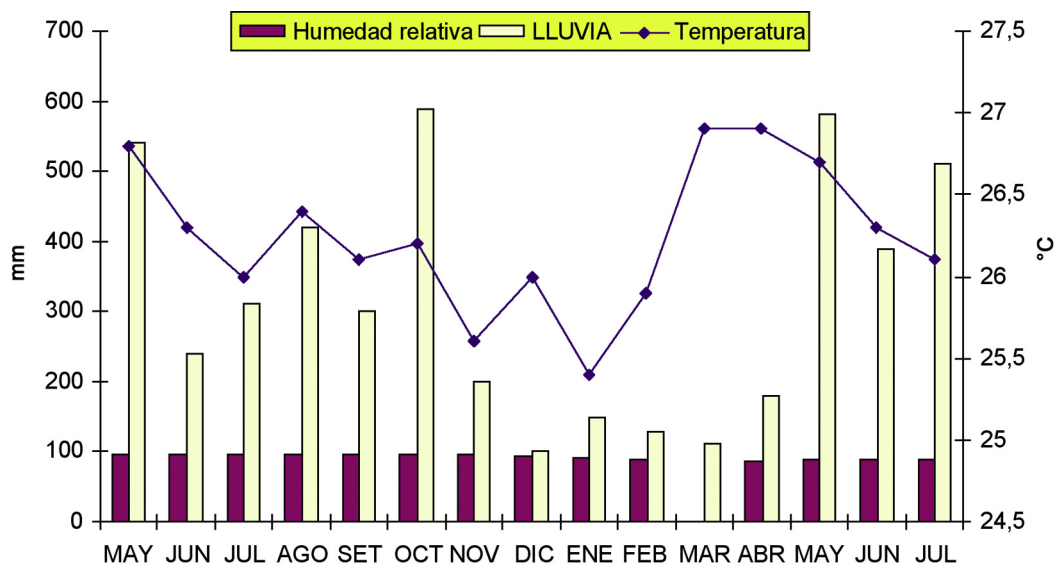


Figura 6. Porcentaje de humedad relativa, lluvia (mm) y temperatura (°C), durante mayo 2000 a julio 2001. Fuente: Instituto Meteorológico Nacional. Coto 47.

El análisis de varianza realizado entre las formulaciones de agua, de aceite y de talco no presentó diferencias significativas en ninfas y adultos parasitados, aunque hubo diferencias entre las fechas que se aplicó el hongo.

En el caso de las concentraciones tampoco se dieron diferencias significativas entre ellas.

DISCUSIÓN

Identificación de especies de cercópodos y fluctuación poblacional

Zulia vilior es una de las especies reconocidas como especie dominante que causa daño en las zonas bajas y medias en nuestro país tanto en el cultivo de caña de azúcar como en pastos, según lo reportado por Vinton y León (2005, en prensa). Se observó que con el aumento en las lluvias, las poblaciones de esta especie se incrementaron. Al aplicar el hongo por primera vez se logró disminuir las poblaciones, sin embargo en la segunda aplicación de *M. anisopliae* la reducción de las poblaciones fue mayor, observándose una acción efectiva del hongo, aún cuando la precipitación fue más alta, comparada con la del mes anterior. Esta alta precipitación permitió nuevamente que las poblaciones del insecto se incrementaran hacia el mes siguiente, haciendo necesario realizar otra aplicación del hongo. Según indica Cisneros (1995), las fluctuaciones están claramente asociadas con las estaciones del año, aunque la mecánica de esta asociación por lo general, no está bien determinada. El incremento y disminución poblacional parecen estar asociados con los factores físicos del ambiente y con la fenología de las plantas hospederas que determinan la relativa disponibilidad de alimentos para la plaga.

Con respecto a la población de ninfas, se observó que al igual como sucedió con los adultos, las altas precipitaciones favorecieron su proliferación y su paso a la fase adulta. Además, en los meses donde hubo más adul-

tos, se encontraron consecuentemente al mes siguiente, gran cantidad de ninfas y viceversa. No fue posible distinguir las especies en el estado de ninfa, aunque posiblemente correspondieron en gran cantidad a *Z. vilior*, dado que esta especie predominó en la fase adulta. En la mayoría de los casos, las ninfas se encontraron en la base de las plantas hospederas, pues prefieren lugares sombríos y con alta humedad (Miñón y Pérez 1985).

Eficacia de tres dosis de *M. anisopliae* y tres formulaciones: agua, aceite-agua y talco.

Los resultados dejan ver que el entomopatógeno *M. anisopliae* redujo las poblaciones de los adultos de cercópodos, demostrándose que este hongo es efectivo y puede usarse en programas de combate contra el "salivazo". Durante los meses de evaluación hubo variaciones de precipitación y temperatura que favorecieron la población de adultos y ninfas, lo que indica que es necesario realizar varias aplicaciones del hongo durante el año para combatir eficientemente la plaga.

En el caso de las ninfas no se demostró un efecto claro del hongo sobre ellas, ya que en el análisis de variación no se presentaron diferencias de población con respecto al testigo. Sin embargo, los resultados muestran que en las diferentes fechas de la aplicación de *M. anisopliae* se logró reducir las poblaciones de ninfas. Hay varias razones, por ejemplo, por efecto de lluvia, salpique de agua o viento, el hongo baja hasta nivel del suelo, y las ninfas no estuvieron expuestas a la acción directa del hongo. Otra posible razón fue, la misma estructura de la cepa del pasto que era muy densa, formando una especie de colchón protector de la ninfa.

Lecuona y Alves (1996) indican que para poder obtener buenos resultados en el control de ninfas hay que utilizar dosis muy altas del hongo; la dosis mínima que ellos recomiendan es de 5×10^{12} conidias/ha y debe aplicarse en el momento de mayor abundancia de ninfas, en nuestro caso las dosis utilizadas fueron

más bajas y de ahí que no se tuvo un buen efecto de combate contra ellas. En los adultos parasitados, se observaron los siguientes síntomas: se ubicaron en la parte superior de las hojas y abrieron sus alas, perdieron movilidad o se hicieron más lentos, al morir quedaron momificados. Se logró comprobar que depredadores como las hormigas aprovecharon estas circunstancias, atacando a los cercópidos enfermos o muertos, y en varias ocasiones se encontró solo la cabeza.

En el campo, con los cercópidos adultos infectados se pudo comprobar que el hongo invadió al insecto. Se observó micelio entre el cuerpo del insecto y la hoja de pasto; se produjeron conidios nuevos o esporas que podrían diseminarse por acción del viento, agua, el hombre o de otros organismos como lo menciona Lecuona (1996).

Otro aspecto importante que se determinó fue la gran cantidad de adultos parasitados al mes siguiente de la evaluación. Ésto es parte de las ventajas que se señalan de los controladores naturales, que pueden darse reinfecciones en el tiempo, si las condiciones ambientales lo permiten. Lecuona (1996) indica que las oscilaciones presentadas debidas a partir del inóculo secundario que se genera a partir del cuerpo de insectos parasitados; el número o porcentaje de insectos parasitados por un patógeno está en función del tiempo.

Según los resultados, cualquiera de las formulaciones evaluadas, se puede utilizar para aplicar el hongo ya que todas sirven como vehículos para diseminarlo; sin embargo, el agua le proporciona al hongo una condición idónea de humedad necesaria para su estabilidad, el aceite tiene la ventaja que preserva la conidia y en el caso el talco aún cuando resultó ser un buen vehículo para la aplicación, la humedad relativa que necesita el hongo para su existencia debe conseguirla del medio, si no se encuentra, las conidias no germinarán. La formulación en agua es el elemento más disponible y por lo tanto la más

utilizada. También se encontró que las tres concentraciones empleadas combaten igualmente al salivazo.

Gómez-Bonilla (2001) observó que la gota de aceite que envuelve la conidia, hace que su germinación sea más lenta, lo cual podría ser beneficioso, si no está expuesta a los rayos solares o a altas temperaturas.

Por supuesto que una de las pretensiones de utilizar control biológico es que el organismo se establezca, pero no debería ser algo condicionante, es una ventaja al usar este tipo de controladores, que el microorganismo se establezca y sea endémico en el campo. El efecto logrado es semejante al de un insecticida químico, de manera que esta opción corresponde al empleo de insecticidas microbianos o bio-insecticidas, además la no contaminación al ambiente, inocuidad para los animales que se alimentan de este tipo de pastos y menores costos comparativos. Se puede empezar con la concentración de $1,25 \times 10^{12}$ conidios/ha y después se puede continuar con la concentración de $6,25 \times 10^{11}$ conidios/ha, para que los costos no sean muy altos. Lecuona y Alves (1996) en sus investigaciones demostraron altos porcentajes de control del salivazo con *M. anisopliae*, con valores en un rango de 10 y hasta 60% menos de mortalidad.

RECOMENDACIONES

Se obtuvo un buen combate de los adultos de cercópidos con el uso del hongo entomopatógeno; por lo tanto, para mejorar el combate de ninfas en especies de pasto susceptibles y en fincas con un historial de fuertes ataques de la plaga, se puede recomendar lo siguiente para futuros trabajos: a- conocer la dinámica poblacional de la plaga *in situ*, b- establecer los momentos de mayor abundancia de ninfas y c- realizar aplicaciones del hongo con dosis altas para el combate de ninfas, preferiblemente con bomba de motor, para ayudar a penetrar más en el pasto.

Llevar un manejo integrado en potreros que tengan un historial de altas poblaciones de insectos y empezar su combate utilizando pastos resistentes. Se pueden reducir las poblaciones de adultos en la primera generación al aplicar algún insecticida selectivo y pastorear de manera rotativa para reducir las poblaciones de ninfas y aplicar *M. anisopliae* sobre la segunda y tercera generación y continuar en el tiempo con aplicaciones de *M. anisopliae*.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que las especies de la familia Cercopidae encontradas en esa zona fueron, *Zulia vilior* (especie dominante), *Aeneolamia lepilior* y *Aeneolamia reducta*.
2. Se dio variación de la población de estas especies y muchos de los picos coinciden con los meses de mayor precipitación.
3. Cuando se tiene historia de esta plaga en la finca, se deben realizar las aplicaciones del hongo en toda el área de pasto dañada con las primeras lluvias, como estrategia de control. La precipitación y la intensidad y dirección del viento, son factores a considerar en el momento de la aplicación.
4. El hongo *M. anisopliae* baja la población de adultos y ninfas de cercópidos, según la fecha cuando se aplique, ya que la lluvia o el salpique de agua y el viento, bajan el hongo hasta nivel del suelo.
5. Para el combate de adultos de cercópidos en el cultivo de pasto, se sugiere utilizar la concentración de $1,25 \times 10^{12}$ conidios/ha cuando se aplica por primera vez, para que sea de manera inundativa y continuar con la concentración de $6,25 \times 10^{11}$ conidios/ha haciendo por lo menos de dos a tres aplicaciones por año.
6. Las formulaciones aceite, talco y agua pueden ocuparse como vehículos de aplicación del hongo, aunque el agua es la manera tradicional y la más utilizada. El uso de cualquiera de estas formulaciones estará condicionado por el costo y acceso que se tenga.
7. Un manejo integrado es la mejor manera de combate de este insecto, con pastos resistentes, adecuada fertilización, sobrepastoreo cuando hay altas poblaciones de ninfas, una primera aplicación de insecticida (en potreros que tengan un historial de altas poblaciones de insectos) y continuar con aplicaciones de *M. anisopliae*.

LITERATURA CITADA

- Alves, S. B. 1986. Controle microbiano de insetos. Brasil, Editora Manole. 277p.
- Carvalho V., M. 1998. Formulaciones de hongos entomopatógenos. Revista Manejo Integrado de Plagas (47): i-iv.
- Cisneros V., F. 1995. Control de plagas agrícolas. 2 edición. Full Print. Lima, Perú. 313 p.
- Fontes, E.G; Pires, C.; Sujii. E. 1995. Mixed risk-spreading strategies and the population dynamics of *Braziliam*. Pastura Pest, *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). J. Econ. Entomol. 88(5):1256-1262.
- Gómez-Bonilla, Y. 2001. Viabilidad y germinación de conidias de *Metarhizium anisopliae* utilizando tres vehículos de dispersión. Capítulo IV, Tesis de maestría en Protección de Cultivos, Universidad de Costa Rica. 12 p. (En prensa).
- Hernández, J. 1992. Algunas estrategias para combatir la "baba de culebra" Coopemontecillos. Revista Informativa del Comité de Educación Bienestar Social (64): 5.
- Hernández, J. 1996. Combate de la plaga de la "baba de culebra". Montecillos Boletín oficial. Coopemontecillos, Producción Agrícola. Editorial Desarrollos Gráficos (90): 8.
- Herrera S., W.; Gómez P., L.D. 1993. Mapa de unidades bióticas de Costa Rica. Escala 1:685 000 // Color.

- Lecuona, R.; Alves, S 1996. Epizootiología. *In: Microorganismos Patógenos empleados en el Control Microbiano de Insectos Plaga*. Talleres Gráficos Mariano. Buenos Aires, Argentina. p.17-34.
- Lecuona, R.; Alves, S 1996. Utilización de hongos Entomopatógenos. *In: Microorganismos Patógenos empleados en el Control Microbiano de Insectos Plaga*. Talleres Gráficos Mariano. Buenos Aires, Argentina. p. 241-254.
- Miñon, D.; H. Pérez. 1985. Chicharrita de los pastos plaga de las pasturas. *Revista del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)*. Santiago del Estero. 12p.
- Skerman, P.J.; Riveros, F. 1992. Gramíneas tropicales. FAO, Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Roma FAO. p 3-8.
- Shannon, P. 1994. *In: Biología y control de Phyllophaga spp.* Ed por P. Shannon y M. Carballo, 1996. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 277. Turrialba, Costa Rica. p. 80-93.
- Vinton, T.; León, R. 2005. La identificación de las especies de salivazo, encontradas en caña de azúcar y pastos (Homoptera:Cercopidae) en Costa Rica. *In: Manejo Integrado de plagas y Agroecología*. 14 p. (En prensa).

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA BIOLÓGICA DE LOS FUNGICIDAS BAS 510 (BOSCALID) Y BAS 516 (BOSCALID + PYRACLOSTROBIN) PARA EL CONTROL DE *Botrytis cinerea* EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* L.)

Bernardo Mora¹

RESUMEN

Las enfermedades en el cultivo de tomate constituyen un factor limitante de la producción. El control de las diversas enfermedades causadas por hongos, se realiza por medio de fungicidas. El Moho Gris causado por el hongo *Botrytis cinerea* es una enfermedad de gran relevancia en el cultivo, una vez que el sistema de plantación en el campo, se maneja con alguna estructura que favorece el desarrollo de la enfermedad. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficacia biológica de los fungicidas, BAS 516 (Boscalid 252 g/kg y Pyraclostrobin 128 g/kg); y BAS 510 (Boscalid 500 g/kg), en tres dosis cada uno. Se utilizaron dos testigos: uno, el programa de aplicaciones que utiliza el agricultor en la plantación y otro sin aplicación de fungicidas. El trabajo se realizó bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones. Las aplicaciones se hicieron de forma semanal con bomba de motor y las evaluaciones de severidad de la enfermedad, también se llevaron a cabo cada semana. Los resultados de intensidad de la enfermedad, manifestaron una presencia homogénea y exclusiva del hongo en la plantación, lo cual facilitó realizar, una evaluación objetiva de la enfermedad en los diferentes tratamientos. Los niveles de severidad de infección y área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE), demostraron diferencias significativas entre las diferentes dosis de los fungicidas. Los tratamientos BAS 510 y BAS 516 en las dosis de 1,5 l/ha y 1,25 l/ha, respectivamente, fueron los que presentaron la menor severidad y la menor ABCPE. Las diferentes dosis de ambas moléculas aplicadas en el cultivo de tomate no tuvieron efecto fitotóxico, ni incompatibilidad con otras moléculas, por lo tanto se recomiendan como una nueva alternativa de control químico, para el manejo integrado del moho gris del tomate, causado por el hongo *B. cinerea*.

Palabras clave: Tomate, fungicidas, eficacia biológica, control de *Botrytis cinerea*.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate es la hortaliza de mayor importancia en área de siembra y consumo en el país. Es afectado por diversas plagas y enfermedades, que lo hacen una actividad de gran intensidad agronómica, por su exigente manejo. El hongo *Botrytis cinerea*, causa las enfermedades más ampliamente distribuidas en los cultivos hortícolas, plantas ornamentales, frutales y algunas especies forestales (Aparicio *et al.* 1995, 1998);

así como las enfermedades más comunes de las plantas cultivadas en los invernaderos (Villegas *et al.* 2000). Estas enfermedades se manifiestan principalmente en forma de tizones de inflorescencias y pudriciones del fruto, de tubérculos, bulbos y raíces, también como chancros o pudriciones del tallo, marchiteces de las plántulas, manchas foliares y como pudriciones (Domínguez 1993; Jarvis 1998). En condiciones de alta humedad relativa el hongo produce una capa fructífera conspicua de moho gris sobre los tejidos afectados (Gla-

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Costa Rica.

ser y Guerrero 2000). Los cuerpos fructíferos del hongo o conidióforos constituyen uno de los problemas más graves de los cultivos de ambientes protegidos y en siembras a exposición solar, ya que las conidias se diseminan fácilmente y afectan diversos órganos de la plantas (Agrios 1996).

Algunas de las enfermedades más importantes ocasionadas por diversas especies del género *Botrytis*, incluyen al Moho Gris de la fresa, la pudrición por el moho gris de las hortalizas tales como la alcachofa, frijol, remolacha, col, zanahoria, pepino y berenjena; la pudrición del extremo de la punta de los plátanos, lechuga, pimiento, calabaza y tomate (Agrios 1996); la pudrición del cuello y tizón de la cebolla, la pudrición del extremo del cáliz de las manzanas, el tizón de las ramitas e inflorescencias del arándano, el tizón o moho gris de plantas ornamentales como la violeta africana, begonia, ciclamino, crisantemo, dalia, geranio, jacinto, lirio, rosa, tulipán (Sutton 1990; Sutton *et al.* 1997).

El patógeno *Botrytis cinerea* pertenece a la clase de hongos imperfectos o Deuteromicetes, del orden Hyphomycetales (Agrios

1996). Se caracteriza por producir conidióforos largos y ramificados, cuyas células apicales y redondeadas poseen racimos de conidios de forma ovoide que son unicelulares, incoloros o de color gris los cuales libera bajo condiciones de clima húmedo y luego son diseminados por el viento. Produce esclerocios planos, irregulares, duros y de color negro. Algunas especies presentan la fase perfecta del hongo que coincide con *Sclerotinia fuckeliana*, en donde las ascósporas del hongo se forman sobre apotecios (Agrios 1996).

El patógeno inverna en el suelo en estado saprófito, en forma de esclerocios o de micelio, el cual se desarrolla sobre restos de plantas en proceso de descomposición (Aparicio *et al.* 1998). Se propaga por medio del agua de escorrentía y diversas prácticas culturales en restos vegetales, que puedan portar estructuras del hongo (Aparicio *et al.* 1995). No infecta las semillas de forma directa, pero puede propagarse con ellas como contaminante en la forma de esclerocios de tamaño similar o sobre restos de plantas. En presencia de un hospedero adecuado, se establece bajo condiciones propicias para su desarrollo,



Figura 1. Síntomas del moho gris en tomate causado por *B. cinerea* en las fases fenológicas de pre maduración del fruto (A) y de cosecha (B).

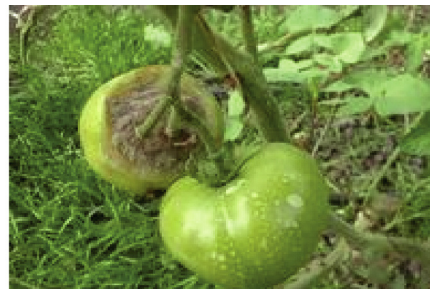
como clima húmedo y moderadamente frío (18 a 23° C), donde los esclerocios germinan y producen infección, posteriormente las lesiones esporulan y liberan las esporas, para que se produzca un nuevo ciclo de infección (Blanchard 1996).

Los síntomas de la enfermedad son diversos en el cultivo de tomate, ya que el hongo ataca todos los órganos de la planta (Aparicio *et al.* 1995, 1998). Puede atacar tallos primarios, secundarios y terciarios, causando una marchitez sistémica y necrosamiento del tejido sobre el cual esporula. El efecto sistémico puede ser devastador si el hongo afecta el cuello del tallo principal de la planta, tal como

se observa en las Figuras 1 y 2. El hongo infecta las hojas causando lesiones necróticas y las flores produciendo la caída prematura posterior a su fertilización. También ocasiona la pudrición en los frutos. El síntoma particular en los frutos es denominado “mancha fantasma”, se trata de ataques de *B. cinerea* abortados, alrededor de un punto central muy pequeño y necrótico se observa un tenue anillo de cinco a 10 mm de diámetro, blanquecino sobre el fruto verde y maduro. La calidad interna del fruto no sufre ninguna variación, pero sí la presentación para el consumidor. El signo más común del patógeno es su espeso micelio blanco, que parasita los diferentes órganos de la planta y su excesiva esporulación



Conidióforos de *Botrytis cinerea*



Síntomas en fruto de tomate



Síntomas latentes de moho gris en la hoja.

Figura 2. Conidióforos de *Botrytis cinerea*, síntomas en frutos y síntomas latentes de poco desarrollo en hojas de tomate.

en condiciones de alta humedad (Aparicio *et al.* 1998; Blanchard 1996; Domínguez 1993).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficacia biológica de los fungicidas BAS 516 (Boscalid + Pyraclostrobin) y BAS 510 (Boscalid) en tres dosis cada uno, para el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Ribera del Cantón de Belén, Heredia, a una altura de 1000 msnm. Los suelos son de origen volcánico de tipo inceptisol, con buen drenaje y aceptable fertilidad. La zona presenta dos épocas climáticas bien definidas; una lluviosa y de alta humedad relativa que va desde fines de abril a principios de diciembre; la otra se extiende de mediados de diciembre a fines de abril, la cual es de escasa precipitación y de menor humedad relativa. El sitio de prueba se caracteriza por recibir la influencia final de la corriente del Caribe que pasa a través del Paso de la Palma.

El trabajo se hizo durante los meses de junio y julio del año 2004. Las condiciones de clima durante el citado período se presentan en el Cuadro 1. El experimento se realizó en una plantación de tomate de primera cose-

cha, con muy poca incidencia del hongo, pero con una distribución uniforme dentro de la plantación. El inóculo del patógeno con sus signos característicos, de micelio algodonoso y esporulación abundante, fue fácilmente detectable en el tercio medio de las plantas (Blanchard 1996). Las prácticas de cultivo en cuanto a manejo de la plantación y aplicación de agroquímicos, fueron las que emplean los agricultores del cultivo en la zona. En el experimento se utilizó la variedad de tomate cv. DeReuter 8108, sembrada a una densidad 1,80 X 0,40 metros para una población de 14.000 plantas por hectárea. La plantación fue protegida con un techo de plástico sostenido por varillas de acero de un cuarto de pulgada dobladas en forma de arco. Para evitar el amarre en cultivo se colocó una maya de nylon de 15 cm X 15 cm de los 40 cm, sobre el nivel del suelo hasta el arco que sostiene el techo de plástico, la maya estaba dispuesta en forma de uve (V) (Figura 3).

Los tratamientos que se evaluaron fueron: BAS 516 en las dosis de 0,8 kg /ha, 1,0 kg /ha, 1,2 kg /ha, y BAS 510 en las dosis de 1,0 kg/ha y 1,2 kg /ha y 1,4 kg /ha. Además se consideró como testigo comercial el programa de aplicaciones que utiliza el productor y un testigo absoluto sin aplicación de fungicida.

Los tratamientos se dispusieron en un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA), con cuatro repeticiones. La

Cuadro 1. Datos promedios de precipitación, temperatura y humedad relativa, durante los meses de junio a julio, en períodos de 10 días. Aeropuerto Juan Santamaría*. Alajuela, 2004.

Mes	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)		Humedad relativa máx. (%)
		Mínima	Máxima	
Junio 1-10	29,1	18,9	23,9	72,2
Junio 11-20	33,1	20,1	29,6	71,6
Junio 20-30	20,6	19,8	29,9	69,9
Julio 1-10	71,9	18,7	28,5	70,4
Julio 11-20	27,1	18,8	28,2	72,5
Julio 20-31	46,6	18,9	28,8	72,0
Tot / media	228,4	19,2	28,1	71,4

* Latitud norte 10°00', Longitud oeste 84°12' y altitud 932 msnm.



Figura 3. Sistema agronómico de manejo utilizado en la producción en el cultivo de tomate.

parcela experimental (sitio donde se realizó la aplicación de los fungicidas), consistió de tres surcos de seis metros de largo a una distancia entre plantas de 0,4 metros para un promedio de 48 plantas de tomate por parcela total. La parcela utilizada para realizar la evaluación de la enfermedad fue el surco central de los tres surcos de la parcela. La única enfermedad que estuvo presente fue *B. cinerea* lo cual garantizó una evaluación muy objetiva de la severidad en el campo.

La aplicación de los fungicidas se realizó con un pulverizador motorizado de alta presión marca Eccho® SHP – 800, con tanque de 25 litros de capacidad. El equipo posee un volumen de descarga de 5,8 l por minuto y una presión (Mpa) 2,5 (máx.) (25 kgf/cm² máx.). La boquilla utilizada es de tipo cono de dos cabezas, especial para plantaciones de tomate. El volumen de aplicación en promedio fue de 1000 litros por hectárea en planta productiva. El caldo fungicida se preparó un 50 % solo y el otro 50 % se hizo en mezcla con otros agroquímicos, como fertilizantes foliares, insecticidas, bactericidas y productos hormonales. Las aplicaciones no se hicieron al 100 % en mezcla con otros agroquímicos, debido a que no se coincidió en la programación de aplicaciones del experimento con las aplicaciones que se realizaron en la siembra comercial. El número de aplicaciones de fungicidas fue de ocho y las evaluaciones de se-

veridad de la enfermedad, fueron nueve durante los meses de junio y julio.

La intensidad de la enfermedad se evaluó por medio de la severidad de infección, definida como el porcentaje de tejido enfermo en el follaje afectado por el hongo. La severidad se determinó con una escala porcentual (Horsfall y Barrat 1945), la cual se basa en el principio físico de Weber y Fechner, que determina que el ojo humano discrimina diferencias de forma logarítmica. La escala en el rango de 0 % al 50 %, determina los valores de: 0 % – 3%; 3 % – 6%; 6 % – 12%; 12 % – 25% y 25 % – 50%. Posteriormente de acuerdo con la experiencia del evaluador se hacen las interpolaciones necesarias. Por ejemplo entre 6 y 12%, se interpola 9%, y ente 6 y 9% se interpola 7,5%, así de esta forma se logran rangos más cortos que permiten de forma objetiva, realizar una estimación de la severidad muy cercana a una media que representa la realidad. La escala también se utiliza con valores de 50% a 100% en la misma proporcionalidad que se explicó anteriormente, solo que en este caso es más utilizada para valores de incidencia y no de severidad.

El análisis de los resultados se efectuó por medio de un análisis de varianza (ANDEVA) y una prueba de separación de medias, por medio del SAS (Statistical Analysis System) de la Universidad de Carolina del Norte. También se obtuvo el Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE), para lo cual se utilizó la fórmula (Campbell y Madden 1990):

$$ABCPE = \sum_{i=1}^{n-1} (y_i + y_{i+1} / 2) (t_{i+1} - t_i)$$

ABCPE = porcentaje o proporción-días

n = Número de evaluaciones

y = Porcentaje o proporción de enfermedad en el tiempo 1

y = Porcentaje o proporción de la enfermedad en el tiempo 2

Además se realizó el análisis de progreso de la enfermedad a través del tiempo, donde se determinaron los valores de tasa epidémica, de acuerdo al modelo logístico con la ecuación (Berger 1977, 1981):

$$r = 1 / \Delta t [\text{logit } X_2 - \text{logit } X_1]$$

r = tasa de infección aparente o epidémica

t = tiempo de una a otra evaluación:

X_2 y X_1 severidad de lecturas 1 y 2 respectivamente

$$\text{logit} = \log_e [X_n / 1 - X_n]$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las enfermedades producidas por hongos, virus y bacterias, encuentran en el cultivo de tomate un excelente sustrato para su reproducción, razón por la cual los programas de mejoramiento genético de diversas compañías transnacionales, generan germoplasma de tomate con resistencia a unos cuantos patógenos, pero no a su totalidad en condiciones tropicales.

En el cultivo de tomate el control químico constituye la principal estrategia de manejo de las enfermedades (Latorre *et al.* 2000; Villegas *et al.* 2000; Rioja *et al.* 2000). Por esta razón, es que diferentes compañías transnacionales evalúan de forma periódica, diversas moléculas (Dave *et al.* 2001; Knight *et al.* 1997), programas de atomización, para los diferentes organismos causantes de plagas y enfermedades, que son limitantes en la producción del cultivo.

Es importante mencionar, que no todas las enfermedades producidas por hongos, conllevan el mismo tipo de control químico. El control de una roya (Uredinales) difiere sustancialmente al de un hongo del grupo de los Peronosporales o al de un hongo imperfecto (Agrios 1996). El Moho Gris del tomate tiene características muy especiales en su epidemiología, por la amplia diversidad genética de hospederos que afecta el hongo, su capacidad de sobrevivencia en épocas adversas por

medio de esclerocios y su capacidad de producir el estado sexual (Sutton 1990). La evaluación y selección de fungicidas para este hongo es muy importante, ya que el grupo de fungicidas para el control de *Botrytis* spp, es muy restringido, debido a que el patógeno puede de forma rápida desarrollar resistencia a las diversas moléculas (Sutton 1997; Valli y Moorman 1992). La resistencia a benzimidazoles y dicarboximidias como iprodione, procymidone y vinclozolin ha sido reportada en el cultivo de la vid, fresas y cultivos de invernadero (Valli y Moorman 1992). Además, se reporta resistencia cruzada entre razas con resistencia a benzimidazoles y dicarboximidias, lo cual dificulta el manejo de la enfermedad por medio de fungicidas (Valli y Moorman 1992; Dave *et al.* 2001; Knight *et al.* 1997).

La evaluación de la severidad de la enfermedad en el cultivo por medio de una escala porcentual (Horsfall y Barrat 1945), constituye una buena metodología, ya que permite realizar una valoración objetiva del nivel de daño. La escala permite valoraciones consistentes en el rango de 0 % al 50 % (Campbell y Madden 1990). Infecciones arriba del 50% significan epidemias muy agresivas generadas por diversos factores como germoplasma muy susceptible, ausencia de control químico o inadecuadas prácticas culturales (Campbell y Madden 1990; Van der Plank 1963). En algunos casos las condiciones de clima son tan favorables para el patógeno, que puede sobrepasar el umbral de resistencia genética, control químico y con gran facilidad la práctica cultural (Robinson 1976).

El Cuadro 2, presenta los diferentes tratamientos y dosis con los datos de severidad, área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE). Las tres dosis de BAS 516, para severidad y ABCPE son estadísticamente similares y lo mismo se manifiesta con las tres dosis de BAS 510. Ambos testigos son estadísticamente diferentes entre sí y diferentes de los promedios de severidad y ABCPE de los demás tratamientos, a excepción de la menor dosis del fungicida BAS 510, que es estadísticamente igual al Programa del Agricultor.

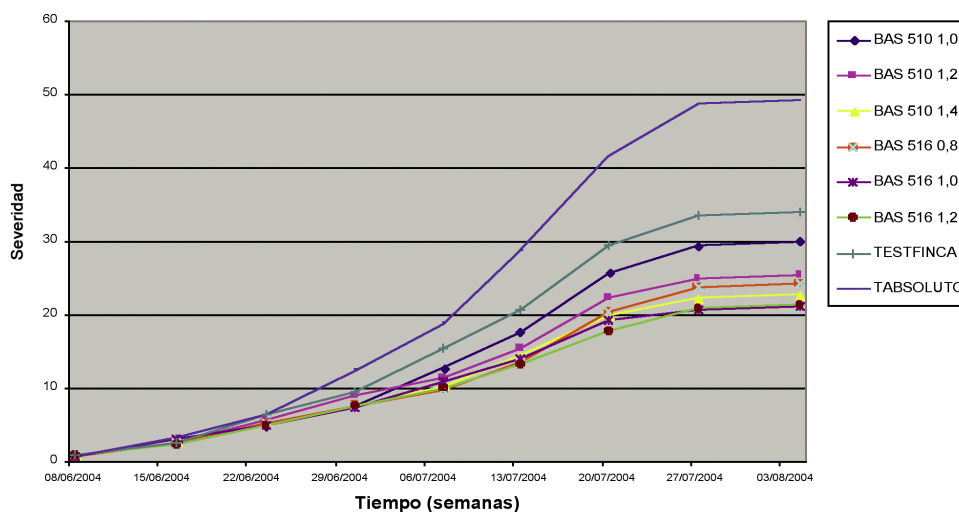
Cuadro 2. Efecto de varias dosis de fungicidas en la severidad, área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) y tasa epidémica r_L , causada por el hongo *Botrytis cinerea* en el cultivo de tomate. Belén, Heredia 2004.

N°	Tratamiento	Dosis kg/200 l	Dosis kg/ha	Severidad*	ABCPE*	Tasa epidémica
1	BAS 516 Bellis® 37 WG	0,16	0,8	23,45 cd	600,6 c	0,0669
2	BAS 516 Bellis® 37 WG	0,20	1,0	22,70 cd	586,8 c	0,0620
3	BAS 516 Bellis® 37 WG	0,25	1,2	20,90 d	545,2 c	0,0571
4	BAS 510 50 WG	0,20	1,0	29,40 bc	747,3 bc	0,0679
5	BAS 510 50 WG	0,25	1,2	25,00 cd	644,7 c	0,0630
6	BAS 510 50 WG	0,30	1,4	22,30 cd	579,2 c	0,0606
7	Programa finca	-	-	33,70 b	858,1 b	0,0681
8	Testigo Absoluto	-	-	48,70 a	1221,4 a	0,0818

* Medias con igual letra, no son estadísticamente diferentes, de acuerdo a la prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

La Figura 4, muestra que el progreso de la enfermedad tuvo una tendencia de distribución normal, que se ajusta a un modelo de tipo Logístico o de Gompertz (Berger 1981; Van der Plank 1963). En todos los tratamientos, la enfermedad inicia con una cantidad de inóculo inicial Y_0 , muy bajo, tal como se determinó en la primera evaluación de la severidad. Posteriormente comienza una fase de desarrollo exponencial de la enfermedad en la primera semana de evaluación de la severidad (Berger 1981; Van der Plank 1963, 1982). A partir de la segunda semana se pre-

senta una fase logarítmica bastante acelerada, que comprende el período de mediados de junio a fines de julio. Este incremento acelerado se nota principalmente en el tratamiento de Testigo Absoluto, con una tasa epidémica de 0,0818 unidades día, calculada en un período de 59 días, si se compara con la tasa epidémica del tratamiento de BAS 516 1,2 kg/ha de 0,0571. La tasa epidémica en el tratamiento del programa finca fue de 0,0681. La fase terminal de la enfermedad, ocurre a principios de agosto por dos razones: una debido a que se acentúa el período de canícula, don-

**Figura 4.** Evaluación de la eficacia biológica de fungicidas, para el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de tomate. Belén, Heredia, 2004.

de se presentan condiciones muy desfavorables para el desarrollo del hongo. La segunda razón es que el cultivo entra en la etapa de senescencia y declino de la cosecha. No obstante estas razones, cabe mencionar que todas aquellas parcelas que recibieron el tratamiento fungicida, tuvieron una etapa de senescencia de mayor verdor, como consecuencia de una prolongación de su vida útil, que favoreció un mayor rendimiento del cultivo. El concepto anterior podría ser importante en períodos donde se mantenga un buen precio del tomate en el mercado.

Los datos de clima que se presentan en el Cuadro 1, muestran que las condiciones durante los meses de junio y julio fueron sumamente favorables para el desarrollo del cultivo

y por ende para la producción de tomate. El total acumulado de la precipitación fue de 228,4 mm, lo cual apenas podría considerarse suficiente para las necesidades hídricas del cultivo. Una humedad relativa promedio del 71,4 %, puede considerarse intermedia para llenar las necesidades de algunos patógenos causantes de enfermedades. Los anteriores datos de clima indican que *Botrytis cinerea* es un hongo que no necesita condiciones especiales de clima para causar severos daños. El rango de temperatura que se presenta en el cuadro citado, poca precipitación y humedad relativa intermedia de 65 % a 75 %, serían condiciones favorables para causar severas epidemias. Debe recordarse que este hongo es el causante de diversas enfermedades en los invernaderos y



Figura 5. Comparación de los fungicidas probados con el tratamiento de testigo absoluto y el programa de atomizaciones que utiliza el agricultor. Belén, Heredia, 2004.

generalmente son condiciones muy favorables para el desarrollo y producción de los diferentes cultivos. La actual producción del cultivo de tomate, conlleva la utilización de alguna estructura que lo proteja principalmente de la excesiva precipitación en algunos meses del año. Esta estructura de techos en la parte superior del dosel de la planta, también facilita el desarrollo del moho gris, razón por la cual es necesario desarrollar una buena estrategia para el manejo de esta enfermedad.

Las fotografías que se presentan en la Figura 5 muestran el estado final de las plantas según los tratamientos aplicados, cuando se hizo la última evaluación de la severidad de infección. Cabe aclarar que las fotografías muestran el potencial de cada uno de los tratamientos, ya que no todos los testigos tuvieron una pérdida total como se aprecia en la foto, ni todos los otros tratamientos fueron tan sanos como los de la foto de la Figura 5. No obstante, la variación de los tratamientos en las cuatro repeticiones para las variables de Severidad y ABCPE fueron de 17 % y 18 %, respectivamente, lo cual es un dato muy aceptable, sí se considera la variación de las epidemias en condiciones de campo.

El resultado de los datos anteriores permite observar que el fungicida BAS 516, es eficiente para el control de *Botrytis cinerea* en el cultivo de tomate, en las tres dosis estudiadas. También, el fungicida experimental BAS 510 presentó eficacia biológica para el control del hongo en las dosis analizadas. Los dos fungicidas fueron utilizados, en la mitad de las aplicaciones solas y la otra mitad de los fungicidas se acompañó con otros agroquímicos, que se utilizan en el cultivo de tomate. Esta diferenciación no fue a propósito, sino que las aplicaciones de los fungicidas se programaron de forma semanal y cuando coincidieron las aplicaciones del experimento y los de la plantación, las aplicaciones de productos se hicieron de forma conjunta.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los dos fungicidas tuvieron eficacia biológica para el hongo *Botrytis cinerea*.
2. Los fungicidas no fueron fitotóxicos al tomate solos, ni en mezclas con otros agroquímicos.
3. Es recomendable utilizar los fungicidas solos o en mezcla con otros productos, ya que esto, además de medir la eficacia biológica del producto contra el hongo, permite determinar las interacciones con otros plaguicidas y sus posibles toxicidades.
4. Se recomienda la validación de los fungicidas en plantaciones comerciales de tomate.
5. Se recomienda concentrar las aplicaciones de fungicida en la etapa productiva del cultivo, con el objetivo de alargar el período de cosecha, ya que el hongo se especializa en atacar diversos órganos de la planta, en especial el fruto.
6. Se recomienda un número de cuatro a seis aplicaciones, durante el ciclo del cultivo, ya que el hongo puede adquirir una rápida resistencia a las moléculas del grupo de los benzimidazoles y carboximidas (Latorre *et al.* 2000).
7. Debe considerarse una buena estrategia de mercadotecnia de la compañía y un uso adecuado de parte de los agricultores, para prolongar la vida útil de ambos fungicidas en el mercado nacional.

AGRADECIMIENTO

Al productor de tomate, Dauve Rojas Jiménez, por su desinteresada colaboración en

la ejecución del presente trabajo. A la Compañía BASF por el suministro de los fungicidas que fueron evaluados.

LITERATURA CITADA

- Agrios, G.N. 1996. Fitopatología. Ed. Limusa, S.A. México. 838 p.
- Aparicio, V.; Belda J.E.; Casado, E.; García, M.; Gómez, V.; Lastres, J.; Mirasol, E.; Roldán, E.; Sáez, E.; Sánchez, A.; Torres, M. 1998. Plagas y enfermedades en cultivos hortícolas de la provincia de Almería: control racional. Consejería de Agricultura y Pesca. España. Junta de Andalucía. Sevilla: 356 p.
- Aparicio, V.; Rodríguez, M.D.; Gómez, V.; Sáez, E.; Belda J.E.; Casado, E.; Lastres, J. 1995. Plagas y enfermedades del tomate en la provincia de Almería: control racional. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. España. Sevilla: 182 p.
- _____, 1995. Plagas y enfermedades de los principales cultivos hortícolas de la provincia de Almería: control racional. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. España. Sevilla: 260 p.
- Dave W.; Bartlett, D. W.; Clough, J.M.; Godfrey, C. A.; Godwin, J. R.; Hall, A. A.; Heaney, S. P.; Maund, S. J. 2001. Understanding strobilurin fungicides. Pesticide Outlook August. 143 p.
- Berger, R. B. 1977. Application of epidemiological principles to achieve plant disease control. Annu. Rev. Of Phytopathology. 15: 165 – 183.
- Berger, R. B. 1981. Comparison of the Gompertz and Logistic equation to describe plant disease progress. Phytopathology 71: 716 – 719.
- Blanchard, D. 1996. Enfermedades del tomate. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. España 212 p.
- Campbell, C. L.; Madden, L.V. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. A. Willey Interscience Publication. 532 p.
- Domínguez, F. 1993. Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Mundi-Prensa. Madrid. España. 821 p.
- Glaser, G. C.; Guerrero, C. J. 2000. Control de *Botrytis cinerea* Pers. en Tulipán (*Tulipia* spp.) cv. Pandión. Fac. Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. sp.
- Jarvis, W.R. 1998. Control de enfermedades en cultivos de invernadero. Mundi-Prensa. Madrid. España. 334 p.
- Horsfall, J.G.; Barrat, R. W., 1945. An improved grading system for measuring plant disease. Phytopathology. 35: 655. (abstr.)
- Knight S.C.; Anthony, V. M.; Brady, A M.; Greenland, A. J.; Heaney, S. P.; Murray, D. C.; Powell, K. A.; Schulz, M. A.; Spinks, C.A.; Worthington, P. A.; Youle, D. 1997. On the development of fungicides. Annual Review Phytopathology 35:349–72
- Latorre, B; Spadaro, I.; Rioja, M. E.; Lillo, C. 2000. Rápido cambio en la sensibilidad de *Botrytis cinerea* a fungicidas anilino pirimidinas. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. X Congreso Nacional de Fitopatología, Resúmenes. Presentaciones orales. sp.
- Rioja, M. E.; Finlay, R.G.; Latorre, B. 2000. Variabilidad en la respuesta a la temperatura de incubación observada en aislamientos de *Botrytis cinerea*, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, Resúmenes, Presentaciones orales. sp.
- Robinson, R. 1976. Plant Pathology systems. Springer - Verlag. 184 p.
- Sutton, J. C. 1990. Epidemiology and management of Botrytis leaf blight of onion and gray mold of strawberry: a comparative analysis. Can. J. Plant Pathol. 12: 100-110.
- Sutton, J. C; Li Wei-De; Peng Gang; Yu Hai; Zhang Pinggao; Valdebenito-Sanhueza R. M. 1997. *Gliocladium Roseum* a versatile adversary of *Botrytis cinerea* in crops. Plant Disease 81(4): 316-328.
- Valli, R. J.; Moorman, G. W. 1992. Influence of selected fungicide regimes on frequency of dicarboximides-resistant and dicarboximide-sensitive strain of *Botrytis cinerea*. Plant. Dis. 76: 919-924.

Van der Plank, J. E. 1963. Plant disease: epidemics and control. Academic. New York. 344 p.

_____. 1982. Host pathogens interaction in plant disease academic. New York. 192 p.

Villegas, I; Apablaza, G. San Martín, R. 2000. Efectos de control de QL-1000 y QL-ultra,

productos del quillay sobre moho gris del tomate (*Botrytis cinerea*) en producción de invernadero. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Escuela de Ingeniería Química y Bioprocesos X Congreso Nacional de Fitopatología, Resúmenes, Presentaciones orales. sp.

INOCULACIÓN DE *Citrus volkameriana* Y *Citrumelo swingle* CON HONGOS MICORRIZÓGENOS (HMA), BAJO TÉCNICAS DIFERENTES DE DESINFECCIÓN DE SUSTRATO¹

Susana Schweizer², Eduardo Salas³

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la inoculación con hongos micorrizógenos sobre el crecimiento y desarrollo de dos especies de cítricos utilizados como portainjertos en la fase de semillero y al momento del trasplante a bolsas de vivero. En los años 2003 y 2004, se realizaron dos experimentos en un diseño completamente al azar con 10 repeticiones, en un vivero comercial en Alajuela, Costa Rica. Los portainjertos utilizados fueron *Citrus volkameriana* y *Citrumelo swingle*. El sustrato se desinfectó siguiendo cuatro técnicas diferentes. Se midieron la altura de la planta, el diámetro del tallo a la base, biomasa aérea, biomasa de raíces, tiempo a injertación y colonización de raíces. De los resultados obtenidos se concluye que cuando se utilizaron agroquímicos (Basamid y PCNB) para desinfectar el sustrato de vivero, se afectó negativamente la simbiosis micorrícica. Las técnicas de desinfección naturales (agua caliente y solarización) fueron más amigables con la relación mutualista. Se obtuvo una respuesta significativa de la inoculación en todas las variables medidas cuando se inoculó con una población nativa de HMA. La mejor fecha para inocular fue al momento de realizar el semillero de *Citrus volkameriana* y *Citrumelo swingle*. Los árboles inoculados con población nativa acortaron de dos a tres meses su "período a injertación", comparados con los no inoculados; de esta manera, se logró un ahorro en los gastos de mantenimiento de más de un 20%. Además con este tratamiento se obtuvieron plantas más uniformes y con mejor desarrollo.

Palabras claves: micorrizas, cítricos, sustratos, desinfección.

INTRODUCCIÓN

En Costa Rica se cultivan cítricos en las regiones Huetar Norte, Chorotega, Brunca y Central. En 1998 había en el país aproximadamente 25.000 ha sembradas con naranja y, de acuerdo con el último censo, estarían distribuidas entre más de 5.000 productores (Hernández 2000). El mismo autor menciona además que el programa de fertilización representa un 25% del costo de producción.

A nivel de vivero y para fines comerciales los cítricos se reproducen por medio de injer-

to, con la finalidad de obtener producción temprana, mayor tolerancia a enfermedades y plantaciones más uniformes. En estas condiciones, los sustratos de desarrollo se desinfectan para proteger las plántulas de patógenos, pero de esta forma se eliminan también los hongos benéficos (como los HMA), lo que repercute en un pobre desarrollo de la planta.

La efectividad de la inoculación con HMA en el crecimiento de los frutales se ha demostrado en varios estudios (Chacón y Cuenca 1998; Alarcón y Ferrera-Cerrato 1999); entre los frutales, los cítricos se consideran alta-

¹ Trabajo parte del Proyecto F 19-03, con financiamiento de FITTACORI.

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Costa Rica.

³ Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional, Costa Rica.

mente dependientes de la asociación simbiótica, debido a la producción de raíces gruesas y con pocos pelos absorbentes (Ferrera-Cerrato y González-Chávez 1998; Alarcón y Ferrera-Cerrato 2003).

La aplicación de esta tecnología a nivel de vivero tiene ventajas económicas de gran interés ya que se pueden obtener plantas micorrizadas vigorosas en menor tiempo, con menos costos de producción y, en el caso de plantas para injertar, se puede disminuir el tiempo para alcanzar el diámetro de tallo adecuado (Sieverding 1991; Alarcón *et al.* 1997). Es muy importante analizar esta alternativa para los sistemas de producción en agricultura sostenible, cuyas prioridades son bajar insumos y establecer agro-ecosistemas más naturales.

Muchos estudios señalan la introducción satisfactoria de HMA seleccionados, en semilleros y materiales de desarrollo de plantas en vivero (González *et al.* 1998; Ferrera-Cerrato y González 1998; Martínez y Melchor 2001; Alarcón y Ferrera-Cerrato 2003); también se menciona que no todas las especies y variedades de cítricos se benefician de igual forma y que son diversos los factores que afectan positiva o negativamente la micorrización (Dehne 1990).

En el país no se han estudiado hasta la fecha los posibles beneficios de esta simbiosis en cítricos, por eso se desarrolló esta investigación con el objetivo de hacer uso eficiente de la inoculación con HMA efectivos en viveros, como una opción tecnológica que ayude a conseguir plantas de calidad con una menor utilización de insumos químicos y que contribuya a la sostenibilidad del sistema. Para este estudio se consideraron dos portainjertos de cítricos: *Citrus volkameriana*, que es muy utilizado a nivel de viveros y *Citrumelo swingle*, que está entre los mejores patrones de cítricos actuales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos experimentos en el vivero Serra, ubicado en Sabanilla de Alajuela, a 1200 msnm, con una temperatura media de 22 °C y precipitación anual media de 2.500 mm. En el primer experimento se utilizó *Citrus volkameriana*, portainjerto comúnmente utilizado en los viveros cítricos, muy vigoroso, tolerante a muchas enfermedades, donde se evaluaron 24 tratamientos resultantes de la interacción de dos factores y un tratamiento adicional. El primer factor fue la desinfección del sustrato de siembra con cuatro técnicas diferentes: a) agua caliente (técnica empleada en el vivero), b) Basamid (dazomet), c) PCNB (Pentachloronitrobenzeno) y d) solarización. El segundo factor consistió de la inoculación en el semillero con hongos micorrizógenos: a) testigo sin inoculación (Sin inóculo), b) inoculado con *Glomus manihotis* (*G. manihotis*), c) población nativa de Atenas, Alajuela (P.N.), d) *Glomus* sp., y e) mezcla de los tres inóculos (Mezcla). Además, se incluyó un tratamiento adicional que consistió en inocular la población nativa de Atenas en el momento del transplante (Ino Trans). La población nativa de hongos micorrizógenos se obtuvo tomando suelo de la rizosfera de un banco de *Cratylia argentea* en la Escuela Centroamericana de Ganadería, Atenas. El suelo se colocó en macetas mezclado con suelo esterilizado en autoclave y se sembró *Brachiaria decumbens* como planta trampa, luego de cuatro meses se obtuvo el inoculante que consistió de raíces colonizadas, suelo con esporas y micelio. Las especies de *Glomus* fueron multiplicadas de igual forma en macetas con *Bracharia*. El sustrato se preparó tal como se utiliza en el vivero; consiste de una mezcla de suelo, granza y compost en proporción 1:0,5:0,1 en volumen respectivamente, más 20 gramos de cal. El análisis (Cuadro 1) indica que no presenta ningún problema de fertilidad. Tiene un pH débilmente ácido, buenos contenidos de nutrimentos y un nivel medio de P.

Cuadro 1. Análisis químico del sustrato utilizado para la siembra de los árboles de cítricos en el vivero y en los experimentos. Alajuela, Costa Rica. 2003 - 2004.

Identificación	cmol(+)/l					mg/l				
	pH	Al	Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe
Sustrato Vivero Serra - Alajuela	6	0,1	7,5	2,4	1,01	19	4,5	9	14	65

El sustrato se dispuso en eras de 2 m x 0,90 m x 0,20 cm donde se aplicaron los tratamientos de desinfección. Con los sustratos desinfectados se llenaron bandejas de plástico de 40 cm x 20 cm x 0,20 cm de capacidad. Primero se colocó una capa de sustrato, luego de acuerdo al tratamiento, una capa de aproximadamente 0,5 cm de inóculo y nuevamente sustrato.

Se sembraron semillas pre-germinadas de *Citrus volkameriana* a dos centímetros de distancia unas de otras, las bandejas se mantuvieron en invernadero hasta que las plantas alcanzaron una altura promedio de 15 centímetros (Figura 1). El transplante se realizó a raíz desnuda a bolsas que contenían el sustrato según el tratamiento de desinfección correspondiente. Las bolsas se colocaron a la intemperie en un diseño completamente al azar con diez repeticiones (Figura 2). Las variables medidas fueron la altura de las plantas y el diámetro del tallo en la base a los 90 y 120 días después del transplante a bolsas y, al final del experimento se midieron el peso seco de la parte aérea (60°C), la concentra-



Figura 2. Vista parcial del experimento N° 1: Estudio sobre desinfección de sustrato y fecha de inoculación con HMA en *Citrus volkameriana* (Foto tomada: 26-09-2003).

ción de nutrientes a nivel foliar y la colonización de las raíces por hongos micorrízicos (Brundrett *et al.* 1996). Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Suelos, Foliar y Aguas del INTA.

El segundo experimento se realizó con *Citrumello swingle*, portainjerto de uso común en los viveros, con el que se obtienen altas producciones de cítricos, resistente a la pudrición radical ocasionada por *Phytophthora* y



Figura 1. Vista parcial del semillero que representa los tratamientos considerados en el experimento.

a la enfermedad de la tristeza (Figura 3). Se evaluaron seis tratamientos producto de los factores método de desinfección de sustratos y momento o época de la inoculación. El primer factor consistió de dos niveles: a) agua caliente y b) Basamid, mientras que el segundo factor se dividió en a) testigo sin inoculación (Sin inóculo), b) inoculación con la población nativa de Atenas en el momento de establecer el semillero (P.N.) y c) inoculación con la población nativa cuando se realizó el trasplante a bolsas (Ino Trans). El sustrato y el semillero se manejaron tal como se anotó para el primer experimento. Las bolsas se colocaron a la intemperie en un diseño completamente al azar con diez repeticiones. Se midieron las mismas variables descritas para el primer experimento.

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) para determinar una posible interacción entre factores o efectos simples; cuando esto último ocurrió se compararon los niveles mediante la prueba de diferencia mínima significativa (DMS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.- Resultados y discusión del experimento con *Citrus volkameriana*:

Del análisis estadístico de los resultados obtenidos se puede inferir que los diferentes tratamientos de desinfección de sustratos tuvieron influencia en la efectividad de los HMA.

Las técnicas de desinfección naturales (agua caliente y solarización) fueron más amigables para la asociación simbiótica; el uso de agroquímicos como desinfectantes la afectaron negativamente, pero su influencia varió según el hongo utilizado como inóculo (Figura 4).

El ANDEVA reveló que la interacción “técnica de desinfección” * “Inoculación con HMA” fue significativa. El uso de PCNB como desinfectante del sustrato afectó negativamente a todos los HMA, pero en mayor medida a *G. manihotis*; su influencia fue menor cuando se usó Mezcla e Ino Trans. El uso de Basamid

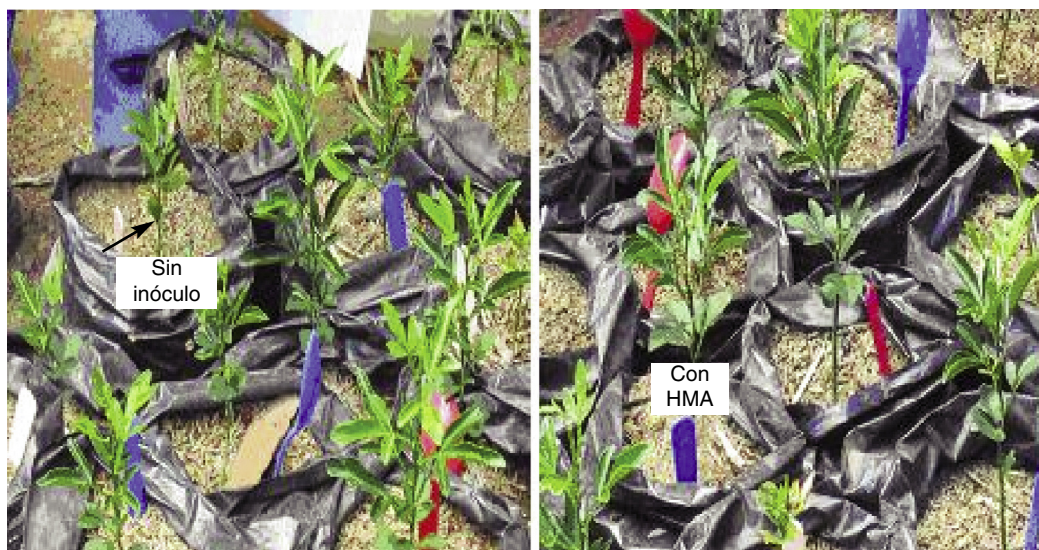


Figura 3. Vista parcial del experimento sobre desinfección de sustrato y fecha de inoculación con HMA en *Citrumelo swingle*. Foto tomada el 27-02-04.

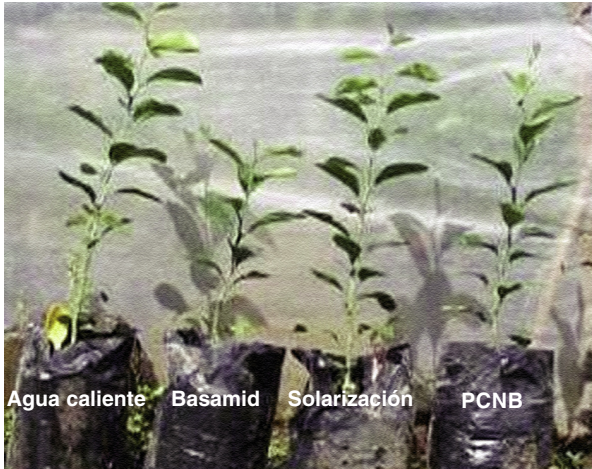


Figura 4. Arbolitos de *Citrus volkameriana* inoculados con P.N. de micorrizas, con cuatro tratamientos de desinfección de sustratos, a los 50 días del transplante.

como tratamiento de desinfección, perjudicó a todos los HMA introducidos como inóculos, pero en menor medida cuando se usó Ino Trans., posiblemente porque hubo un período de tiempo más prolongado entre la aplicación del desinfectante al sustrato y la inoculación con HMA.

El ANDEVA para la variable altura (Figura 5) medida a los 90 días del transplante, indicó una interacción significativa entre los dos factores considerados en el experimento ($p=$

0,0001). En las mediciones efectuadas a los 120 días, momento en que se dio por finalizado el experimento, estas interacciones fueron perdiendo fuerza, sin embargo se siguieron manifestando ($p= 0,08$). El agua caliente no afectó la asociación simbiótica, sin embargo, el inóculo con *G. manihotis* no causó efecto positivo en la altura comparándolo con el tratamiento “sin inóculo”, probablemente porque la micorriza nativa (presente en todos los tratamientos) pudo interactuar y disminuir el efecto de este hongo introducido, reduciendo la potencialidad del tratamiento. Los árboles inoculados con P.N. y con *Glomus* sp. fueron significativamente más altos que los del tratamiento “sin inóculo” y que los inoculados con otros HMA.

El sustrato tratado con agua caliente fue el que dio significativamente mayor diámetro con respecto a los otros tratamientos de desinfección (Figura 6).

En cuanto a los diferentes inóculos de HMA, se debe acotar que los arbolitos inoculados con P.N. presentaron los mayores diámetros comparados con los otros tratamientos de inóculos para todos los tratamientos de desinfección, con excepción de P.C.N.B., que afectó negativamente a esta población. Las interacciones manifestadas entre los factores

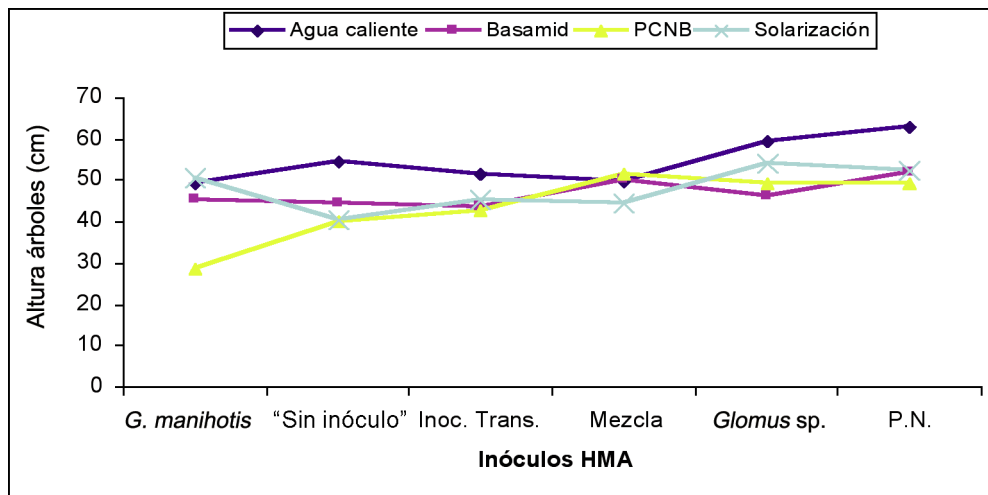


Figura 5. Interacciones en altura de los árboles de *Citrus volkameriana* con cuatro técnicas de desinfección del sustrato y diferentes inóculos de HMA, a los 120 días del transplante. Alajuela, Costa Rica. 2003 - 2004.

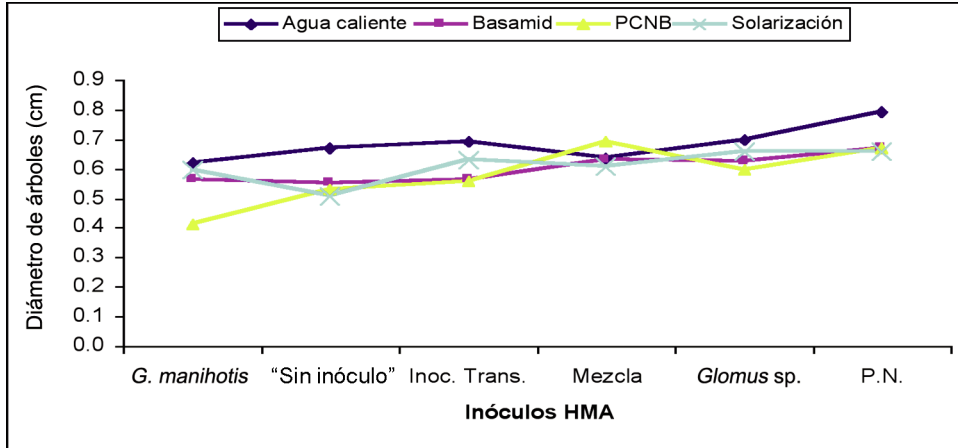


Figura 6. Interacciones en diámetro de los árboles de *Citrus volkameriana* con cuatro técnicas de desinfección del sustrato y diferentes inóculos de HMA, a los 120 días del trasplante. Alajuela, Costa Rica. 2003 - 2004.

desinfección e inóculo, se notaron con mayor intensidad en las medidas de diámetro realizadas a los 120 días del trasplante ($p=0,02$).

Las diferencias significativas encontradas en este experimento para las variables de diámetro y altura se vieron reflejadas en la biomasa aérea de los arbolitos (Figura 7) y en el porcentaje de árboles listos para injertación a los 120 días del trasplante a bolsa (Figura

8). El tratamiento con agua caliente como método de desinfección, inoculado con P.N. fue significativamente el de mayor biomasa (Prueba LSD, $p \leq 0,05$) y las interacciones entre los factores fueron significativas ($p = 0,06$).

Se había acordado previamente terminar el experimento cuando el mejor tratamiento alcanzara un porcentaje de árboles injertables de 90% (Diámetro de tallo a 0,20 m de la

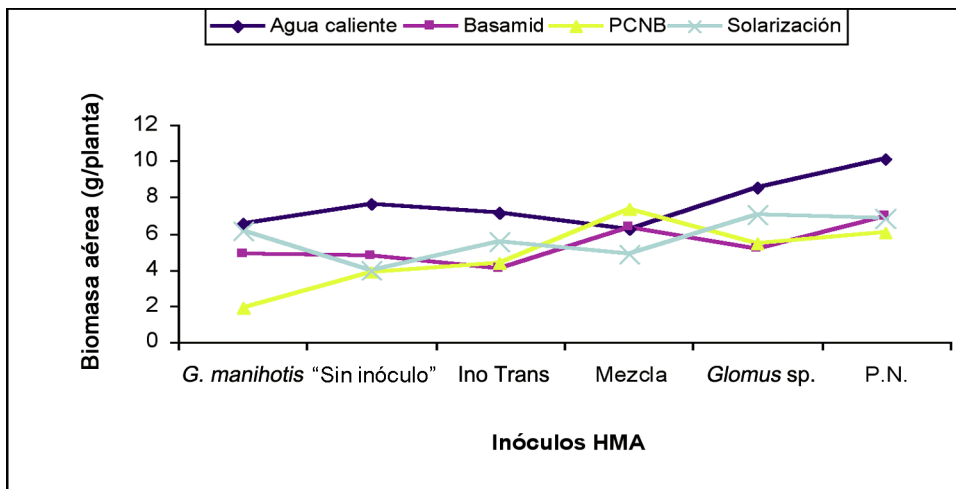


Figura 7. Interacciones en biomasa aérea de los árboles de *Citrus volkameriana* con cuatro técnicas de desinfección del sustrato y diferentes inóculos de HMA. Alajuela, Costa Rica. 2003 - 2004.

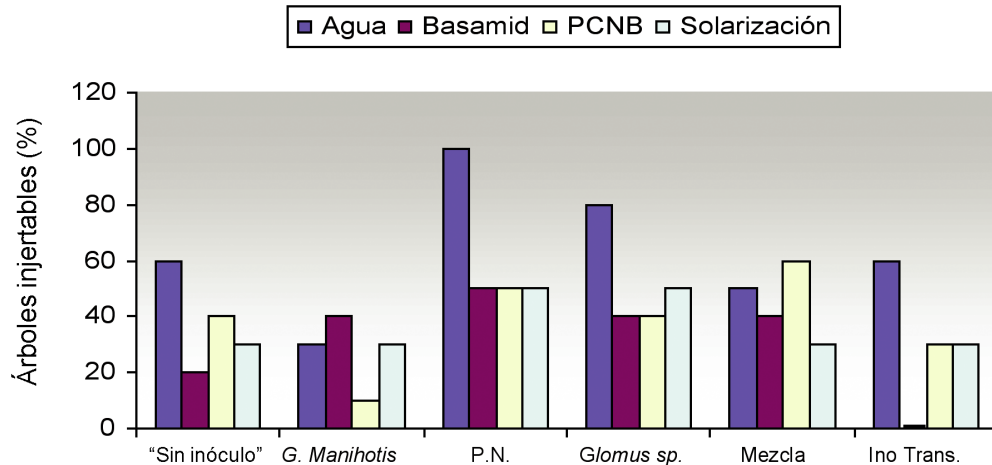


Figura 8. Porcentaje de árboles injertables a los 120 días de trasplante, con cuatro tratamientos de desinfección y diferentes inóculos de HMA. Alajuela, Costa Rica. 2003 - 2004.

base $\geq 0,60$ cm altura aproximada = 0,50 m). Esto se cumplió para el tratamiento con sustrato desinfectado con agua caliente e inoculado con P.N., a los 120 días del trasplante (Figura 8). Los resultados obtenidos representan un ahorro en la permanencia de los árboles en vivero de dos a tres meses y conlleva al uso de menos insumos y una mayor relación beneficio costo. También se debe hacer referencia a la uniformidad que alcanzaron estos árboles, cualidad valiosa en viveros.

Diversos trabajos reconocen los efectos positivos que ejerce la asociación simbiótica en los cítricos (Alarcón *et al.* 1996; Ferrera-Cerrato y González 1993; Sierverding 1991); sin embargo, la respuesta depende de factores muy diversos y no todas las especies de cítricos se benefician de igual forma (Dehne 1990). Alarcón y Ferrara-Cerrato (2003) señalan el carácter micotrófico de *Citrus volkameriana*, aún en presencia de buenas cantidades de P (fósforo). Ellos concluyen que si se utiliza un sustrato con buenas condiciones de fertilidad, la sola inoculación con micorizas produce efectos significativos en el crecimiento de este portainjerto, por lo que la fertilización resultaría en un gasto innecesario. Koide y Kabir (2000) afirman que el micelio externo de las micorizas es capaz de solubilizar y utilizar compuestos orgánicos de P

presentes en los sustratos enriquecidos con abonos orgánicos.

La colonización de raíces por HMA fue afectada significativamente cuando se usó basamid como tratamiento para desinfección de sustrato. Los otros tratamientos de desinfección no tuvieron influencia en el porcentaje de colonización. Si se comparan los HMA, en los tratamientos con *Glomus sp.*, P.N. e Ino Trans, se dieron los mayores porcentajes de colonización de raíces, comparándolos con el tratamiento "sin inóculo" y con *G. manihotis*. El tratamiento Mezcla dio resultados intermedios (Figura 9).

No se encontraron diferencias en el contenido porcentual de nutrientes de la parte aérea (Cuadro 2). Si la expresión de los resultados se lleva a absorción neta de nutrientes, sí se manifiestan diferencias significativas, debido a la biomasa característica de cada tratamiento.

2.- Resultados y discusión del experimento con *Citrumelo swingle*

El método de desinfección de sustrato con basamid afectó negativamente la altura, el diámetro y la biomasa de *Citrumelo swingle*

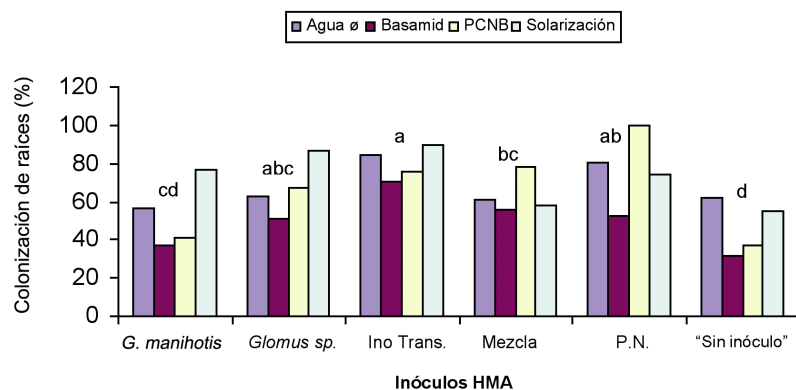


Figura 9. Colonización de raíces de *Citrus volkameriana* por HMA, en sustrato de vivero con diferentes tratamientos de desinfección e inoculación. Alajuela, Costa Rica. 2003 - 2004.

* Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

(Cuadro 3). Las diferencias fueron más notorias en las primeras medidas realizadas, a los 130 días del trasplante. Sin embargo, estas diferencias se mantuvieron a través del desarrollo del experimento y fueron significativas en

las medidas realizadas al término del mismo, a los 180 días del trasplante.

Corroborando los resultados obtenidos con *Citrus volkameriana*, la técnica de desinfección

Cuadro 2. Análisis de nutrimentos de la parte aérea de *Citrus volkameriana*, con diferentes tratamientos de desinfección de sustrato e inoculación con HMA. Alajuela, Costa Rica. 2003 - 2004.

Identificación Tratamiento*	%						mg/kg		
	N	P	k	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe
Agua θ, <i>G manihotis</i>	3,0	0,23	1,58	1,61	0,14	16	20	58	639
Agua θ, <i>Glomus sp.</i>	2,9	0,21	1,45	1,73	0,13	12	15	47	528
Agua θ, Ino Trans	3,3	0,21	1,50	1,76	0,14	13	15	50	453
Agua θ, Mezcla	3,2	0,21	1,49	1,71	0,13	13	13	42	420
Agua θ, P.N.	3,1	0,21	1,59	1,65	0,12	13	15	43	428
Agua θ, Sin inóculo	3,1	0,21	1,51	1,63	0,13	13	13	46	443
Basamid, <i>G manihotis</i>	3,4	0,22	1,54	1,79	0,14	12	13	47	380
Basamid, <i>Glomus sp.</i>	3,4	0,23	1,48	1,74	0,14	12	12	45	318
Basamid, Ino Trans	3,4	0,22	1,34	1,71	0,14	13	11	45	349
Basamid, Mezcla	3,1	0,21	1,38	1,66	0,14	10	12	46	297
Basamid, P.N.	3,2	0,21	1,33	1,70	0,12	12	14	55	325
Basamid, Sin inóculo	3,2	0,23	1,47	1,67	0,13	11	11	44	288
P.C.N.B., <i>G manihotis</i>	3,5	0,23	1,60	1,75	0,14	12	14	48	312
P.C.N.B., <i>Glomus sp.</i>	3,2	0,22	1,69	1,77	0,12	12	14	46	370
P.C.N.B., Ino Trans	3,3	0,21	1,50	1,71	0,12	13	10	44	286
P.C.N.B., Mezcla	3,1	0,21	1,78	1,66	0,11	12	12	43	262
P.C.N.B., P.N.	3,3	0,21	1,63	1,70	0,11	13	13	42	316
P.C.N.B., Sin inóculo	3,4	0,22	1,56	1,67	0,11	12	13	44	320
Solarización, <i>G manihotis</i>	3,1	0,21	1,39	1,64	0,11	11	12	43	349
Solarización, <i>Glomus sp.</i>	2,9	0,21	1,31	1,55	0,12	10	9	38	195
Solarización, Ino Trans	3,2	0,21	1,33	1,57	0,12	13	15	41	307
Solarización, Mezcla	3,2	0,21	1,29	1,52	0,13	11	14	44	219
Solarización, P.N.	3,1	0,21	1,49	1,60	0,12	11	12	44	292
Solarización, Sin inóculo	3,1	0,23	1,76	1,69	0,13	12	16	45	300

*Agua θ = agua caliente.

Cuadro 3. Medidas promedio de altura, diámetro, biomasa aérea y biomasa de raíces de *Citrumelo swingle* con diferentes técnicas de desinfección de sustrato y tres tratamientos de inoculación con HMA. Factor desinfección. Alajuela, Costa Rica. 2003 - 2004.

Desinfección de sustrato	Altura* (cm)	Diámetro* (cm)	Biomasa aérea* (g/planta)	Biomasa raíces* (g/planta)
Basamid	39,0 b	0,69 b	3,76 b	2,96 b
Agua caliente	44,9 a	0,82 a	5,27 a	3,91 a

* Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

de sustratos que emplea agua caliente fue la más amigable con la asociación simbiótica (diferencia de altura entre tratamientos de desinfección: Figura 10).

Cuando se desinfectó con Basamid, los dos tratamientos de inoculación con HMA (P.N. e Ino Trans) produjeron los mayores incrementos en la altura y diámetro de los arbolitos comparados con el testigo sin inóculo; no hubo diferencias significativas entre las fechas de aplicación del inóculo, aunque sí se manifestó una tendencia positiva con P.N. (Cuadro 4).

Cuando se usó el agua caliente como método de desinfección se obtuvieron los mejores resultados. La biomasa aérea y de raíces



Figura 10. *Citrumelo swingle* inoculado con población nativa de HMA (P.N.) y con dos tratamientos de desinfección de sustrato.

presentaron diferencias significativas en el tratamiento donde se combinó el agua caliente con inóculo de P.N, cotejadas con Ino Trans y el tratamiento sin inóculo (Figura 11).

En un estudio anterior Schweizer y Salas (2002) no encontraron diferencias significativas para *Citrumelo swingle* inoculado, o no,

Cuadro 4. Medidas de altura, diámetro, biomasa aérea y biomasa de raíces de *Citrumelo swingle* con diferentes técnicas de desinfección de sustrato y tres tratamientos de inoculación con HMA. Alajuela, Costa Rica. 2003 - 2004.

Técnicas de desinfección	Inoculación* con HMA	Altura* (cm)	Diámetro* (cm)	Biomasa aérea* (g/planta)	Biomasa raíces* (g / Planta)
Basamid	Sin inóculo	27,90 c	0,55 c	1,88 d	1,60 c
	Ino Trans	42,07 ab	0,72 b	4,38 bc	3,48 b
	P.N.	47,10 ab	0,81 ab	5,03 bc	3,80 b
Agua caliente	Sin inóculo	38,47 b	0,71 b	3,57 c	2,80 bc
	Ino Trans	46,29 ab	0,85 a	5,39 b	3,73 b
	P.N.	49,89 a	0,90 a	6,84 a	5,20 a
DMS		9,8	0,12	1,46	1,31
Significancia					
Desinfección		0,04	0,0005	0,0008	0,01
HMA		0,0002	0,0001	0,0001	0,0002
Desinfección * HMA		ns	ns	ns	ns

* Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)



Figura 11. *Citrumelo swingle* en sustrato desinfectado con agua caliente y tres tratamientos de inoculación con HMA.

con HMA; sin embargo encontraron que había una tendencia positiva en el desarrollo de este portainjerto inducida por las micorrizas inoculadas al transplante de los arbolitos a bolsa. Martínez y Melchor (2001) encontraron mayor tasa de crecimiento y producción de biomasa en árboles de *Citrumelo* en la fase de vivero, cuando fueron inoculados con micorrizas.

En el contenido porcentual de nutrimentos no se encontraron diferencias entre los trata-

mientos (Cuadro 5). Como en el caso de *Citrus volkameriana*, si se analiza la absorción total de nutrimentos, sí hay diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La técnica de desinfección de sustrato que emplea agua caliente fue la más amigable para la asociación simbiótica porta-injertos de cítricos – HMA.
- El uso de Basamid para desinfectar el sustrato de vivero, afectó negativamente el desarrollo de los HMA y de la asociación simbiótica.
- El inóculo con población de micorrizas nativas incrementó el diámetro, la altura y la biomasa de *Citrus volkameriana* y *Citrumelo swingle*.
- Con la incorporación de micorrizas nativas se acortó el tiempo a injertación en 60 días o más en los dos portainjertos y con esto se redujeron los costos de permanencia de las plantas en el vivero en más del 20% para ambos casos.
- Se recomienda realizar la inoculación de HMA desde el establecimiento del semillero para facilitar la labor de inoculación y disminuir la cantidad de inóculo necesario; y porque esta técnica de inoculación

Cuadro 5. Contenido de nutrimentos de la parte aérea de *Citrumelo swingle*, con diferentes tratamientos de desinfección de sustrato e inoculación con HMA. Alajuela, Costa Rica. 2003 - 2004.

Identificación Tratamientos*	%					mg/kg			
	N	P	k	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe
Agua θ, Ino Trans	2,1	0,20	1,21	1,22	0,21	18,8	18,6	52,1	189
Agua θ, P.N.	1,9	0,20	1,25	1,30	0,20	16,7	18,9	36,9	156
Agua θ, Sin inóculo	2,2	0,21	1,81	1,25	0,30	40,0	30,7	66,3	301
Basamid, Ino Trans	1,8	0,18	1,16	1,12	0,19	14,1	20,8	89,8	220
Basamid, P.N.	1,8	0,18	1,28	1,14	0,20	18,8	18,9	82,8	242
Basamid, Sin inóculo	1,8	0,18	1,19	1,17	0,21	11,7	17,5	69,5	304

*Agua θ = agua caliente.

fue la que incrementó en mayor medida el desarrollo de los portainjertos *Citrus volkameriana* y *Citrumelo swingle*.

AGRADECIMIENTOS

A FITTACORI por la ayuda económica; a su Directora, Ing. Guadalupe Gutiérrez y al personal, por su esmerada atención. Al Ing. Ramón L. Hernández y a toda la gente del vivero SERRA. Al Ing. Alexis Vargas y al personal del Laboratorio de Suelos, Foliares y Aguas del INTA. A los técnicos Sergio Rodríguez y Jorge Vásquez por su valiosa ayuda. A la Bach. Q. Paola Fuentes por su valioso aporte en la revisión del trabajo.

LITERATURA CITADA

- Alarcón A; Ferrera-Cerrato R. 1999. Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. *Terra* 17: 179-191.
- _____. 2003. Aplicación de fósforo e inoculación de hongos micorrízicos arbusculares en el crecimiento y estado nutricional de *Citrus volkameriana* Tan & Pasq. *Terra* 21 (1): 91-99.
- Alarcón, A.; Ferrera-Cerrato, R.; Villegas Monter, A.; González-Chávez M. C.; Almaraz-Suárez, J. J. 1996. Respuesta del portainjerto *Citrus volkameriana* tolerante al virus de la tristeza, a la inoculación endomicorrícica. I Simposium Nacional de la Simbiosis Micorrícica. Universidad Veracruzana y Colegio de Postgraduados, Xalapa, p. 32.
- Alarcón, A.; Ferrera-Cerrato, R.; Villegas Monter, A.; Almaraz-Suárez, J. J. 1997. Efecto de la simbiosis micorrícica en naranja valencia injertada en *Citrus volkameriana*. In: Ordaz Chaparro, V. M.; G. Alcantar G.; C. Castro B.; M. Mejía P. (eds.). Memoria del XXVIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. p. 148.
- Brundrett, M.; Bougher, N.; Dell, B.; Grove, T.; Malajczuk, N. 1996. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR) Monograph 32, 374 p.
- Chacón, AM, Cuenca, G. 1998. Efecto de las micorrizas arbusculares y de la fertilización con fósforo, sobre el crecimiento de la guayaba en condiciones de vivero. *Agronomía Tropical* 48(4):425-440.
- Dehne, H. W. 1990. Application of inocula of VA mycorrhizal fungi in inorganic carrier materials in practical agriculture and horticulture. Eighth North American Conference on Mycorrhizae. Jackson, Wyoming. 1990. p. 73.
- Ferrera-Cerrato, R.; González M. C. 1993. Dinámica de crecimiento de cítricos bajo el efecto de la inoculación de hongos endomicorrícicos VA y niveles de fertilización fosfatada. XVII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Salamanca, España. p. 448-453.
- _____. 1994. Bioproducción de frutales a nivel de vivero. 1ª Reunión Internacional de frutales nativos e introducidos con demanda nacional e internacional. Montecillo, Estado de México. p. 206-222.
- _____. 1998. La simbiosis micorrícica en el manejo de los viveros de cítricos. In: Ferrera-Cerrato, R.; Pérez-Moreno, J. eds. Manejo de agrosistemas sostenibles: 37-63. Textos Universitarios. Universidad Veracruzana. México. sp.
- González Chavez, C.; Ferrera-Cerrato, R.; Pérez Moreno, J. 1998. Biotecnología de la micorriza arbuscular en fruticultura. Universidad Autónoma de Tlaxcala y Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 131 p.
- Hernández, S. 2000. Situación actual de los cítricos en Costa Rica. Gerencia Programa Nacional de Cítricos. Ministerio de Agricultura y Ganadería. p. 2-5.
- Jaen, C. D.; Ferrera-Cerrato, R. 1989. Efecto de la inoculación de cuatro cepas de hongos endomicorrícicos y tres niveles de fertilización NPK en zapote blanco (*Casimiroa edulis*) cultivada en vivero. XVI Congreso Nacional de Fitopatología. 24-26 de Julio. Montecillo, Estado de México. sp.

- Koide T; Kabir Z. 2000. Extraradical hyphae of the mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* can hydrolise organic phosphate. *New Phytol.* 148: 511-517.
- Martínez-Lara, E.; Melchor-Marroquín, J. 2001. Evaluación inicial de endomicorrizas en patrones de cítricos tolerantes a VTC, en Tlapacoyán, Veracruz. *In: Memorias décimo cuarta Reunión Científica Tecnología Forestal y Agropecuaria, Veracruz, México.* sp.
- Schweizer, S.; Salas, E. 2002. Estudio sobre asociaciones de hongos formadores de micorrizas (HMA) en portainjertos de cítricos. Informe Final Proyecto código FE 01NM 401-6-02. Archivos Técnicos INTA. sp.
- Sieverding, E. 1991. Vesicular - arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. Technical Cooperation - Federal Republic of Germany. Eschborn. sp.

IDENTIFICACIÓN DE TRIPS (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) EN EL CULTIVO DE MANGO (*Mangifera indica* L.) EN COSTA RICA

Ruth León¹, Jimmy Gamboa¹, Ricardo Elizondo²

RESUMEN

Durante los años 2000 a 2002, se realizaron recolectas de trips asociados al cultivo de mango. Se identificaron ocho especies de trips, *Haplotrips gowdeyi* Franklin, *Frankliniella gossypiana* Hood, *Frankliniella* pr. *gossypiana*, *Frankliniella insularis*, *Frankliniella cubensis*, *Selenotrips rubrocinctus*, *Scirthotrips* sp. y *Frankliniella* sp., de las cuales el mayor número son del género *Frankliniella* y otros del género *Selenotrips*. Asimismo, en algunas plantaciones que no se incluyeron en este trabajo se presentó *Frankliniella cephalica*. Este estudio permitió determinar que en las plantaciones de mango se encuentra un “complejo de trips”, del cual se conoce poco sobre la sincronización que se da entre las especies involucradas. El daño lo causan las formas no aladas o inmaduras, al tener un aparato bucal en forma de estilete con el cual succionan la savia en el fruto, provocando deformación del mismo.

Palabras claves: *Mangifera indica*, Trips, mango, Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

Según Kosterman y Bompard (1993) citados por Galán (1999), el mango puede haberse originado de la zona comprendida entre Assam (India) y la antigua Birmania, donde aún existen poblaciones silvestres. Otros autores estiman la región subtropical del noreste de la región Indo-Birmana, como su zona de origen. Se considera que la mayoría de los cultivares comerciales descienden de materiales de la India donde hoy día se tienen al menos 998 cultivares avanzados procedentes de la India y Sri Lanka y 102 cruces de mango (Mukherjee 1972; Singh 1968).

En Costa Rica se informa de la existencia en colección de al menos 47 materiales (Betencourt *et al.* 1992). El mango es una planta que se produce en países de clima tropical y

subtropical desde los 30 grados de latitud norte y sur aproximadamente, lo que corresponde a una isoterma de 15°C. Actualmente se encuentran áreas de siembra de gran cantidad de variedades, en diferentes climas y suelos, bastante dispersas en varias regiones del mundo y de Costa Rica.

Para el año 2001 se conocían en Costa Rica alrededor de 8200 ha; reportándose en el año de 1996 en el Pacífico Central 4.474 ha, en la Región Chorotega 1.741 ha aproximadamente y en la región Central de nuestro país 1.730 ha, para un total de 7.945 ha (SEPSA 2002).

Las principales variedades que se siembran actualmente en Costa Rica, son Tommy Atkins, Keith, Irwin, Palmer, Cavallini, Mora, en plantaciones puras y en mezclas con Crio-

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Costa Rica. Correo electrónico: rleongcr@yahoo.com. Tél. 231-5055. Telefax: 231-5004.

² Ingeniero agrónomo especialista en frutales Tél 226-43-00. San José, Costa Rica

llo, Caribe, Papa, Jamaica y otras (Mora *et al.* 2000; Sáenz y Mora 1995).

Por ser un cultivo perenne no se rota con otros cultivos, lo que lo convierte en un potencial peligro para la aparición de plagas y enfermedades en caso de que el control biológico natural no sea eficaz. El cultivo del mango es afectado por gran cantidad de insectos que de alguna manera se reflejan en daños en la producción. En este momento, las principales plagas del mismo son la mosca de la fruta (*Anastrepha obliqua*) y los trips.

Los trips se alimentan de brotes, flores y frutos en su desarrollo inicial principalmente. Los adultos además son los responsables de buscar fuentes de alimento y de iniciar nuevas colonias (SEM 1975).

Características biológicas de los trips

En el período de desarrollo de los trips ocurren muchas variaciones morfológicas originadas por las condiciones intrínsecas y ambientales que les permiten sobrevivir según las circunstancias; de ahí que se presentan en una gran cantidad de colores, tamaños y formas. Alcanzan poblaciones numerosas en corto tiempo debido a que poseen la capacidad de reproducirse por partenogénesis, a su condición polimórfica, ya que pueden tener la forma áptera y la alada, y por la capacidad de alimentarse de diferentes hospederos.

El ciclo de vida general de los trips (Figura 1), se inicia con los huevos los cuales tienen un período medio de cinco días, la ninfa pasa por tres o cuatro estadios dependiendo de la especie (el primer estadio tiene una duración de ocho días, es muy activo y su color es transparente, el segundo estadio o prepupa tiene un período de nueve días es también activo pero su color se torna amarillo según la especie, el tercero o pupa cuya duración es de dos días se parece más al adulto, es poco activo y cae al suelo, el cuarto es inactivo); para un total de unos 24 días en promedio desde la puesta del huevo hasta lograr su estado adulto.

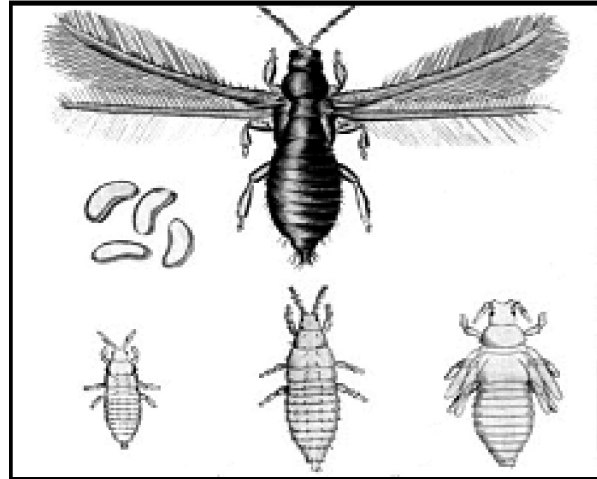


Figura 1. Ciclo de vida general de un trips.

Tomado de Carpenter, F. M. 1992.

Entre los daños que causa cada etapa de desarrollo del insecto al cultivo están:

-Daño a brotes: Las ninfas y adultos al chupar la savia del tejido foliar provocan un punteado clorótico, deformación de hojas y posteriormente la entrada de patógenos.

-Daño a la flor: La hembra coloca los huevos preferiblemente en los pétalos y otras partes florales, posteriormente las ninfas se alimentan en la base de las flores, chupando la savia del ovario y causando en ocasiones caídas de las mismas.

-Daño al fruto: Inmediatamente después de formado el fruto (unos 2 mm), las ninfas y adultos lo pinchan para chupar los líquidos. Algunos frutos se caen, otros logran formarse y sanar, pero se deforman y muestran cicatrices. Eso causa pérdida ya que los frutos malformados son rechazados por los consumidores.

El hecho de que siempre existe tejido joven en árboles de mango, como se observa en la Figura 2, principalmente por nuestro clima tropical, y la presencia de otros hospederos alternos entre otros aspectos, causan que no se rompa fuertemente el ciclo reproductivo de este insecto, de ahí que los productores de mango señalen en los últimos diagnósti-



Figura 2. Estados fenológicos presentes en un mismo momento en una planta de mango (flores, frutos en desarrollo y diferentes estados de tejido vegetativo).

cos la problemática del daño al cultivo y reportan un alto porcentaje (hasta 90%) de frutas afectadas como es el caso de las variedades más susceptibles, como la Irwin.

Los trips en los últimos años se han convertido en un problema cada vez más grave, debido a que su mayor daño se produce du-

rante la estación seca, que coincide con las fases fenológicas de brotación y floración de los árboles, provocando daño a las yemas vegetativas y reproductivas. Si el ataque se da al inicio de la formación del fruto lo deforma o causa la caída del mismo. Esto obliga a pensar en un combate que sea a la vez eficaz, que no afecte de manera significativa los insectos polinizadores de la flor del mango, y que no implique un uso desmedido de productos químicos, pues esto perjudica la sostenibilidad de la actividad y del ambiente.

Se ha informado de la presencia de este insecto en la mayoría de las zonas de Costa Rica donde se cultiva el mango. Los trips podrían reducir en forma drástica la producción y calidad de la fruta. Por lo tanto, deben realizarse esfuerzos por generar una tecnología apropiada para recomendar a los productores que mantenga niveles poblacionales de esta plaga en las plantaciones por debajo del umbral de daño, debido a que los mismos han sido catalogados también como polinizadores de la flor del mango.

El objetivo principal de este estudio fue realizar una identificación de las diferentes especies de trips presentes en algunas zonas



Figura 3. Estado de floración apto para el ataque y muestreo de trips.

donde se cultiva mango, como una fase preliminar al estudio de su dinámica poblacional y a la posterior definición de los métodos de combate más apropiados desde el punto de vista ecológico y económico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las recolectas se iniciaron en el año 2000 y se terminaron en el año 2002 en los cantones de Paquera de Puntarenas, Orotina y Los Chiles de Alajuela y Liberia de Guanacaste, Costa Rica. En Paquera de Puntarenas la altitud es de 15 msnm, su clima es tropical seco, las temperaturas fluctúan entre los 25 °C y 32 °C con un promedio de 27 °C, la precipitación anual es de 2.000 mm. La humedad relativa promedio de 80%.

Orotina de Alajuela se encuentra a una altitud promedio de 256 msnm, con una temperatura media de 25° C, su humedad relativa es de 55% y la precipitación anual de 2.500 mm.

Los Chiles de Alajuela, está ubicado a una altitud media de 50 msnm, está influenciado por el régimen de precipitación del Caribe. Presenta un clima tropical húmedo, sus características climáticas son muy variadas, se indica un promedio de 30 °C de temperatura, cuatro horas de brillo solar, una radiación promedio de 14,4 M/m². La precipitación promedio es de 2.500 mm y la humedad relativa es de 80%.

En Liberia de Guanacaste, la altitud es de 85 msnm, el clima que presenta es tropical seco, la temperatura promedio de 27 °C, la precipitación promedio de 1.500 mm y la humedad relativa de 75%.

El manejo del cultivo fue el tradicional para las zonas. El método de recolecta consistió en sacudir las partes florales y tejido joven dentro de bolsas plásticas para posteriormente recoger los trips y depositarlos en alcohol

de 70°. Los montajes de trips en portaobjetos se hicieron con bálsamo de Canadá.

Recolección y organización de los datos

En la zona de Paquera se eligieron treinta árboles de una plantación, lo cual correspondió al 10% del número de plantas. De cada uno de los árboles se tomaron tres inflorescencias, y se realizaron tres evaluaciones para un total de 270 muestras, las cuales se transportaron en bolsas plásticas, se rotularon con la fecha, zona y el número del árbol, con el que se identificó el mismo. Esto permitió definir el comportamiento poblacional de cada trips en esta zona.

En las zonas de Liberia, Orotina y los Chiles (zona no productora de mango), se realizó la recolecta de muestras, de las inflorescencias en varias plantas, de las diferentes fincas visitadas. Se dio preferencia a las inflorescencias que mostraban signos de ataque de trips. En estas zonas el interés fue identificar y comparar las diferentes especies entre lugares.

A cada bolsa se le agregó posteriormente alcohol de 70°. Este procedimiento se repitió en varias ocasiones hasta que se terminó el período de floración.

Cada muestra de flor fue revisada bajo el estereoscopio, utilizando el método del "sopeo" (técnica que consiste en separar los especímenes los cuales están mezclados en el alcohol), se le extrajeron todos los trips y otros artrópodos. Estos fueron colocados en frascos erpendorf con alcohol de 70°. Luego se contaron los trips para su posterior identificación.

Identificación de trips

La identificación estuvo a cargo del especialista M.Sc. Axel Retana, de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica y conservados actualmente en la colección de insectos del INTA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación poblacional

En cuanto a la identificación de las poblaciones de trips encontradas en la zona de Paquera los resultados fueron, un espécimen de la especie de *Frankliniella insularis* y 2.338 especímenes de la especie *Frankliniella cubensis* (Cuadro 1), en 32 muestras de las 270 totales, para un promedio de 25,98 insectos por muestra, y un promedio de 8,66 trips en cada inflorescencia por evaluación.

Cuadro 1. Cantidad de trips encontrados durante el ciclo de floración de mango en la zona de Paquera. 2000 - 2002.

Especie	Número de especímenes
<i>Frankliniella insularis</i>	1
<i>Frankliniella cubensis</i>	2.338

Las condiciones climáticas no parecieron ser determinantes en la dinámica de la plaga en el cultivo, sino que se inicia el aumento de la presencia de los trips cuando se inicia la floración, aunque ésta generalmente coincide con el inicio de la época seca. Esto porque se ha observado que mientras no haya flor en la plantación no se encuentran trips.

En el Cuadro 2, se muestra el lugar de recolección (Los Chiles, Paquera, Orotina, y Liberia) y las especies de trips identificadas en cada una de ellas.

Cuadro 2. Especies de trips identificadas según lugar de recolección, en el cultivo de mango. Costa Rica. 2000-2002.

Lugar	Especie encontradas
Los Chiles, Alajuela	<i>Haplotrips gowdeyi</i> Franklin <i>Frankliniella gossypiana</i> Hood
Paquera, Puntarenas	<i>Frankliniella pr. Gossypiana</i> <i>Frankliniella insularis</i> <i>Frankliniella cubensis</i>
Orotina, Alajuela	<i>Scirtothrips</i> sp.
Liberia, Guanacaste	<i>Selenotrips rubrocinctus</i> <i>Scirtothrips</i> sp. <i>Frankliniella</i> sp.

Como se puede observar, en el cultivo de mango en estas zonas, ocurre un “complejo de trips”, lo que dificultaría los estudios del ciclo de vida del insecto por especie, su relación con la fenología del cultivo y el manejo de los mismos.

Se conoce poco sobre la sincronización que se da entre especies, y las plantas que le sirven como hospederos alternos. Sólo se sabe que los responsables principales del daño son los estados no aladas, por la forma de alimentarse y por tener un aparato bucal en forma de estilete con el cual succiona la savia en el fruto, lo que causa luego deformación del mismo.

El género encontrado con más frecuencia fue el *Frankliniella* con cuatro especies. Este género tiene aproximadamente 200 especies descritas por Retana (1998), las cuales se encuentran asociadas a flores de una gran diversidad de plantas. En Costa Rica se tiene conocimiento de la presencia de la especie *Frankliniella cephalica*, la cual no se encontró en este estudio.

El daño que causa *Selenotrips rubrocinctus* en las hojas de mango, se inicia con una coloración rojiza pasando ésta a plateada y luego se torna café o marrón oscuro. En ataques severos se observaron puntos negros que correspondían a gotas fecales. Algunas hojas se cayeron por este daño. Este género se encontró mayormente en la localidad de Liberia.

CONCLUSIONES

En este estudio se identificaron cuatro especies del género *Frankliniella*, siendo este género el que presentó el mayor número de especies.

Las poblaciones de los trips (Thysanoptera: Thripidae), se detectan mayormente en el cultivo de mango cuando se inicia el estado de floración.

En cuanto a la diversidad de especies no se mostró un patrón repetitivo entre las diferentes regiones que permita afirmar que una especie predomina sobre otra.

En las plantaciones de mango de Paquera la especie que predominó en el momento del estudio fue *Frankliniella cubensis*, en la localidad de Liberia fue *Selenotrips rubrocinctus* y en Orotina, el género encontrado fue *Scirthotrips* sp.

En una plantación de mango puede existir un complejo de trips.

RECOMENDACIONES

Iniciar estudios de ciclo de vida y de dinámica poblacional con la especie *Frankliniella cubensis*, luego con *Selenotrips rubrocinctus*.

Identificar hospederos alternos de la plaga.

Determinar el mejor método de control del insecto, con la menor perturbación del entorno biológico.

AGRADECIMIENTO

A FITTACORI por la financiación parcial de este estudio. Al Proyecto de Frutales del INTA y a la Agencia de Extensión de Orotina del MAG por la colaboración en los muestreos y ejecución de este estudio. Al Museo de Insectos por las facilidades en la realización de este trabajo. Al M.Sc. Axel Retana por la colaboración en la identificación de los trips. Al PITTA-MANGO por darnos la oportunidad de realizar esta actividad, y el suministro de información.

LITERATURA CITADA

- Bettencourt, E.; Hazekamp, T. H.; Perry, M. C. 1992. International Board for Plant Genetic Resources. Directory of Germplasm Collections. Tropical and Subtropical Fruits and Tree Nuts. IBPGR. Rome.sp.
- Carpenter, F. M. 1992. Treatise on invertebrate paleontology. Part R. Arthropods 4, Volume 3: Superclass Hexapod. Geological Society of America and University of Kansas, Boulder, Colorado and Lawrence, Kansas.sp.
- Galán, V. 1999. El cultivo del mango. Mundiprensa. Madrid. 297p.
- King, A.B.S.; Saunders, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. CATIE. Turrialba. Costa Rica. sp.
- Mora, M. J. 2000. Programa nacional del cultivo de mango. San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. sp.
- Mukherjee, S. 1972 Origin of mango (*Mangifera indica* L). Economic Botany 26(3):260-264.
- Retana, S. A. 1998. Una visión filogenética de *Frankliniella* (Thysanoptera: Thripidae). Revista Biología Tropical. 46(2):397-406.
- Retana, S. A. 1998. Restablecimiento de los géneros *Frankliniella*, *Exophtalmothrips* y *Bolbothrips* (Thysanoptera: Thripidae). Revista Biología Tropical. 46(2):397-406.
- Saenz, A.; Mora, J. 1991. Mango (*Mangifera indica* L.) San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Editorial UNED. s.p.
- SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria, CR). 2002. Diagnóstico del desempeño del mango (1996-2000). Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José. p. 9.
- Singh, L. B. 1968. The mango, botany, cultivation, and utilization. Leonard Hill, London. p. 439.
- SME (Sociedad Mexicana de Entomología). 1975. Folia Entomológica Mexicana. X Congreso Nacional de Entomología. Nº 33:77-78.

EVALUACIÓN DE CUATRO PATRONES PARA CÍTRICOS INJERTADOS CON LIMA PERSA (*Citrus latifolia* TAN) BAJO CONDICIONES DE CAÑAS, GUANACASTE

Sergio Hernández¹

RESUMEN

La lima Persa se ha convertido en una alternativa de diversificación agrícola para los agricultores del Distrito Riego Arenal de nuestro país por sus excelentes expectativas de mercado y comportamiento agronómico bajo estas condiciones y también a nivel nacional en general. Esta lima al igual que todas las especies cítricas de importancia comercial en el mundo se propagan principalmente por injerto, lo cual afecta una serie de características fitosanitarias y agronómicas del cultivo que también están condicionadas por el tipo de suelo, clima y aspectos de manejo del árbol. A raíz de esto, se decidió establecer una parcela bajo condiciones del Pacífico Seco (Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez Cañas/Guanacaste) para evaluar la interacción de cuatro patrones de cítricos: volkameriana (*Citrus volkameriana* Pasq), taiwanica (*Citrus taiwanica*), citrumelo [(*Poncirus trifoliata* (L) Raf X *Citrus paradisi* Maca)] y mandarina cleopatra (*Citrus reshni* Hort X tan) injertados con un clon de lima Persa seleccionado en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez libre de enfermedades virósas. Se analizó el rendimiento de fruta fresca, longevidad de árboles, características de crecimiento de árboles, calidad interna y tamaño de fruta y absorción de nutrientes en hoja y fruta en las distintas interacciones lima Persa/patrón. Se encontró que la mayor cantidad de fruta fresca se obtuvo sobre *Citrus volkameriana* al cabo de tres años de la siembra. Sin embargo, a los cinco años más del 50% de las plantas de lima Persa injertadas sobre este patrón presentaban decaimiento o habían muerto. Asimismo, la interacción que presentó la mayor eficiencia productiva a los cinco años, fueron los árboles injertados sobre mandarino cleopatra. Los parámetros de calidad interna obtenidos en frutas cosechadas sobre distintos patrones fueron muy similares en tres años de evaluación. El tamaño de fruta sí varió significativamente, encontrándose los mayores calibres y pesos de limas cuando se cosecharon sobre citrumelo. También, se encontraron diferencias significativas en la absorción de nutrientes en hoja y fruta de lima injertada sobre los distintos patrones bajo las condiciones de este estudio.

Palabras clave: Patrones, eficiencia productiva, Lima Tahití, Lima bears, Lima mesina.

INTRODUCCIÓN

La lima Persa se ha convertido en la segunda especie cítrica de importancia comercial en nuestro país después de la naranja por el excelente comportamiento agronómico en nuestras condiciones, grandes expectativas en el mercado nacional e internacional, precocidad en producción y alta rentabilidad.

Elizondo (2004) indica que las exportaciones de lima Persa de Costa Rica para el 2003 mostraron una recuperación importante, se pasó de 8.134 kg de fruta fresca en el 2002 a 23.412 kg el año pasado. El precio promedio FOB según el reporte de PROCOMER en el 2003 fue \$ 0,39 por arriba del precio promedio del 2001. En consecuencia, el año anterior se exportó tres veces la cifra del 2002 en volumen y 326% en valor en el 2003.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Costa Rica.

Esta especie cítrica al igual que todas las variedades de interés comercial se propagan por injerto encontrándose en el mundo el uso de distintos portainjertos para su multiplicación mejor adaptados según las características de suelo, clima, tipo de fruta requerida por el mercado o tolerancia a enfermedades.

En general uno de los aspectos de mayor importancia para el éxito en una huerta cítrica es la correcta selección de los patrones a usar, el cual puede influir en tres aspectos fundamentales de la vida productiva del árbol: a) precocidad en producción, b) tolerancia a condiciones adversas del suelo, clima y agentes patogénicos y c) comportamiento frutícola del árbol (Castle 1987).

En la selección de un patrón deben considerarse los siguientes aspectos sistemáticamente: a) compatibilidad patrón-injerto b) tolerancia a enfermedades y nematodos, c) limitaciones del sitio y d) características frutícolas. Normalmente se prefieren aquellos patrones de fácil y rápido desarrollo en vivero y plantación, buen enraizamiento, precocidad a la primera cosecha, buena tolerancia a patógenos, porte medio o bajo y buena calidad interna y externa del fruto (Castle 1987).

Puede decirse que no existe un patrón que reúna todas las características deseables a la vez, por lo tanto, debe seleccionarse aquel que resuelva los principales problemas existentes en el lugar donde se va a establecer la plantación.

La calidad de la fruta de lima Persa no cambia mucho con el tipo de patrón en contraste con otras especies de cítricos y cultivares, pero si hay grandes diferencias en la producción en campo (Campbell 1979).

Entre los patrones que se recomiendan para la siembra de lima Persa en diferentes regiones del mundo, se encuentran los siguientes:

El *Citrus volkameriana* es un híbrido de limón, el cual ha mostrado ser muy compatible con la lima Persa formando árboles que producen grandes cosechas precozmente, buen desarrollo de tronco y copa. Es tolerante al virus de la tristeza, xyloporosis y exocortis, pero susceptible a blight y nematodos de los cí-

tricos. Además, se reporta como medianamente tolerante a gomosis (*Phytophthora* sp.) bajo condiciones normales. Se adapta bien a suelos ligeros, bien drenados y tiene un rango amplio de adaptación al pH, desde suelos ácidos hasta aquellos de pH alto (Campbell 1991).

Por su parte, la naranja agria (*Citrus aurantium* L.) fue probablemente hasta 1993 el patrón más ampliamente distribuido en el mundo. Por su problema con el virus de la tristeza cuando es injertado con naranja dulce, pomelo y mandarina decrece de manera importante en Australia, Argentina, Brasil, California, España, África del Sur y el Caribe. Este patrón ha demostrado buena adaptación tanto en suelos de textura arenosa, como arcillosa, además crece satisfactoriamente en suelos calcáreos. Es comúnmente usado en suelos pesados y pobremente drenados debido a su moderada tolerancia a *Phytophthora*. Los árboles injertados sobre este patrón crecen bien sobre suelos con alta salinidad y pH altos. Es compatible con todas las variedades de limón y limas formando árboles semivigorosos por lo cual se pueden plantar a menor distancia que los árboles injertados sobre Volkameriana. El tamaño de la fruta sobre naranja agria es más pequeña que la obtenida en volkameriana pero más grande que la cosechada en mandarina cleopatra. El contenido de sólidos solubles totales y porcentaje de acidez en el jugo de las frutas producidas sobre este patrón son altos, por ello se ha utilizado mucho en países que producen fruta para mesa. Este patrón desarrolla cierta deformación en la unión de patrón-injerto siendo mayor el diámetro del tronco de la variedad que la del patrón (Castle 1987).

La mandarina cleopatra (*Citrus reticulata* Blanco) es un patrón que no está ampliamente distribuido en el mundo. Tiene un crecimiento en vivero similar a citrumelo, se comporta bien con las distintas variedades comerciales de naranja, mandarina, pomelo, limones y limas. En Cuba, este patrón injertado con lima Persa tiene una productividad aceptable, con frutos de buen tamaño y calidad con respecto al naranjo agrio. Una de las grandes ventajas de este patrón es su tolerancia a enfermedades virosas como la tristeza, exocortis y xyloporosis. Este patrón es susceptible a los nematodos de los cítricos y

moderadamente tolerante a la gomosis (*Phytophthora*). Otra fortaleza es que raramente el blight se presenta antes de 12 a 15 años en árboles cultivados sobre este patrón. La mandarina cleopatra se adapta bien en una amplia variedad de suelos desde ligeros a pesados, aunque las variedades injertadas sobre este patrón son más productivas en suelos ligeramente pesados. Además, tolera bien alta salinidad, pH elevados y suelos calcáreos. El tamaño de fruta es más pequeña que el obtenido en otros patrones de importancia comercial, sin embargo, la calidad interna es buena en relación con naranja agria. Las especies injertadas sobre cleopatra son poco precoces en producir, pero los árboles son más longevos sobre todo en zonas donde existe tristeza y "Blight" (Campbell 1991).

El Citrumelo es un patrón obtenido del cruce naranja trifoliada con grapefruit [(*Poncirus trifoliata* (L) Raf X *Citrus paradisi* Maca)]. El tipo más utilizado en nuestro país ha sido el citrumelo 4475 y la mayor área de siembra de lima Persa se encuentra injertado sobre este patrón, aunque no existen muchas experiencias de este tipo en suelos ácidos (trópico). Distintos autores no lo recomiendan para limones y limas, lo cual es contradictorio con lo observado bajo nuestras condiciones. Este patrón está adquiriendo gran popularidad en el mundo desde 1974 y hoy día es el más cultivado en la Florida. Las variedades injertadas sobre este patrón tienden a ser más grandes que las obtenidos sobre patrones de mandarina o naranja agria. El Swingle o citrumelo se reporta como tolerante a exocortis, xyloporosis y el virus de tristeza. Es tolerante a unos tipos de nematodos pero susceptible a otros. Es altamente tolerante a gomosis y aparentemente resistente al "Blight", aunque falta información para plantaciones con más de 15 años de edad. El tamaño de la fruta es parecido al obtenido sobre citranges y la calidad del jugo es similar a la encontrada en naranja agria pero más alta que la reportada sobre limones. No se comporta bien en suelos salinos, pH altos, calcáreos o muy arcillosos (Campbell 1991).

El Taiwanica (*C. taiwanica*) se obtuvo de una selección de naranja agria y su comportamiento agronómico es similar al de este patrón. Es ligeramente susceptible a gomosis,

tanto en suelos arenosos como en suelos pesados. Es de vigor medio y de buena producción, los frutos son bastante ácidos. No tolera los suelos con exceso de sales (Campbell 1991).

En Costa Rica la lima Persa no ha sido evaluada en distintos patrones sistemáticamente y por un tiempo prolongado bajo diferentes localidades.

En consecuencia, el objetivo de este experimento fue evaluar el crecimiento de la lima Persa injertada en diferentes patrones, el estado nutricional de la especie en hoja y fruta, el rendimiento y calidad de fruta, precocidad en producción y longevidad de los árboles en condiciones del Pacífico Seco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez del INTA en Cañas, Guanacaste a una altitud de 12 msnm dando inicio en 1993 y terminando en el año 2000. La temperatura media anual osciló entre 25 y 30 °C, la humedad relativa fue del 85% y la precipitación promedio anual de 1500 mm durante el período de evaluación. Los árboles se sembraron sobre un suelo Inceptisol, con un pH de 6,7 y una profundidad superior a los 90 cm, rico en Ca y Mg pero bajo en P, Zn y Mn. El contenido de materia orgánica fue de 1,08% y su textura franco-arenosa con una tabla de agua de 20 cm durante los meses más lluviosos del año.

Los patrones evaluados en este estudio fueron los siguientes: volkameriana (*Citrus volkameriana* Pasq.) taiwanica (*Citrus taiwanica*), citrumelo [(*Poncirus trifoliata* (L) Raf X *Citrus paradisi* Macf)] y mandarina cleopatra (*Citrus reshni* Hort X tan).

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con ocho repeticiones, una parcela experimental de cuatro plantas y una útil de dos árboles por tratamiento dejando las dos restantes de borde. Para detectar diferencias entre medias se utilizó pruebas de Medias de Mínimos Cuadrados (LSMEAN).

En esta parcela se evaluó el crecimiento y producción de la lima en árboles de tres a siete años de edad sembrados a una distancia de 6 m X 5 m, así como el contenido de nutrientes en hoja y fruta, calidad de fruta, precocidad de producción y longevidad de los árboles injertados en los distintos patrones.

Las variables evaluadas para detectar diferencias entre patrones fueron las siguientes: crecimiento: 1) volumen de copa (m^3) se calculó utilizando la siguiente fórmula $2/3\pi R^2H$ para lo cual se midió el radio (R) y altura de copa (H), 2) el área foliar contando el número de hojas en un cubo de $0,125 m^3$ que se colocó en la parte media del árbol en los cuatro puntos cardinales y 3) índice de área foliar relacionando el área foliar y área de proyección de copa. La eficiencia productiva se obtuvo relacionando kg fruta fresca/ m^2 o m^3 de área foliar y la calidad de fruta analizando el contenido de 1) solubles totales, 2) % acidez, 3) peso y diámetro de fruta ecuatorial y 4) porcentaje de jugo durante tres años en época seca y lluviosa. La longevidad de los árboles se determinó comparando el número de árboles con decaimiento o muertos con respecto a los sembrados en el momento de establecer el experimento (32 árboles en cada patrón). El contenido de nutrientes en el árbol se analizó mediante un estudio de diagnóstico foliar durante tres años en árboles de tres, cuatro y cinco años de edad y análisis de nutrientes en fruta a los cinco y siete años.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio el *C. volkameriana* fue el patrón que produjo la mayor cantidad de frutos de lima Persa de forma más temprana (precocidad). Esto coincide con otros estudios realizados por Passos y Da Cunha en 1981 en Brasil y se atribuye al vigor que inducen los patrones afines al grupo de los limones como *volkameriana* y *macrofila* a las variedades comerciales que se injertan sobre ellos.

Se encontró (Cuadro 1) al cuarto año de la siembra, que los árboles de lima Persa injertados sobre *C. volkameriana* tenían una producción superior a las 10 t/ha (318 frutos/árbol) de fruta fresca, mientras que los injer-

Cuadro 1. Valores promedio de rendimiento de fruta fresca anual de lima Persa obtenidos en árboles de distinta edad creciendo sobre diferentes patrones bajo condiciones de Cañas/Guanacaste. 1993 - 2000.*

Edad/ Árbol	Patrón	Frutos/ Árbol	kg Frutos/ Árbol	t Fruta/ ha
3	Cleopatra	43	5,69	1,89
3	Volkameriana	82	12,14	4,03
3	Citrumelo	3	0,36	0,12
3	Taiwanica	2	0,23	0,08
4	Cleopatra	104	13,74	4,57
4	Volkameriana	318	43,89	14,62
4	Citrumelo	89	9,9	3,3
4	Taiwanica	26	2,75	0,92
5	Cleopatra	357	48,57	16,2
5	Volkameriana	213	27,9	9,28
5	Citrumelo	15	20,12	6,7
5	Taiwanica	127	14,87	4,99
6	Cleopatra	450	43,2	14,38
6	Volkameriana	555	60,5	20,13
6	Citrumelo	400	46,41	15,45
6	Taiwanica	509	47,41	15,9
7	Cleopatra	337	32,35	10,78
7	Volkameriana	488	53,23	17,72
7	Citrumelo	394	45,71	15,21
7	Taiwanica	462	43,4	14,4

* Se consideró una densidad de 333 árboles/ha para el cálculo de las toneladas métricas.

tados sobre mandarina cleopatra apenas alcanzaban 4,57 t/ha (104 frutos/árbol). Estas diferencias en producción no fueron significativas de acuerdo a las pruebas de medias empleadas en este experimento.

En el Cuadro 1, también se observa una reducción importante de la producción de los árboles injertados sobre el *C. volkameriana* a partir del quinto año de la siembra lo cual posiblemente se debió a problemas radicales en los árboles muestreados. Estas plantas manifestaron síntomas de decaimiento inducidas posiblemente por asfixia radical (suelos mal drenados) y chancros ocasionados por complejos de hongos; además se sospecha de la presencia de un síndrome transmisible por injerto denominado lime blotch. Los árboles injertados sobre *C. volkameriana* de lima Persa que no decayeron a los seis y siete años produjeron la mayor cantidad de fruta por árbol

(61 y 53 kg fruta fresca respectivamente) con respecto al resto de patrones evaluados.

El Cuadro 2, muestra que las plantas de lima Persa injertadas sobre *C. volkameriana* que sufrieron decaimiento alcanzaban el 41% al cabo del quinto año y el 53% a los siete años de edad. Campbell (1991) menciona que este patrón no soporta los suelos con exceso de humedad o mal drenados. Esta característica se presenta con mucha frecuencia en suelos del Pacífico Seco por el tipo de topografía predominante y sus altos contenidos de arcillas. No obstante, Colauto y Viera (2004) informaron que *Citrus volkameriana* fue uno de los patrones más longevos en estudios realizados con lima Persa en condiciones de Maringa/Brasil. Por tanto, sería conveniente evaluar este patrón que induce características agronómicas muy favorables para la lima en suelos con buenos drenajes, en los cuales las plantas se establezcan sobre lomillos o domos y posean texturas menos pesadas.

En ese mismo cuadro, se observa que a los siete años de edad únicamente el 6,25% de las limas injertadas sobre citrumelo mani-

festaron pérdida de vigor, decaimiento o muerte de árboles. Castle (1998), menciona que citrumelo es un híbrido mejor adaptado a condiciones tropicales, resiste más la asfixia radical y se adapta mejor a suelos con textura pesadas. Hoy día es el patrón más utilizado en el establecimiento de nuevas plantaciones bajo condiciones del Pacífico Seco y Central aunque se reporta como sensible al síndrome del lime blocth (Hernández 2003).

En el Cuadro 3, se presentan los valores promedios de volumen de copa, área foliar y área de proyección de copa encontradas en árboles de lima Persa desarrollados sobre distintos patrones a los tres y cinco años de edad. Nuevamente, las pruebas de medias no detectaron diferencias significativas entre estos árboles de lima bajo estas condiciones. No obstante, las diferencias en volumen de copa a los cinco y siete años de años de edad (Figura 1) entre limas establecidas sobre cleopatra y taiwanica son de 1,31 y 5,56 m³ respectivamente. En el manejo agronómico y cosecha de una plantación estas variaciones de crecimiento son relevantes en los costos de producción, producción/área y tiempo de recuperación de la inversión. A pesar, de las variaciones en área foliar encontradas entre los árboles, los índices de área foliar no fueron significativamente diferentes entre los distintos patrones. En consecuencia, las diferencias en rendimientos de fruta fresca observados en las distintas interacciones parece que no están afectadas por el área foliar que induce cada especie de patrón en cada combinación lima Persa/patrón.

Cuadro 2. Porcentaje de árboles de lima Persa injertados en distintos patrones que presentaron problemas de decaimiento y muerte bajo condiciones de Cañas, Guanacaste. 1993 - 2000.

Edad	Cleopatra	Volkamericana	Citrumelo	Taiwanica
5	3,12	41	0	15,6
7	12,5	53	6,25	37,6

Cuadro 3. Valores promedio de Crecimiento y "Eficiencia Productiva" en m² o m³ en árboles de lima Persa de tres y cinco años de edad creciendo sobre diferentes patrones bajo condiciones de Cañas, Guanacaste. 1993 - 2000.

Edad/ árbol	Patrón	Volumen (m ³)	Área foliar (m ²)	kg/FR (m ³)	kg/FR (m ²)	Área Proyec. Copa (m ²)	Índice área foliar
3	CLEOPAT	1,74	8,28	3,13	0,66	5,27	1,61
3	VOLKAM	2,33	10,65	5,36	1,18	7,62	1,47
3	CITRUM	1,62	7,5	0,25	0,05	4,85	1,59
3	TAIWAN	3,05	11,92	0,07	0,02	7,56	1,65
5	CLEOPAT	5,7	18,95	8,72	2,6	18,47	1,03
5	VOLKAM	9,62	27,7	2,96	1,06	28,5	1,00
5	CITRUM	6,81	22,15	2,94	0,91	19,07	1,17
5	TAIWAN	11,26	24,9	1,3	0,62	26,2	0,94

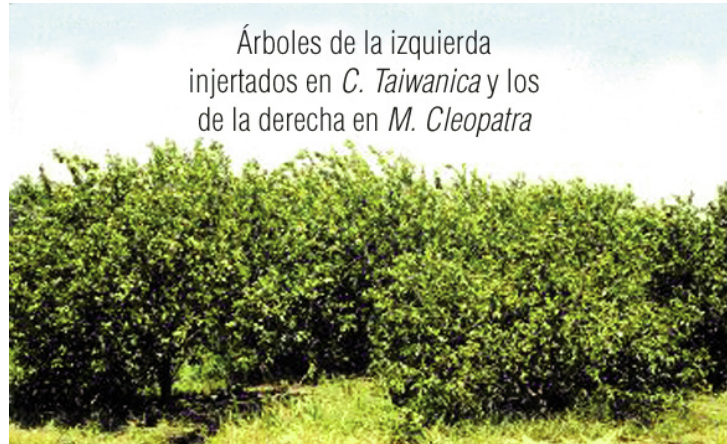


Figura 1. Crecimiento de árboles de lima Persa con cinco años de edad injertados en dos patrones de cítricos bajo condiciones de Cañas/Guanacaste. 1993 - 2000.

Los mayores índices de eficiencia productiva (kg/m^3) en árboles de tres años de edad se encontraron en limas injertadas sobre volkameriana y mandarina cleopatra. En el quinto año este parámetro se redujo en las plantas establecidas sobre volkameriana debido a los factores mencionados y al área de proyección de copa que adquieren las limas cuando crecen sobre este patrón. Los árboles que presentaron los mayores índices de eficiencia productiva al quinto año, fueron los injertados sobre cleopatra.

En el Cuadro 4, se presentan las características organolépticas de fruta de tres meses de edad después de las antesis obtenidas sobre distintos patrones bajo condiciones de Cañas/Guanacaste. Esta valoración se realizó en frutos cosechados en época seca y lluviosa en árboles con cinco años de edad. Los datos demuestran que existen pocas diferen-

cias en cuanto a calidad interna de fruta (Brix^o, % ácido, ratio y pH) lo cual coincide con lo indicado por Campbell (1979) en estudios realizados en la Florida. Sin embargo, bajo nuestras condiciones se han detectado importantes diferencias en el contenido de jugo en frutos cítricos obtenidos sobre distintos patrones, encontrándose en algunos casos que la fruta cosechada sobre patrones muy vigorosos como el volkameriana, presenta un excesivo crecimiento con bajo contenido de jugo especialmente en las primeras cosechas del árbol e independientemente de la región.

En cuanto a tamaño se observa que los frutos cosechados sobre citrumelo presentaron valores de peso y diámetro ecuatorial significativamente superiores al resto de la fruta cosechada sobre otros patrones. Es importante resaltar que el tamaño de fruta obtenido sobre mandarina cleopatra no fue diferente al

Cuadro 4. Características de calidad interna de frutos de lima Persa obtenidos sobre distintos patrones bajo condiciones de Cañas, Guanacaste. 1993 - 2000.

Patrón	Peso (g)	Diam. Ecuat. (cm)*	BRIX ^o	% Ácido	Relac. (Brix/Ácido)	pH	% Jugo*
CLEOP	82,87c	5,1b	7,98	8,25	0,98	2,88	38,8a
VOLKAM	86,6bc	5,2b	8,2	7,76	1,04	2,67	35,16b
CITRUM	95,95a	5,4a	7,98	7,73	1,10	2,68	35,3b
TAIWAN	76,5c	4,9c	7,55	8,68	0,9	2,67	34,5b

*Valores en columna con la misma letra no difieren significativamente entre sí (5%).

observado sobre volkameriana y taiwanica lo cual contradice las observaciones de Campbell (1991) que menciona que la fruta de lima Persa cosechada sobre cleopatra es muy pequeña. Esto posiblemente se debe a que existe muy poca información sobre el comportamiento de la lima Persa injertada sobre mandarina cleopatra creciendo bajo condiciones tropicales. Asimismo, los frutos cosechados sobre mandarino cleopatra presentaron diferencias significativas en porcentaje de jugo con respecto a las limas cosechadas en otros patrones. En general el porcentaje de jugo fue ligeramente inferior a lo establecido

por la Norma Codex que menciona un 42% como mínimo, aunque esto puede variar según el destino del producto.

En el Cuadro 5, se observa que los contenidos foliares de macro y micro nutrientes en árboles de lima Persa injertados sobre distintos patrones presentaron importantes variaciones entre años de muestreo para un mismo patrón cuando se realizaron análisis en época seca y húmeda. Esto podría deberse a la edad del árbol y al rendimiento en producción, al manejo agronómico de la plantación y al programa de fertilización sugerido

Cuadro 5. Diagnóstico foliar de árboles de lima Persa en diferentes edades creciendo sobre distintos patrones bajo condiciones de Cañas, Guanacaste. 1993 - 2000.

Nutriente	Edad/árbol años	Cleopatra*	Volkamericana*	Citrumelo*	Taiwanica*
N (%)	3	1,89	1,9	2,0	1,89
	4	2,06	1,95	1,89	1,88
	5	2,61	2,6	2,6	2,5
P (%)	3	0,22	0,22	0,26	0,26
	4	0,13 b	0,13 b	0,15 b	0,23 a
	5	0,17	0,18	0,21	0,21
K (%)	3	1,24 b	1,54 a	1,48 a	1,5 a
	4	1,20 b	1,59 b	1,43 a	1,68 a
	5	1,33 c	1,81 a	1,6 a	1,97 a
Ca (%)	3	1,42 b	1,48 b	1,42 b	1,61 a
	4	1,31 b	1,25 b	1,27 b	1,43 a
	5	1,34 b	1,38 b	1,32 a	1,43 a
Mg (%)	3	0,27 a	0,18 c	0,22 b	0,23 b
	4	0,35 a	0,21 c	0,29 b	0,30 b
	5	0,34 a	0,25 b	0,33 a	0,32 a
Cu ppm	3	2,75 b	3,0 a	3,62 a	3,25 a
	4	2,5 b	3,25 a	3,5 a	2,87 a
	5	2,62 c	3,62 ab	4,25 a	3,12 bc
Zn ppm	3	16,1 a	16,4 ab	13,2 b	16,9 a
	4	15,1	16,2	14,12	16,9
	5	40 bc	42 ab	38,9 c	43 c
Mn ppm	3	20,87 a	20,0 a	15,37 b	23,12 a
	4	28,0 a	28,0 a	20,62 b	30,5 a
	5	21,6 bc	26,5 a	19,5 c	24,4 ab
Fe ppm	3	90,8	99,2	104,9	98,2
	4	194,1 b	2045 b	248,8 a	187,6 b
	5	110,8 b	133 b	166,1 a	109,1 b

*Valores en columna con la misma letra no difieren significativamente entre sí (5%).

en cada año considerando cantidades de fertilizantes, épocas, forma y frecuencia de aplicación. Asimismo, en el Cuadro 5, se aprecian importantes diferencias significativas en las concentraciones de algunos nutrientes entre los árboles de lima desarrollados sobre los distintos patrones en el mismo año. Wutscher (1988) al respecto menciona que los patrones tienen distinta capacidad de absorción de nutrientes y agua, lo cual afecta dentro de la planta aspectos generales del árbol como el crecimiento y de la fruta como tamaño y calidad. En general se observa, que los contenidos foliares de la mayoría de nutrientes en los distintos años de muestreo son más altos en los patrones más vigorosos como volkameriana y taiwanica. En cambio las concentraciones de K en las hojas de las limas injertadas sobre mandarina cleopatra fueron significativamente inferiores a las encontradas en los otros patrones prácticamente durante los tres años de muestreo.

La concentración de calcio era alta en el suelo sobre el cual se estableció este estudio, sin embargo, durante el período de evaluación los contenidos en hoja fueron inferiores al contenido normal de acuerdo a tablas de la Florida para todas las plantas independientemente del patrón.

Las plantas injertadas sobre citrumelo presentaron los menores contenidos de Zn en las hojas, lo cual coincide con estudios realizados por otros investigadores en la Florida

(Campbell 1979). También, en citrumelo se detectaron los mayores contenidos de hierro y las menores concentraciones de manganeso durante los tres años de muestreo. En otros patrones de cítricos como Carrizo bajo condiciones de la Huetar Norte esta baja relación que se establece entre el contenido de Fe y Mn induce un síndrome conocido como raíz corchosa.

Finalmente, en el Cuadro 6, se presentan para cada interacción evaluada las cantidades de macronutrientes en gramos/tonelada de fruta fresca que fueron removidos en dos cosechas cuando los árboles tenían cinco y siete años de edad. Para ello, se analizó fruta cosechada en época seca y lluviosa encontrándose que las cantidades de fósforo y potasio fueron significativamente inferiores cuando las limas se obtuvieron de árboles injertados sobre mandarina cleopatra. Este resultado es similar al encontrado en hoja para este patrón donde también se detectaron las menores concentraciones de éstos y otros nutrientes. Por tanto, pareciera que la mandarina cleopatra es un patrón poco extractor de nutrientes pero productivo tal y como se observa (Cuadro 1) al compararlo con las otras interacciones bajo estas condiciones de experimento. En consecuencia, este resultado podría tener importantes implicaciones en los programas de fertilización y las cantidades de nutrientes aplicadas anualmente de acuerdo a las toneladas de fruta fresca cosechada sobre distintos patrones.

Cuadro 6. Nutrientes removidos en gramos/tonelada de fruta fresca de lima Persa en distintos patrones de cítricos, bajo condiciones de Cañas, Guanacaste. 1993 - 2000.*

Nutriente	Edad/árbol	Cleopatra*	Volkamericana*	Citrumelo*	Taiwanica*
N	5	1550 b	1800 a	1580 b	1620 b
	7	1130	1090	1250	1190
P	5	160 b	170 ab	180 a	180 a
	7	200 b	210 ab	230 a	270 a
K	5	1860 b	2140 a	2130 a	2240 a
	7	1650 b	1980 a	1850 ab	1910 a
Ca	5	590	560	520	600
	7	370	350	400	390
Mg	5	120	110	130	110
	7	100	110	110	110

*Valores en columna con la misma letra no difieren significativamente entre sí (5%).

CONCLUSIONES

La mayor precocidad en producción y volumen de copa se obtuvo cuando se injertó la lima Persa sobre el *Citrus volkameriana*. Asimismo, a los cinco años los árboles de lima Persa que presentaron el menor volumen de copa fueron los injertados sobre mandarina cleopatra.

Los mayores índices de producción en kg de fruta fresca /m³ o /m² de copa se alcanzaron cuando la lima Persa se injertó sobre *C. volkameriana* y mandarina Cleopatra.

Los porcentajes más bajos de árboles muertos o con decaimiento de lima Persa se presentaron en las interacciones con citrume-lo y mandarina cleopatra a los siete años de establecida la plantación.

Para fines industriales los frutos de lima Persa que presentaron la mayor cantidad de jugo fueron los injertados sobre mandarina cleopatra.

En el establecimiento de una plantación comercial de lima Persa deberían considerarse las bondades agronómicas y sanitarias que ofrecen los distintos patrones de cítricos evaluados en este experimento.

AGRADECIMIENTO

Se desea expresar el más sincero agradecimiento a la Tec. Sara Rodríguez Hernández funcionaria del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) con sede en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez por su decidida colaboración en la parte de campo de este experimento.

LITERATURA CITADA

- Campbell, C. W. 1979. Tahiti lime production in Florida. University of Florida. Florida Cooperative Service. EUA. p. 102.
- Campbell, C. W. 1991. Rootstocks for Tahiti lime. Proc. Fla. State Hort. Soc. 104: 28-30.
- Castle, W. S. 1987. Citrus rootstocks. In: Rom, R.C. and Carlson, R.F. eds. Rootstocks for Fruit Crops. John Wiley and Sons, New York, p. 361-399.
- _____. 1998. Rootstocks reflections. Citrus Review FI 79 (9): 11-16.
- Coloauto, S.N.; Viera, J.N.C. 2004. Rootstocks for Tahiti lime. Scientia Agrícola 61(2):1-7.
- Elizondo, A. 2004. Situación actual y perspectivas del mercado. En curso sobre manejo, producción y comercialización de la lima Persa (*Citrus latifolia* Tan). Memoria. Puntarenas, Costa Rica. p. 1-10.
- Hernández, S. 2003. Evaluación del crecimiento, productividad, calidad de fruta y contenido nutricional en hoja y fruto de lima Persa (*Citrus latifolia* Tan) injertada en cuatro patrones de cítricos bajo condiciones de Cañas/ Guanacaste. En Día de Campo lima Persa Guanacaste, Costa Rica. p. 45.
- Passos O. S.; A. P. Da Cunha Sobrinho 1981. Citrus Rootstocks in Brazil. Proc. Int. Soc. Citriculture. 102-105.
- Wutscher, H.K. 1988. Rootstock effects on fruit quality. In factors Affecting Fruit Quality. Lake Alfred. Florida. p. 24.

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE CULTIVARES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN AMBIENTES DE COSTA RICA

Nevio A. Bonilla¹

RESUMEN

Se establecieron 21 ensayos de adaptación y rendimiento de grano de cultivares de maíz de grano blanco y amarillo durante las dos épocas de siembra de 1997 y 1998. Se realizó un análisis combinado y de estabilidad (AMMI) para los cultivares que estuvieron presentes en las localidades de Cañas, La Cruz, Santa Cruz, Upala, Guatuso, Los Chiles, Buenos Aires, Laurel, Pejibaye y Puriscal durante los períodos mencionados. Se analizaron los siguientes cultivares: Centella, Relámpago, 3031, A- 7573, DK-880 y Los Diamantes 8843 como testigo. El análisis de varianza mostró que las localidades La Cruz y Cañas presentaron el mayor rendimiento de grano (8,5 y 8,0 t /ha, respectivamente) y las localidades de Santa Cruz, Pejibaye y Upala mostraron el menor rendimiento (2,3, 2,4 y 2,4 t /ha respectivamente). El cultivar A-7573 mostró el mayor rendimiento promedio de grano (5,6 t /ha) en todas las localidades evaluadas y el cultivar Los Diamantes 8843 presentó el menor rendimiento promedio (4,2 t /ha). El análisis AMMI de estabilidad para rendimiento de grano de los cultivares indicó que la interacción genotipo por ambiente obtenida con el análisis de varianza del combinado, obedece a que algunos de los genotipos estudiados presentan una interacción significativa ($p \leq 0,05$) con los ambientes considerados. En este sentido, el análisis de componentes principales mostró que el cultivar Centella interaccionó de manera positiva con los diferentes ambientes (2,06) y los cultivares A-7573 y DK-880 interactuaron de manera negativa (-1,19 y -1,76). Por esta razón, se podría afirmar que los dos últimos requirieron de condiciones específicas para su buen desempeño, mientras que Centella se adaptó a un rango más amplio de ambientes. Así mismo, los cultivares Relámpago, 3031, y Los Diamantes 8843 interactuaron poco con el ambiente por lo que se consideran los más estables (0,93, 0,14 y 0,59).

Palabras clave: maíz, cultivares, estabilidad AMMI, ambientes.

INTRODUCCIÓN

La producción de maíz en la zona Centroamericana y del Caribe, se desarrolla en diversidad de ambientes que provocan en muchos casos bajos rendimientos. Los principales factores que afectan la producción del cultivo son la fertilidad y el manejo de los suelos, la deficiente distribución de las lluvias, el inadecuado manejo agronómico y la susceptibilidad o la resistencia de los diferentes genotipos a enfermedades e insectos.

Con el objeto de desarrollar cultivares de maíz estables en adaptación y con rendimiento adecuado a través de los ensayos regionales, se evalúa el comportamiento de variedades e híbridos provenientes de diferentes fuentes, los cuales son sembrados en un amplio rango de ambientes en todo el país. La información obtenida de estos ensayos permite la toma de decisión en la selección de cultivares adecuados para las diferentes regiones maiceras.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Departamento Investigación e Innovación. Apdo. 10094, San José, Costa Rica. Tel: (506) 231-2619; Fax: (506) 296-0858. Email: nbonilla22@yahoo.com

Según Ordás (1995) la elección de unos objetivos apropiados es fundamental para desarrollar variedades e híbridos que sean superiores a los habituales en uso y que estén bien adaptados a la zona a la que se destinan. La correcta elección de objetivos debe basarse en un cuidadoso estudio de las características que se necesitan mejorar junto con una valoración precisa de los beneficios que el agricultor obtendrá al cultivar la nueva variedad.

De acuerdo con Córdoba *et al.* (1992) la evaluación experimental de maíz híbrido con relación a las variedades de polinización libre (V.P.L.) ha recibido mayor atención por parte de los fitomejoradores del área en la búsqueda de alternativas para aumentar la producción de maíz, particularmente en ambientes favorables. Estudios realizados por el CIMMYT (1989) en la región han determinado que los programas nacionales de maíz, han desarrollado en sus propios países proyectos de mejoramiento, con el fin de generar variedades e híbridos con mayor potencial de rendimiento y mejores características agronómicas.

Quemé y Fuentes (1992) consideran que el uso de germoplasma mejorado es una opción para evaluar la producción y productividad del cultivo; sin embargo, el éxito depende de la capacidad de adaptación de los genotipos a diferentes ambientes, por lo que se hace necesario hacer evaluaciones en diferentes localidades y años. Asimismo, Castañón *et al.* (1994) consideran que el manejo agronómico es el complemento indispensable para el buen desarrollo o comportamiento de un cultivo.

Shagún (1993) afirma que la evaluación de los genotipos en el tiempo y el espacio es una condición indispensable para estimar objetivamente su auténtico potencial agronómico y de rendimiento.

Pixley (1993) indica que un material nuevo además de adaptarse a una localidad determinada, debe superar a los ya existentes, para justificar la sustitución de éstos y la introducción de aquellos. De acuerdo con Ordás

(1995) el rendimiento (producción de grano seco por unidad de superficie) es la característica más importante en la mejora de maíz, así mismo es el objetivo más complejo con que tiene que trabajar el mejorador ya que está determinado por la expresión e interacción de numerosos genes que afectan todos los procesos vitales de la planta. Menciona además que la adaptación es una característica igualmente compleja dado que considera muchas y diferentes respuestas de la planta.

Córdoba (1990) sugiere que una evaluación del comportamiento de cultivares adaptados a los ambientes no favorables y favorables debe involucrar localidades cuya magnitud en la incidencia de factores adversos bióticos y abióticos contribuya a reducir la producción. Romagosa y Fox (1993) mencionan que la magnitud de las respuestas diferentes para rendimiento de genotipos evaluados en ambientes contrastantes puede ser fácilmente cambiada por efecto de la interacción genotipo-ambiente, máxime cuando la misma está influenciada por factores adversos de tipo biótico y abiótico.

Brizuela *et al.* (1992) indican que al utilizar modelos de estabilidad, se confirma el comportamiento de la interacción genotipo por ambiente y llevan a conclusiones muy positivas para poder seleccionar materiales de mejor rendimiento. Romagosa y Fox (1993) afirman que la interacción Genotipo x Ambiente es la expresión diferencial a lo largo de los ambientes, así mismo ésta reduce la asociación entre los valores fenotípicos y genotípicos y pueden causar que las selecciones provenientes de un ambiente se comporten pobremente en otro, forzando a los fitomejoradores a examinar la adaptación genotípica. Destacan además que es importante medir la interacción genotipo x ambiente para determinar una estrategia de mejoramiento adecuada para liberar genotipos con la adaptación acorde a los ambientes de interés.

Allard (1960) según Romagosa y Fox (1993) describió la complejidad biológica señalando que la interacción genotipo x ambiente se da cuando virtualmente todos

los efectos fenotípicos no están relacionados con el gen de una manera simple. Por el contrario resultan de una cadena de reacciones fisicoquímicas y las interacciones iniciadas por los genes pero conduciendo a través de complejas cadenas de eventos, controladas o modificadas por otros genes y el ambiente externo, hacia el fenotipo final. Romagosa y Fox (1993) indican que cuando en un análisis de variancia la interacción genotipo x ambiente es significativa, los efectos principales deben ser interpretados con cuidado y la naturaleza de la interacción examinada, ya que las medias a menudo enmascaran casos donde los genotipos se comportan bien o pobremente en subconjuntos de sitios.

El objetivo de este trabajo fue determinar el comportamiento agronómico y adaptabilidad de los diferentes híbridos y variedades comerciales y experimentales de maíz bajo las diferentes condiciones edáficas y climáticas de las regiones maiceras del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se consideraron los datos de los ensayos regionales de maíz llevados a cabo durante las dos épocas de siembra de los años 1997 y 1998, de manera que mediante la metodología de análisis combinado y de estabilidad de genotipos (AMMI) (Crossa *et al.* 1990); Crossa *et al.* (1991) trataron de determinar los genotipos de maíz más estables durante dicho período. Las localidades consideradas, fueron: Cañas, La Cruz, Santa Cruz, Upala, Guatuso, Los Chiles, Buenos Aires, Potrero Grande, Laurel, Pejibaye y Puriscal. En el Cuadro 1 se presentan los datos de clima promedio de las localidades mencionadas anteriormente.

El trabajo correspondiente a 1997 se inició en junio de ese año y finalizó en febrero de 1998 y el correspondiente a 1998 se inició en mayo de ese año y finalizó en febrero de

1999. El diseño experimental utilizado en ambos períodos fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones y la unidad experimental consistió de parcelas con cuatro surcos de 5 m de largo distanciados 0,75 m entre sí, donde se sembraron tres semillas por cada sitio de siembra distanciados 0,5 m y se raleó a dos plantas a los 15 días después de la siembra. La parcela útil estuvo constituida por los dos surcos centrales para un área de 7,5 m cuadrados. Dicho trabajo se llevó a cabo en dos ciclos de siembra durante los años 1997 y 1998, de tal manera que se consideraron tanto la primera como la segunda época de siembra de cada año.

Las variables y métodos de evaluación utilizados para cada uno de los ensayos de campo fueron:

Comportamiento agronómico

1. Número de plantas emergidas (dato de observación, cuando amerite).
2. Días a floración masculina (número de días desde la siembra, 50 % anteras con polen).
3. Días a floración femenina (número de días desde la siembra , 50 % anteras con polen).
4. Altura de planta (en cm).
5. Altura de mazorca (en cm).
6. Cobertura de mazorca (escala uno a cinco, donde uno es mayor cobertura).
7. Aspecto de mazorca (uno a cinco, donde uno es óptimo y cinco muy deficiente).
8. Acame de raíz (número de plantas).
9. Acame de tallo (número de plantas).

Problemas de plagas y enfermedades

1. Número de mazorcas podridas.
2. Enfermedades de follaje (escala uno a cinco, donde uno es 100 % sanidad y cinco es 100 % enfermo).

Rendimiento

1. Número total de mazorcas.
2. Número total de plantas.
3. Peso de campo.
4. Relación grano /mazorca.
5. Rendimiento de grano al 14 % humedad.

Los cultivares analizados en este estudio fueron:

Primera época de siembra 1997: HS-6, G.Morales, Trueno, Centella, Relámpago, Huracán, X 1404G, A-7573, Tornado, Los Diamantes 8843, Deifín, A-7597, DK 880, J.Saénz.

Segunda época de siembra 1997: HS-6, DK-880, Huracán, DK-888, 30M48, A-7573, Relámpago, Centella, Trueno, Tornado, X-1404 G, Deifín, Los Diamantes 8843, A-7597.

Primera época de siembra 1998: H-94, H-92, H-203, Centella, Relámpago, 3031, 30M48, A-7573, 7VM 1012, Los Diamantes 8843, DK-880, DK-888 A.

Segunda época de siembra 1998: Relámpago, 3031, 30M48, A-7573, 7VM 1012, Los Diamantes 8843, DK-880, DK-888 A, Local, Ciclón, Sintético, CB-HS9, CB-

HS9GM14, CB-HS9GM7, HS-5G, HS-8, C-220, C-385.

Para el análisis de los datos se utilizó el análisis de varianza por localidad, empleando la prueba de rango múltiple de Duncan al $p = 0,05$, y se efectuó un análisis combinado de todos los ensayos. Además se realizó un análisis mediante el índice de selección para determinar los mejores genotipos en cada experimento. Este índice se basa en la intensidad y en la meta de selección para las variables evaluadas en cada ensayo, de manera que se integren los criterios técnicos del mejorador en un solo valor numérico (Barreto *et al.* 1991). De acuerdo con esta metodología mientras más pequeño es el valor del índice más cerca se encuentra el genotipo de los criterios deseados por el usuario, y es por tanto superior. Además se realizó un análisis de estabilidad AMMI (Crossa *et al.* 1990; Crossa *et al.* 1991) que determina la interacción genotipo x ambiente significativa obtenida en el análisis de variancia del combinado para 21 ambientes correspondientes al período 1997-98 y para seis genotipos del total que estuvieron en dichos ambientes, esto debido a que los mismos son los únicos presentes en todos los ambientes considerados. Dichos genotipos fueron Centella, Relámpago, DK-880, A-7573, Los Diamantes 8843 y 3031.

Cuadro 1. Características climáticas de los sitios estudiados durante el año 1997 y 1998. Valores promedio anual.

Sitio	Altitud (msnm)	Zona de vida (Holdrige)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)
Cañas	255	Bos.Trop.Seco	28,9	1.630	80
La Cruz	337	Bos.Hum.Trop.	30,0	2.573	85
Santa Cruz	49	Bos.Trop.Seco	28,5	1.640	80
Upala	46	Bos. Hum. Trop	24,6	2.295	90
Guatuso	50	Bos.Hum. Trop.	26,0	2.780	90
Los Chiles	43	Bos. Hum. Trop	25,7	2.391	90
Buenos Aires	418	Transición	24,9	3.580	85
Potrero Grande	183	Transición	26,5	2.370	85
Pejibaye	38	Transición	27,2	3.150	90
Laurel	43	Bos. Hum. Trop.	24,9	2.620	85
Puriscal	1.105	Bos. Hum. Prem. Bajo	20,3	2.564	80

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis combinado de localidades

Ensayos 1997

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis combinado de los ensayos establecidos en la primera época de 1997 los cultivares HS-6, A-7573, A-7597, Tornado, Trueno, Huracán y Relámpago presentaron los mayores rendimientos por área, a saber 8,3, 7,9, 7,4, 8,5, 7,7, 7,7 y 7,0 t/ha respectivamente. Las variedades criollas J. Saénz y G. Morales, así como el testigo local presentaron los menores rendimientos (5,9, 5,5 y 5,6 t/ha respectivamente). Los porcentajes de pudrición de mazorca oscilaron entre 2,5 % y 47,6 % dependiendo de la localidad y de las condiciones en que se desarrolló el ensayo. Los cultivares A-7597, Centella, G. Morales, J. Saénz, Local, Relámpago mostraron los valores más altos de pudrición de mazorca. Las localidades en las que se dieron los porcentajes más altos de pudrición fueron: Los Chiles, Santa Cruz, Cañas (Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez) y Potrero Grande, siendo estos 15,2, 28, 15,5 y 8,5 % respectivamente.

En el análisis combinado para la segunda época, los rendimientos más altos correspondieron a los cultivares 30M48, Tornado, Huracán, A-7597 y HS-6, a saber 4,0, 3,8, 3,8, 3,7 y 3,6 t/ha respectivamente. No hubo diferencias significativas para las variables acame de tallo y cobertura de mazorca. El cultivar DK-880 tuvo la menor altura de planta y mazorca; mientras que el híbrido 30M48 presentó la mayor altura de mazorca y los híbridos Tornado, Deifin, A-7597, Relámpago, Huracán, HS6 y 30M48 mostraron la mayor altura de planta. El aspecto de mazorca para los híbridos X-1404G, HS-6, DK-880 y Local fue 2,5, y para los híbridos Relámpago y Deifin el aspecto fue de 3,5.

Los cultivares Los Diamantes 8843, A-7573 y 3031 tuvieron los índices más bajos con respecto a los demás cultivares. Esto in-

dica que dichos cultivares presentaron los valores más adecuados para las variables consideradas en el análisis de selección. (Los Diamantes 8843 0,1 y 12,00; A-7573 1,4 y 11,00; 3031 1,9 y 10,60).

No se presentaron diferencias significativas para las variables acame de tallo y cobertura de mazorca. La menor altura de planta y mazorca fue para el cultivar D-880; mientras que la mayor altura de mazorca fue para el híbrido 30M48 y los híbridos Tornado, Deifin, A-7597, Relámpago, Huracán, HS6 y 30M48 mostraron la mayor altura de planta. Los híbridos X-1404G, HS-6, D-880 y Local tuvieron un aspecto de mazorca de 2,5 y los híbridos Relámpago y Deifin presentaron un aspecto de 3,5.

Ensayos 1998

Los híbridos 7VM-1012, 30M48, 3031 y A-7573 mostraron los mayores rendimientos en las localidades establecidas durante la primera época de siembra, la cual se ubica en el período comprendido entre mayo y setiembre. También es importante destacar que los híbridos Centella, H-94, H-92 y H-203 dieron los rendimientos más bajos para las ocho localidades combinadas. Con respecto al rendimiento por localidad, al analizar el desempeño de las localidades se puede señalar que en La Cruz, Cañas, Los Chiles y Guatuso ocurrieron las condiciones más favorables para el desarrollo del cultivo y la localidad Potrero Grande presentó las condiciones más desfavorables.

Los cultivares 30M48, 7VM-1012 y Diamantes 8843 tuvieron las mayores alturas de planta (238,8, 226,0 y 221,8 cm respectivamente). Así mismo los híbridos H-94, H92, H-203 y Centella mostraron las menores alturas de planta (187,6, 184,3, 186,2 y 182,6 cm respectivamente). En cuanto a la altura de mazorca los cultivares 30M48, 7VM-1012 y Diamantes 8843 dieron los menores valores con relación a esta variable, además los híbridos H-94, H92, H-203 y Centella presentaron

las menores alturas de mazorca (88,7, 82,7, 85,3 y 80,6 cm respectivamente).

Los porcentajes de pudrición de mazorca ocurrieron en los híbridos H-203, Centella, A-7573, Relámpago, Diamantes 8843, H-92 con valores de 18,8, 17,3, 16,9, 15,6, 14,9 y 14,0 % respectivamente.

Los otros cultivares estuvieron por debajo del parámetro de 14 % de humedad de grano. El híbrido 30M48 mostró el porcentaje más bajo de pudrición de mazorca (8,4 %). Es importante señalar que en las localidades Upala, Potrero Grande y Guatuso se presentaron los mayores porcentajes de pudrición (20,4, 19,6 y 18,4 % respectivamente) y en las localidades Cañas y Los Chiles los porcentajes más bajos (4,9 y 7,7 % respectivamente).

Los híbridos 7VM-1012 y DK-888 A mostraron los mayores porcentajes de mala cobertura de mazorca, a saber 39,1 y 23,6 % respectivamente. Los cultivares DK-880 y Diamantes 8843 mostraron los porcentajes de mala cobertura más bajos (7,1 y 9,0 % respectivamente). El mayor porcentaje de mala cobertura fue para la localidad de Los Chiles (26,5 %) y los menores porcentajes para las localidades de Laurel, Cañas y Puriscal (7,4, 10,6 y 13,9 % respectivamente).

El índice de selección indica que los menores valores de índice calculado fueron para los cultivares 7VM1012, DK-888 y Relámpago. Las variables que se tomaron en cuenta fueron: rendimiento de grano y porcentaje de pudrición de mazorca. (7VM1012 2,7, 7,4, 11,5; DK-888 A, 4,1, 6,1, 9,8; Relámpago 4,6, 5,5, 15,6).

En las localidades evaluadas en la segunda época los cultivares CB HS9G, CB HS9GM-7, CB HS9GM-14, CB HS8G, CB HS5G, 30M48, C-385, Diamantes 8843, 7VM-1012 y C-220 presentaron los mayores rendimientos. Los cultivares Local, Relámpago, Sintético y 3031 tuvieron los rendimientos más bajos. Las condiciones más adecuadas para el desarrollo de los cultivares en estudio

se dan en las localidades La Cruz y Cañas, no así Buenos Aires (5,3, 4,8 y 2,2 t/ha respectivamente). Los cultivares CB HS9GM14, CB HS9GM7, Ciclón, CB HS9G, 3031 y 7VM1012 mostraron las mayores alturas de planta y mazorca. Así mismo los híbridos A-7573, DK-880, C-220, C-385, Relámpago y 3031 mostraron las menores alturas de mazorca y planta.

En cuanto a la pudrición de mazorca los cultivares 3031, Sintético, CB HS9GM7, CB HS5G, CB HS8G, C-220 y C-385 presentaron los valores más bajos de porcentaje de pudrición. Así mismo, los cultivares CB HS9GM14, DK-880, Diamantes 8843, DK-888 A, Local y A-7573 mostraron los valores más altos de pudrición de mazorca. Es importante indicar que de los 18 cultivares evaluados solamente seis genotipos tuvieron valores superiores al 14 %. De los restantes 12 cultivares se determinó que en siete de ellos los valores de pudrición fueron inferiores al 10 %.

Análisis de estabilidad 1997-1999

Los Cuadros 2, 3, 4 y 5 corresponden al análisis de estabilidad de los genotipos seleccionados para este estudio en las localidades consideradas para las épocas de siembra de 1997 y 1998. En el Cuadro 2 del análisis de varianza de los ambientes y genotipos se evidencia una diferencia significativa para la interacción genotipo x ambiente. En el Cuadro 3 se presenta el análisis de componentes principales, donde se muestran los puntajes asignados por el análisis AMMI a los seis genotipos seleccionados para los 21 ambientes que se tomaron en cuenta en este estudio.

Los valores positivos de puntaje fueron para los genotipos Centella, Relámpago y 3031 y los negativos para los genotipos A-7573, DK-880 y Los Diamantes 8843, pero muy cercanos a cero. Esto indica que los primeros tuvieron una alta interacción con los ambientes considerados y que los últimos interactúan muy poco.

Cuadro 2. Análisis de varianza incluyendo regresiones FINLAY-WILKINSON. Análisis estabilidad 97-99 para seis genotipos y 21 ambientes con tres repeticiones.

Fuente	G. L.	Suma cuadrados	Cuadrados medios	Probabilidad
AMBIENTE	20	169,23402	8,46170	0,2240276
BLOQUE	42	270,69083	6,44502	0,1038586
GENOTIPO	5	8,09178	5,61836	0,3331183
G X A	100	812,63947	8,12639	0,0010562 **
REGRCONJ	1	35,91232	35,91232	0,0071596 **
REGRGEN	4	87,19100	21,79775	0,0017152 **
REGRAMB	19	128,44729	6,76038	0,1347035
RESIDUAL	76	561,08886	7,38275	0,0109760 *
ERROR	210	1.022,41417	4,86864	
TOTAL	377	2.303,07027	6,10894	

Regresión conjunta K = -0,1689796E+01

Cuadro 3. Análisis de componentes principales de genotipos para desviaciones de eje uno y análisis de estabilidad 97-99 para seis genotipos y 21 ambientes con tres repeticiones.

Genotipo	Puntaje	Orden	Puntaje
1 G001 Centella	-0,3823721	3 G003	2,3115491
2 G002 Relámpago	2,3089392	2 G002	2,3089392
3 G003 3031	2,3115491	6 G006	0,5849650
4 G004 A-7573	-0,0553075	4 G004	-0,0553075
5 G005 DK-880	-0,0943594	5 G005	-0,0943594
6 G006 Diamantes	0,5849650	1 G001	-0,3823721

En el Cuadro 4 se muestra el análisis de componentes principales para los 21 ambientes considerados, donde se presentan los puntajes asignados por el análisis AMMI para cada ambiente. Es importante señalar que los ambientes interactuaron con los genotipos de manera positiva y negativa, destacándose el ambiente 11 (Upala) con el valor positivo más alto y los ambientes 13 (Cañas B) y 14 (Puriscal 98) con los puntajes negativos mayores. En el Cuadro 5 se muestra el análisis de varianza para el análisis de componentes principales donde se indica que exista alta significancia para los componentes PCA1 (Análisis de Componentes Principales 1) y PCA2 (Análisis de Componentes Principales 2).

Este resultado fundamenta el considerar ambos componentes para la elaboración del gráfico biplot (Figura 1) que explique la interacción genotipo x ambiente y la estabilidad de los genotipos seleccionados.

Cuadro 4. Análisis de componentes principales de ambientes para desviaciones del eje uno y análisis estabilidad 97-99 para seis genotipos y 21 ambientes con tres repeticiones.

Ambientes	Puntaje	Orden	Puntaje
1 La Cruz	-0,1599025	11 0011	1,4299837
2 Los Chiles	0,0389437	19 0019	0,9794404
3 Guatuso	-0,3287747	18 0018	0,9342870
4 Santa Cruz	0,6367412	4 0004	0,6367412
5 Cañas	0,5907524	5 0005	0,5907524
6 P. Grande	-0,9055527	12 0012	0,2899712
7 Laurel	-0,8016404	2 0002	0,0389437
8 Sabana	-0,5237728	15 0015	0,0199429
9 Pejibaye	-0,2185387	16 0016	0,0198643
10 La Cruz B	-0,0145219	10 0010	-0,0145219
11 Upala	1,4299837	21 0021	-0,0701357
12 Laurel B	0,2899712	1 0001	-0,1599025
13 Cañas B	-1,2781258	9 0009	-0,2185387
14 Puriscal 98	-1,3109956	3 0003	-0,3287747
15 Guatuso 98	0,0199429	8 0008	-0,5237728
16 Laurel 98	0,0198643	17 0017	-0,5307173
17 Cañas 98	-0,5307173	7 0007	-0,8016404
18 La Cruz 98	0,9342870	6 0006	-0,9055527
19 Upala 98	0,9794404	20 0020	-0,9483817
20 P.Grande 98	-0,9483817	13 0013	-1,2781258
21 Buenos Aires 98	-0,0701357	14 0014	-1,3109956

Cuadro 5. Análisis de varianza para análisis de componentes principales de desviaciones a partir de la media general. Análisis de estabilidad 97-98 para seis genotipos y 21 ambientes con tres repeticiones.

Fuente	GL	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	Probabilidad
PRUEBA	125	1009,96527	8,07972	0,0006155***
PCA 1	26	374,62945	14,40882	0,0000088***
PCA 2	24	260,35744	10,84823	0,0013898**
RESIDUAL	75	374,97838	4,99971	0,4326093
BLOQUE	42	270,69083	6,44502	0,1038586
ERROR	210	1022,41417	4,86864	
TOTAL	377	2303,07027	6,10894	

En la Figura 1 se presentan los resultados obtenidos utilizando los datos del análisis de componentes principales, particularmente del PCA1 (Análisis de Componentes Principales 1) que explica un alto porcentaje de la variación debida a la interacción genotipo x am-

biente. Se incluyen en la Figura 1 datos para 21 ambientes, así como los genotipos. Los genotipos más estables fueron Los Diamantes 8843 y 3031. También los cultivares Centella y Relámpago presentaron una interacción positiva con los ambientes y los genotipos A-7573 y DK-880 interactuaron negativamente con la mayoría de los ambientes. Los ambientes que interactuaron poco con los genotipos fueron: 18 (La Cruz 98), 15 (Guatuso 98),11 (Upala), 9 (Pejibaye) y 14 (Puriscal 98).

Estos resultados dejan ver que los genotipos más estables son Los Diamantes 8843 y 3031 y poseen una gran capacidad de adaptación a los diferentes ambientes en que estuvieron. Por el contrario los cultivares Centella y Relámpago parecieran más adaptados a condiciones de buenos ambientes y los genotipos A-7573 y DK-880 no se adaptan bien en condiciones de ambientes adversos o menos favorables.

Las localidades mencionadas como de poca interacción con los genotipos poseen ambientes que aportan poco a la distinción entre genotipos, no así los ambientes con interacciones positivas y negativas, ya que de una u otra forma permiten diferenciar entre genotipos de amplio y reducido espectro de adaptación.

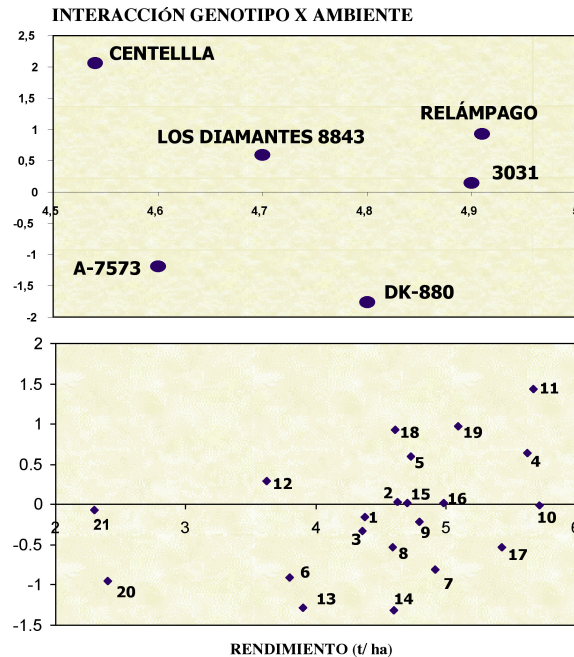


Figura 1. Medias de rendimiento puntuaciones del primer eje del componente principal de seis cultivares de maíz de grano blanco y 21 ambientes. 1997-1999.

1: La Cruz, 2: Los Chiles, 3: Guatuso, 4: Santa Cruz, 5: Cañas, 6: Potrero Grande, 7: Laurel, 8: Sabana, 9: Pejibaye, 10: La Cruz b, 11: Upala, 12: Laurel b, 13: Cañas b, 14: Puriscal 98, 15: Guatuso 98, 16: Laurel 98, 17: Cañas 98, 18: La Cruz 98, 19: Upala 98; 20: Potrero Grande 98 ; 21: Buenos Aires 98

CONCLUSIONES

El análisis de componentes principales mostró que el cultivar Centella interaccionó de manera positiva con los diferentes ambientes (2,06) y los cultivares A-7573 y DK-880 interaccionaron de manera negativa (-1,19 y -1,76). Por esta razón, se podría afirmar que los dos últimos requieren de condiciones específicas para su buen desempeño, mientras que Centella se adapta a un rango más amplio de ambientes. Así mismo, los cultivares Relámpago, 3031, y Los Diamantes 8843 interactúan poco con el ambiente por lo que se consideran los más estables (0,93, 0,14 y 0,59). El análisis de los ambientes indica que

localidades como Los Chiles, Buenos Aires y Laurel no aportan mucha interacción con los genotipos considerados, por lo que su validez como sitios para establecer diferencias entre ellos sería difícil de justificar. Sin embargo otros sitios tienen un comportamiento variable en los dos años considerados, por lo que sería importante correlacionar los datos con las condiciones climáticas específicas de cada ambiente para explicar más adecuadamente las tendencias de estos sitios de evaluación.

AGRADECIMIENTO

Al Técnico Dagoberto Espinoza Sánchez por su colaboración en el trabajo de montaje y evaluación de los ensayos.

LITERATURA CITADA

- Barreto, H.J.; Bolaños, J.A.; Córdova, H.S. G. Programa de índice de selección. Guía para la operación del software. Manual de Capacitación Regional. CIMMYT. 27 p.
- Brizuela, L.; Dubón, T.; Campos, P.; Reyes, R. 1992. Evaluación de variedades sintéticas de maíz (*Zea mays* L.) en once ambientes de Centro América. *In*: J. Bolaños; G. Saín; R. Urbina; H. Barreto. eds. Síntesis de Resultados Experimentales de 1991 CIMMYT-PRM. p: 43-58.
- Castañón, G.; Rodríguez, F. ; Sierra, M.; Castillo, R; Tosquy, O.; Barrón, S. 1994. Respuesta del maíz (*Zea mays* L.) a cinco factores de estudios (Híbrido, densidad de población, Nitrógeno, Fósforo y Potasio). *In*: Memoria XL Reunión Anual del PCCMCA. Costa Rica.
- Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 1989. Programa Regional de Maíz de CIMMYT para Centro América, Panamá y el Caribe.
- Córdoba, H.S.; Barreto, H.S.; Crossa, J. 1992. Impacto del Desarrollo de Híbridos de Maíz en Centro América: Confiabilidad de las Ganancias en Rendimiento sobre el Genotipo H5 y consideraciones para la Selección de Testigos Regionales. *In*: Síntesis de Resultados Experimentales 1992. Programa Regional de Maíz (PRM). p: 3-10 .
- Córdoba, H.S. 1990. Estimación de parámetros de estabilidad para determinar la respuesta de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) a ambientes contrastantes de Centroamérica, Panamá y México. *In*: Memoria XXXVL Reunión PCCMCA. San Salvador.
- Crossa, J; Fox, P.N.; Pfeiffer, W.H.; Rajaram, S.; Gauch, Jr. H.G. 1991. AMMI adjustment for statistical analysis of an international wheat yield trial. *Theoretical and Applied Genetics* 81: 27-37.
- _____; Gauch, Jr.; H.G.; Zobel, R.W. 1990. Additive Main Effects and Multiplicative Interaction Analysis of two international maize cultivar trials. *Crop Science* 30 (3):493-500.
- Ordas, A. 1995. Mejora genética del maíz. Curso Superior de Mejora Genética Vegetal. Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza. Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos. 25 p.
- Pixley, A.L. 1993. Informe final de ensayos presentado a la Unidad de Planificación de Investigaciones Agrícolas. 27 p.
- Queme, J.L.; Fuentes, R.M. 1992. Evaluación de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) de grano blanco y amarillo en diferentes ambientes de México, Centro América y El Caribe y Venezuela. *In*: Síntesis de Resultados Experimentales 1991. Programa Regional de Maíz (PRM). 283 p.
- Romagosa, I.; Fox, P.N. 1993. Genotype-Environment Interaction and adaptation. *In*: M.D. Hayward; N.O. Bosermark; I. Romagosa. eds. *Plant Breeding. Principles and Prospects*. C.I.H.E.A.M. Zaragoza, Spain. Chapman & Hall. London. p. 373-390.
- Shagun, J. 1993. Evaluación de genotipos en serie de experimentos: diferencias en parámetros genéticos generados en dos modelos. *In*: Memoria XXXIX Reunión Anual PCCMCA. Guatemala.

NOTA TÉCNICA

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE CEREALES FORRAJEROS DE USO POTENCIAL EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE DE ALTURA

María Mesén¹, William Sánchez¹

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el año 1996, en el distrito Cot, cantón Oreamuno, provincia Cartago. La topografía de la finca es irregular y se ubica a una altitud de 2.100 msnm. El objetivo del estudio fue evaluar la adaptabilidad de una colección de 13 cereales forrajeros, nueve variedades de Avena (*Avena sativa*), tres de Trigo (un *Triticum secale* y dos *Triticum aestivum*) y una de Cebada (*Hordeum vulgare*). El diseño experimental utilizado, fue de bloques completos al azar, con tres repeticiones, representando cada cultivar un tratamiento. Las variables evaluadas fueron: cobertura, altura, plagas, producción de biomasa y valor nutritivo. En cuanto a las variables cobertura y altura los valores fueron altos en todos los cultivares cosechados, superiores a 90% y 75 cm respectivamente, los *Triticum* y la *Hordeum vulgare* fueron inferiores a las avenas en ambos aspectos. La única enfermedad que se presentó fue la *Puccinia* sp. eliminando por completo las avenas Nehuén, Dula, Gaviota y Llaofén y afectando levemente (5% del follaje afectado) los cereales Culgoa II, Águila y *Triticum secale*. Los demás cereales no fueron dañados por ninguna plaga. La producción de biomasa en los diferentes cultivares osciló en un rango de 6,8 y 15,5 t/ha/corte. El análisis de varianza para esta variable mostró diferencias entre cultivares $P=0,01$ y $P=0,001$ para t/ha/corte y tasa de crecimiento respectivamente. Según los altos rendimientos de materia seca, adecuado valor nutritivo y ausencia de plagas, se puede concluir que los cereales que mejor se adaptaron a la zona en estudio fueron las avenas Riel, Nobby y Amby. Se debe continuar investigando con los cultivares sobresalientes bajo pastoreo y en sustitución de alimentos balanceados.

Palabras clave: cereales, forrajes, valor nutritivo, producción de leche.

INTRODUCCIÓN

La producción de leche en áreas tropicales depende en gran medida de los forrajes, principalmente gramíneas, las cuales siguen siendo la fuente alimenticia más común y de menor costo, sin embargo frecuentemente no proporcionan la cantidad y/o calidad que requieren los animales principalmente las vacas lecheras de mediana y alta producción.

En estos casos la mayoría de las empresas ganaderas llenan los requerimientos mediante el uso de alimentos balanceados, basados en materias primas importadas, lo cual encarece los costos de producción en el rubro de alimentación, representando éstos hasta un 72% de los costos totales de alimentación en ganadería de leche especializada (MAG; IICA 1991).

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Costa Rica.

Por lo anteriormente mencionado, es de mucha importancia buscar variedades forrajeras con altos rendimientos y de buen valor nutritivo que puedan sustituir parcial o totalmente los alimentos balanceados.

El objetivo de este estudio fue evaluar una colección de cereales forrajeros para clima frío, con el fin de seleccionar variedades de gramíneas sobresalientes que se adapten a la zona alta lechera de Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en el año 1996 en una finca ubicada en el distrito Cot, cantón Oreamuno, provincia Cartago, a 83° 53' 30" longitud oeste y a 9° 57' latitud norte. La topografía de la finca es irregular y se ubica a una altitud de 2.100 msnm. La temperatura y precipitación promedio anual son de 21 °C y 1.857 mm respectivamente.

El terreno utilizado había sido cultivado anteriormente con forrajes de piso. Geomorfológicamente el suelo es de origen volcánico y taxonómicamente corresponde al orden de los andisoles, que son suelos de origen volcánico, característicos de la zona alta lechera de Costa Rica (Bertsch *et al.* 1993).

El análisis de suelo (Cuadro 1) presenta valores de pH y aluminio dentro del rango óptimo (según la guía para la interpretación de la fertilidad de suelo Bertsch (1987), como consecuencia el porcentaje de acidez es 8,8. Borel (1981), menciona que los valores de acidez inferiores al 25 % son adecuados para gramíneas. Los contenidos de Ca, Mg, K, P, los microelementos y las relaciones se encuentran

en un rango óptimo, mientras que el Fe se encuentra en un nivel alto (Bertsch 1987).

La preparación del suelo fue mecánica, utilizando una arada, dos rastreadas y surcando cada 0,5 m.

La siembra se realizó el 14 de setiembre de 1996 y la fase de campo terminó al inicio de la floración en las diferentes variedades, aproximadamente cinco meses después. Se utilizó semilla sexual de una colección de cereales forrajeros para clima frío (Cuadro 2).

Se hicieron evaluaciones de altura, cobertura, incidencia de plagas, producción de biomasa y valor nutritivo.

La metodología de evaluación que se utilizó fue una modificación de la utilizada por la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) (Toledo 1982).

Descripción de la unidad experimental

La parcela experimental fue de 6 m² con tres hileras de 3,0 m de largo y distanciadas entre ellas a 0,5 m. La unidad experimental fue la hilera central. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones, representando cada cultivar un tratamiento.

Fertilización

Las dosis aplicadas fueron 100, 50, 50, 20 y 20 kg/ha de nitrógeno, P₂O₅, K₂O, Mg y S. El fósforo, magnesio y azufre se incorporaron al suelo a la siembra, el potasio se aplicó

Cuadro 1. Resultado del análisis de suelo antes de la siembra. Cartago, 1996.¹

Meq/100ml suelo					Ug/ml suelo					Textura	Materia orgánica
pH	Al	Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe		
6,0	0,15	7,8	2,0	1,5	15,0	19,9	13,0	32,0	208	Franco	11,3

¹ Análisis de suelo realizado por el Laboratorio de Suelos, Foliare y Aguas del INTA.

Cuadro 2. Cultivares de gramíneas que se evaluaron. Cartago, 1996.

Cultivar	Simbología	Procedencia
<i>Avena sativa</i> , Nehuén	AN	Chile
<i>Avena sativa</i> , Amby	AA	Australia
<i>Avena sativa</i> , Culgoa II	AC	Australia
<i>Avena sativa</i> , Nobby	AB	Australia
<i>Avena sativa</i> , Dula	AD	Bolivia
<i>Avena sativa</i> , Gaviota	AG	Bolivia
<i>Avena sativa</i> , Águila	AU	Chile
<i>Avena sativa</i> , Llaofén	AL	Chile
<i>Avena sativa</i> , Riel	AR	Australia
<i>Triticum secale</i> , Lasko	TL	Inglaterra
<i>Triticum aestivum</i> , Axona	TA	Inglaterra
<i>Triticum aestivum</i> , Chablis	TC	Inglaterra
<i>Hordeum vulgare</i> , Hart	CH	Inglaterra

fraccionado, con 1/3 de lo recomendado cuatro semanas después de la siembra, 1/3 después del corte de uniformización y el último tercio al cabo de dos cortes (Toledo y Schultze-Kraft 1982).

Variables a evaluar

Cobertura

Esta variable se evaluó como porcentaje del área que no presenta suelo desnudo. Las evaluaciones se realizaron al inicio de la floración. Para este propósito, se utilizó la metodología propuesta por la RIEPT (Toledo y Schultze-Kraft 1982), con la diferencia de que al tener las parcelas solo tres hileras, de las cuales una constituye la parcela útil, se utilizó un marco rectangular de 0,5 m * 1,0 m, con cuadrículas de 0,25 m * 0,25 m.

Altura

Para esta medición, se tomó la altura desde el nivel del suelo hasta el punto más alto de la planta, sin estirla y sin considerar la inflorescencia.

Plagas (Insectos y enfermedades) (Adaptado de Calderón 1982 y Lenné 1982)

Esta variable se evaluó cada dos semanas después de la siembra.

Se utilizó una escala de uno a cuatro en la cual:

- 1 = Presencia (5% del follaje afectado)
- 2 = Daño leve (5-20% afectado)
- 3 = Daño moderado (20-40% afectado)
- 4 = Daño grave (más de 40% afectado)

Producción de biomasa y valor nutritivo

Las evaluaciones se realizaron al inicio de la floración, la altura de corte fue de 5 cm sobre el nivel del suelo. Los cortes se efectuaron a razón de un metro en la hilera central de cada parcela, dejando sin cortar los extremos, como efecto de borde (Roig 1989). El material de un metro de la hilera central se pesó en verde y luego una sub-muestra de 500 g se utilizó para la determinación del contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cobertura

Todos los cultivares cosechados presentaron valores altos de cobertura, en un rango de 90 a 100 % de suelo cubierto. Los *Triticum* y la *Hordeum vulgare* fueron inferiores a las avenas (Cuadro 3).

Altura

En cuanto a la altura, al inicio de la floración los valores oscilaron entre 85 y 111 cm y los *Triticum* y la *Hordeum vulgare* excepto el *Triticum aestivum*, Chablis presentaron también valores inferiores a los de las avenas (Cuadro 3).

Plagas (Insectos y enfermedades)

La única enfermedad que se presentó a partir de los 46 días de crecimiento y permaneció hasta el inicio de floración, fue la *Puccinia sp*, identificada por el Laboratorio de protección de cultivos del INTA. Dicha enfermedad eliminó por completo las avenas Nehuén,

Dula, Gaviota y Llaofén y afectó levemente (5% del follaje afectado) a los cereales Culgoa II, Águila y *Triticum secale*. Los demás cereales no presentaron ninguna plaga.

Producción de biomasa y valor nutritivo

Los cereales se evaluaron al inicio de la floración, sin embargo presentaron diferencias en cuanto edad de maduración, por lo tanto fueron cosechados a diferentes edades; la *Avena sativa*, Culgoa II y la *Hordeum vulgare*, Hart a los 88 días de crecimiento, y los demás cultivares que sobrevivieron al ataque de *Puccinia* sp. se cortaron a los 130 días.

Con los resultados de producción de biomasa en base seca (Cuadro 3) se realizó el análisis de varianza, encontrándose diferencias entre cultivares $P=0,01$ y $P=0,001$ para t/ha/corte y tasa de crecimiento diaria respectivamente.

Los rendimientos de producción de biomasa en base seca (Cuadro 3) de las avenas fueron altos, presentaron valores en un rango de 12,3 y 15,5 t/ha/corte. De acuerdo con la prueba de Waller-Duncan (Figura 1) la *Avena sativa*, Riel fue la de mayor producción de materia seca 15,5 t/ha/corte; sin embargo no difiere significativamente de los otros cereales

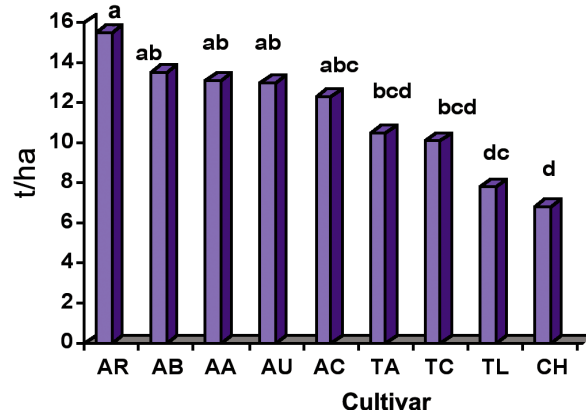


Figura 1. Producción de biomasa en base seca. Cartago, 1996.

Letras iguales no difieren entre sí ($P>0,05$).

del mismo género. Sánchez (1998) encontró en la zona alta lechera de Costa Rica un valor promedio de 14,4 t/ha/corte en ocho cereales de *Avena sativa*, datos similares a los obtenidos en este estudio. Mesén (1997) reporta valores más altos 22,2 t/ha/corte en promedio para cinco cultivares de *Avena sativa*.

En cuanto a la tasa de crecimiento la *Avena sativa*, Culgoa II fue la que presentó un valor más alto (139,8 kg/ha/día) y según la prueba de Waller Duncan (Figura 2) fue diferente significativamente a los demás cereales

Cuadro 3. Comportamiento de los cereales al inicio de la floración. Cartago, 1996.

Cultivar	Días de crecimiento	Materia seca, t/ha/corte	Materia seca, kg/ha/día	Altura, cm	Cobertura, %	P.C., %	DIVMS, %
AN*	-	-	-	-	-	-	-
AA	130	13,1	100,8	97	100	13,3	59,9
AC	88	12,3	139,8	103	95	18,0	69,0
AB	130	13,5	103,8	102	100	15,9	70,0
AD*	-	-	-	-	-	-	-
AG*	-	-	-	-	-	-	-
AU	130	13,0	100,0	104	100	13,0	61,9
AL*	-	-	-	-	-	-	-
AR	130	15,5	119,2	111	100	14,2	65,3
TL	130	7,8	60,0	75	90	17,0	80,0
TA	130	10,5	80,8	85	95	14,5	61,1
TC	130	10,1	77,7	98	95	15,1	60,1
CH	88	6,8	77,3	92	90	20,4	67,3

*No aparecen datos porque son cultivares que se perdieron.

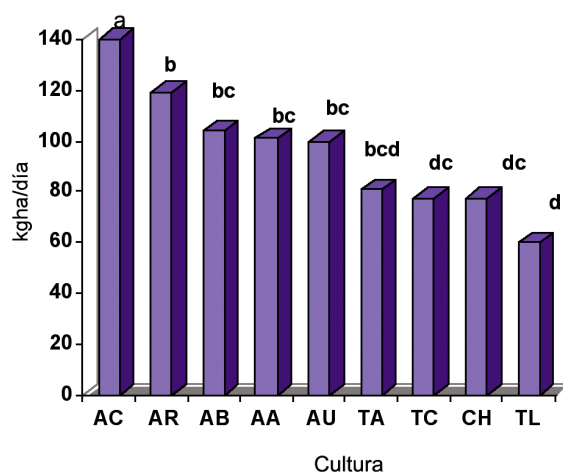


Figura 2. Tasa de crecimiento (kg/ha/día). Cartago, 1996.

Letras iguales no difieren entre sí ($P > 0,05$).

les; ésto se debe a que es un forraje de maduración temprana.

En cuanto al valor nutritivo (Cuadro 3) no se realizó análisis de varianza ya que por falta de presupuesto se analizaron muestras compuestas de las tres repeticiones.

Los datos reportados de valor nutritivo, demostraron que el cereal de mayor contenido de proteína cruda fue la cebada (*Hordeum vulgare*, Hart); sin embargo por poseer un rendimiento de materia seca inferior, presentó menor cantidad de proteína cruda por unidad de superficie que los demás cereales. Los forrajes con una mayor cantidad de proteína cruda y materia seca digestible por hectárea fueron los mismos cuya producción de biomasa fue mayor ya que los valores nutricionales fueron similares.

Sánchez (1998) menciona que el costo de la materia seca, proteína cruda y energía digestible proporcionada a los animales a través de la *Avena sativa*, es inferior a la suplida por los alimentos balanceados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Teniendo en consideración las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el ensayo, se pueden formular las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. Los altos rendimientos en producción de biomasa de las avenas Riel, Nobby, Amby, Águila y Culgoa II demuestran la adaptabilidad de las mismas a la zona.

2. Los cereales Culgoa II, Águila y *Triticum secale*, Lasko fueron afectados levemente por *Puccinia* sp.

3. Las avenas Nehuén, Dula, Gaviota y Llaofén no se adaptan a la zona en estudio.

4. La *Hordeum vulgare*, Hart fue la variedad de menor producción por hectárea y de menor tasa de crecimiento.

5. Según los altos rendimientos de materia seca, adecuado valor nutritivo y ausencia de plagas, se puede concluir que los cereales que mejor se adaptan a la zona en estudio son las avenas Amby, Nobby y Riel.

6. Se debe continuar investigando con los cultivares sobresalientes bajo pastoreo y en sustitución de alimentos balanceados.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al Doctor Danilo Pezo Q., y a los Ingenieros Luis Villegas Z. y Beatriz Molina B. por la orientación científica que le brindaron a este trabajo.

LITERATURA CITADA

- BERTSCH, F. *et. al.* 1993. Características de los principales órdenes de suelos presentes en Costa Rica. Congreso Nacional Agropecuario y de Recursos Naturales. San José. Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 78 p.
- BERTSCH, F. 1987. Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 82 p.
- BOREL, R. 1981. Uso de los fertilizantes en pasturas. *In:* Producción y utilización de forrajes en el trópico. Turrialba, Costa Rica. CATIE. p. 58-69
- CALDERÓN, M. 1982. Evaluación del daño causado por insectos. *In:* Toledo, J.M. ed. Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). CIAT. Cali, Colombia. p. 45-56.
- LENNE, J. 1982. Evaluación de enfermedades en pastos tropicales. *In:* Toledo, J.M. Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). CIAT. Cali, Colombia. p. 57-72.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería); IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 1991. Estudio a nivel nacional para mejorar la tecnología de alimentación de ganado lechero. San José, Costa Rica. p. 265.
- MESÉN, M. 1997. Evaluación del rendimiento y valor nutritivo de cinco variedades de avena forrajera (*Avena sativa*). Investigación Agrícola. p. 5-11.
- MESÉN, M. 1997. Efecto de diferentes densidades de siembra y niveles de nitrógeno en avena Llaofén (*Avena sativa*). Investigación Agrícola 6: 33 -37.
- ROIG, C.A. 1989. Evaluación preliminar de 200 accesiones de leguminosas forrajeras tropicales en el ecosistema de Bosque Tropical Lluvioso en Costa Rica. Guápiles, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 179 p.
- SÁNCHEZ, W. 1998. Evaluación de 13 cereales forrajeros de corte. Tesis Mag. Sc. San José. Costa Rica. UNED. 80 p.
- TOLEDO, J.M.; SCHULTZE - KRAFT, R. 1982. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. *In:* Toledo, J.M. Manual para la Evaluación Agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). CIAT. Cali, Colombia. p. 91-109.
- TOLEDO, J.M. 1982. Manual para la Evaluación Agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). CIAT. Cali, Colombia. 166 p.

NOTA TÉCNICA

EVALUACIÓN DE LEGUMINOSAS DE LOS GÉNEROS *Vicia*, *Lotus* Y *Trifolium* EN LA ZONA ALTA DE LA PROVINCIA DE HEREDIA, COSTA RICA

María Mesén¹, William Sánchez¹

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el año 1996, en una finca ubicada en el case-río Los Cartagos, distrito Santo Domingo, cantón Santa Bárbara, provincia de Heredia. La topografía de la finca es irregular y se encuentra a una la altitud de 2.050 msnm. La temperatura y precipitación promedio anual son de 16,0 °C y 3.143 mm, respectivamente. El objetivo de la investigación fue evaluar la adaptabilidad de una colección de 15 cultivares de leguminosas de los géneros *Vicia*, *Lotus* y *Trifolium*. Se evaluaron especies anuales, perennes y semiperennes, con las especies anuales se realizó únicamente una evaluación al inicio de la floración de las mismas y se utilizaron medidas de tendencia central. Con los demás cultivares se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas. Los cultivares anuales presentaron altos rendimientos de materia seca, contenido de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (D.I.V.M.S). El forraje de mayor producción de biomasa fue la *Vicia purpurea*, Púrpura, con 6,3 t/ha de materia seca y el de menor producción fue el *Trifolium alexandrinum*, Nico, con 2,7 t/ha. Los cultivares perennes y semiperennes recibieron cortes cada seis semanas, durante dos años, al último corte sobrevivieron cinco cultivares, el *Lotus corniculatos*, Makú, los *Trifolium pratense*, Renegade y Quiñequeli y los *Trifolium repens* Arán e Italia con rendimiento promedio de materia seca de 1,1, 1,8, 1,4, 0,8 y 1,2 t/ha/corte, respectivamente. Los valores de proteína cruda fueron muy similares, oscilaron entre 23,9 y 26,1%. Se concluye que todos los cultivares anuales se adaptan a la zona. De los cultivares perennes o semiperennes sobrevivieron únicamente cinco, con los cuales se debe continuar la investigación bajo pastoreo y/o en asociación con gramíneas.

Palabras clave: Leguminosas, forrajes, valor nutritivo, producción de leche.

INTRODUCCIÓN

El sector lácteo ha cumplido con un papel de impacto en la evolución económica y social de los países. Costa Rica cuenta con la planta de mayor volumen de industrialización de leche en América Central y el Caribe, procesa aproximadamente 927.000 kg de leche diarios. Sin embargo, la tendencia mundial de libre comercio requiere de mayores niveles

de eficiencia en los sistemas de producción, de manera tal que se pueda competir en la exportación a otras naciones (Villegas 2004).

En la mayoría de las empresas ganaderas el forraje sigue siendo la fuente alimenticia más común y de menor costo, el cual normalmente no supe los requerimientos de los animales de mediana y alta producción, debido a la limitada cantidad y calidad del forraje disponible.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Costa Rica.

En estos casos en la mayoría de las fincas las necesidades nutricionales se satisfacen mediante el uso de alimentos balanceados, basados en materias primas importadas, lo cual encarece los costos de producción en el rubro de alimentación, representando éstos hasta un 72,0% de los costos totales de alimentación en ganadería de leche especializada (MAG-IICA 1991).

En este sentido, las leguminosas en monocultivo o en asociación con gramíneas han sido reconocidas como fuentes de excelente forraje y como mejoradoras de la fertilidad del suelo. Su habilidad para fijar nitrógeno del aire y su alto contenido de proteína y minerales, las hacen indispensables en la alimentación animal (Bernal 1991).

Por lo anteriormente mencionado, se utilizó semilla sexual de una colección de leguminosas forrajeras para clima frío, con el objetivo de buscar variedades de leguminosas que se adapten a la zona alta lechera de Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en el año 1996, en una finca ubicada en el caserío Los Cartagos, distrito Santo Domingo, cantón Santa Bárbara, provincia Heredia. La topografía de la finca es irregular y está a una altitud de 2.050 msnm. La temperatura y precipitación promedio anual son de 16 °C y 3.143 mm, respectivamente.

El terreno utilizado había sido cultivado anteriormente con el forraje *Pennisetum clandestinum*. Geomorfológicamente el suelo es de origen volcánico y taxonómicamente corresponde al orden de los andisoles (Bertsch *et al.* 1993).

El análisis de suelo (Cuadro 1) muestra que todos los elementos con excepción del Fe, se encuentran dentro del rango óptimo, también presenta un valor adecuado en cuanto al porcentaje de acidez. Las relaciones Ca/Mg, Ca/K, Mg/K y Ca +Mg/K se encuentran en equilibrio (Bertsch 1987).

La preparación del suelo fue mecánica, utilizando una arada, dos rastreadas y surcando cada 0,5 cm.

La siembra se realizó el 24 de setiembre de 1996 utilizando semilla sexual de una colección de leguminosas forrajeras para clima frío (Cuadro 2). Se hizo corte de uniformización al inicio de las lluvias del año siguiente y se hicieron evaluaciones de producción de biomasa, altura, cobertura e incidencia de plagas y enfermedades cada seis semanas durante dos años.

La metodología de evaluación que se utilizó fue una modificación de la utilizada por la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT).

Descripción de la unidad experimental

La parcela experimental fue de 6 m² con tres hileras de 3,0 m de largo, con una separación entre ellas de 0,5 m. Los muestreos se hicieron en la hilera central, dejando los otros surcos como efecto de borde.

Fertilización

Las dosis aplicadas fueron 50, 50, 20, 20 kg/ha de P₂O₅, K₂O, Mg y S. El Fósforo, Magnesio y Azufre se incorporaron al suelo al momento de la siembra, el Potasio se aplicó

Cuadro 1. Resultado de análisis de suelo antes de la siembra. Heredia, Costa Rica. 1996.*

pH	cmol (+)/l			P	Fe	mg/l			%
	K	Ca	Mg			Cu	Zn	Mn	
5,7	0,4	4,5	1,5	11	193	6,0	6,1	10	3,0

* Análisis de suelo realizado por el Laboratorio de Suelos, Foliare y Aguas del INTA.

Cuadro 2. Cultivares de leguminosas que se evaluaron. Heredia, Costa Rica. 1996.

Cultivares	Simbología	Comportamiento	Procedencia
<i>Vicia purpurea</i> , Púrpura	VP	Anual	Chile
<i>Vicia villosa</i> , Woolly	VV	Anual	Australia
<i>Lotus corniculatus</i> , Dewey	LD	Perenne	E.E.U.U.
<i>Lotus corniculatus</i> , Makú	LM	Perenne	Australia
<i>Trifolium pratense</i> , Renegade	TR	Semiperenne	E.E.U.U.
<i>Trifolium alexandrinum</i> , Berseen	TB	Anual	E.E.U.U.
<i>Trifolium alexandrinum</i> , Nico	TN	Anual	Chile
<i>Trifolium repens</i> , Arán	TA	Perenne	Inglaterra
<i>Trifolium repens</i> , Italia	TI	Perenne	Chile
<i>Trifolium repens</i> , Huia	TH	Perenne	Chile
<i>Trifolium pratense</i> , Safari	TS	Semiperenne	Australia
<i>Trifolium pratense</i> , Quiñequeli	TQ	Semiperenne	Chile
<i>Trifolium subterraneum</i> , Clare	TC	Perenne	Chile
<i>Trifolium subterraneum</i> , Mount Barquer	TM	Perenne	Chile
<i>Trifolium repens</i> (Testigo)	TL	Perenne	Costa Rica

fraccionado, con 1/3 de lo recomendado cuatro semanas después de la siembra, 1/3 después del corte de uniformización y el último tercio al cabo de dos cortes (Toledo y Schultze-Kraft 1982).

Variables a evaluar

Producción de biomasa y calidad nutritiva

Como se mencionó anteriormente las evaluaciones se realizaron cada seis semanas después del corte de uniformización, la altura de corte varió de acuerdo a la morfología de las plantas, de modo que en las de hábito rastrero los cortes se hicieron a 5 cm sobre el nivel del suelo y las de porte alto a los 10 cm. Los cortes se efectuaron a razón de un metro lineal en la hilera central de cada parcela, dejando sin cortar los extremos, como efecto de borde (Roig 1989).

El material de la hilera central se pesó en verde y luego una sub-muestra de 500 g se utilizó para la determinación del contenido de la materia seca (M.S.). Por falta de presupuesto, se utilizó una muestra compuesta de las tres repeticiones para la determinación de proteína cruda (P.C.) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (D.I.V.M.S.). Debido a esta situación se hizo análisis de varianza solamente para la producción de biomasa.

Cobertura

Esta variable se evaluó como porcentaje del área que no presenta suelo desnudo. Las evaluaciones coincidieron con los muestreos de rendimiento. Para este propósito, se utilizó la metodología propuesta por la RIEPT (Toledo y Schultze-Kraft 1982) con la diferencia de que al tener las parcelas solo tres hileras, de las cuales una constituye la parcela útil, se utilizó un marco rectangular de 0,5 m * 1,0 m, con cuadrículas de 0,25 m * 0,25 m.

Altura

La variable altura se midió con la misma frecuencia que la cobertura. Para esta medición, se tomó la altura desde el nivel del suelo hasta el punto más alto de la planta, sin estirarla y sin considerar la inflorescencia (Toledo, Schultze-Kraft 1982).

Plagas (insectos y enfermedades) (Adaptado de Calderón 1982 y Lenne 1982)

Se utilizó una escala de uno a cuatro en la cual:

- 1 = Presencia (5% del follaje afectado)
- 2 = Daño leve (5-20% afectado)
- 3 = Daño moderado (20-40% afectado)
- 4 = Daño grave (40% afectado)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de biomasa y valor nutritivo

Los cultivares anuales fueron cosechados al inicio de la floración (176 días de crecimiento). La *Vicia purpurea*, Púrpura, fue el cultivar de mayor producción de biomasa en base seca, 6,3 t/ha valor inferior a 7,1 t/ha reportado por Mesén (en prensa) y superior a 4,3 t/ha reportado por Rodríguez (1979) para *Vicia villosa*, Namoy. El *Trifolium alexandrinum*, Nico fue el de menor producción 2,7 t/ha (Cuadro 3).

El Cuadro 4 muestra la producción promedio de materia seca, cobertura, altura y contenido de proteína de las leguminosas perennes o semiperennes.

Con los resultados de producción de biomasa (Cuadro 4) se realizó un análisis de varianza el cual demostró que hubo diferencias entre cultivares y entre las diferentes evaluaciones ($P=0,004$ y $P=0,0001$). Además fueron significativas las interacciones bloque*cultivar y cultivar*evaluación ($P=0,007$ y $P=0,0008$). La prueba de Waller-Duncan (Figura 1) mostró que el cultivar con mayor producción de materia seca fue el *Trifolium pratense*, Renegade, con 2,3 t/ha/corte, siendo significativamente diferente a los demás. El de menor producción (0,9 t/ha/corte) fue el *Trifolium repens*, Arán. El testigo local (*Trifolium repens*) desapareció aunque fue sembrado, sin embargo en la zona se encuentra en asociación con Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en forma natural.

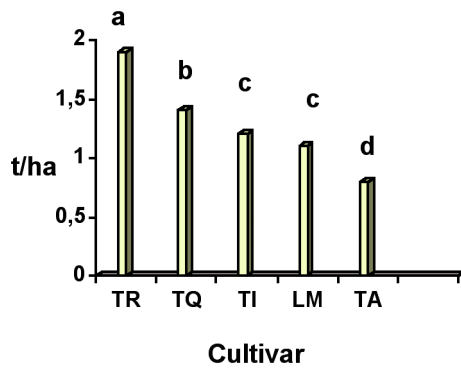
Cuadro 3. Comportamiento de las leguminosas anuales. Heredia, 1996.

Cultivar	P.C., %	D.I.V.M.S., %	M.S., t/ha	M.S., kg/ha/día	Cobertura, %	Altura, cm
VP	23,1	68,9	6,3	37,9	100	67
VV	23,1	70,4	5,0	29,9	100	62
TB	13,0	70,5	3,1	18,8	85	65
TN	13,1	69,5	2,7	16,4	75	69

Cuadro 4. Comportamiento de los forrajes perennes o semiperennes. Heredia, 1996.

Cultivar	Evaluaciones							
	Época lluviosa				Época seca			
	Proteína, %	Altura, cm	Cobertura, %	Materia seca, t/ha/corte	Proteína, %	Altura, cm	Cobertura, %	Materia seca, t/ha/corte
LD	-	-	-	P	-	-	-	P
LM	27,5	21,0	93,0	1,5	24,7	16,0	85,0	0,6
TR	26,3	43,0	96,0	2,3	25,2	34,0	92,0	1,3
TA	28,0	23,0	65,0	0,9	23,2	23,0	55,0	0,7
TI	27,4	26,0	94,0	1,4	22,7	26,0	90,0	0,9
TH	25,8	20,0	76,0	1,0	22,5	-	-	P
TS	24,8	23,0	57,0	1,6	-	-	-	P
TQ	22,7	35,0	84,0	1,7	25,1	26,0	74,0	1,0
TC	-	-	-	P	-	-	-	P
TM	-	-	-	P	-	-	-	P
Testigo	25,5	18,0	60,0	0,6	25,5	-	-	P

P = perdido.



Letras iguales no difieren entre sí ($P \geq 0,05$)

Figura 1. Producción de biomasa en base seca. Heredia, Costa Rica. 1996.

Letras iguales no difieren entre sí ($P \geq 0,05$).

El Cuadro 5 muestra los valores promedio de la proteína cruda, los cuales fueron similares en los diferentes cultivares, oscilando en un rango de 23,9 a 26,1 %. Además presentan valores similares en las dos épocas del año.

Cuadro 5. Contenido porcentual de proteína cruda según época de muestreo. Heredia, 1996.

Cultivar	Época lluviosa	Época seca	Promedio
LD	27,3	24,2	25,7
LM	27,5	24,7	26,1
TR	26,3	25,2	25,7
TA	28,0	23,2	25,6
TI	27,4	22,7	25,0
TH	25,8	22,5	24,1
TS		P	
TQ	22,7	25,1	23,9
TC	P		
TM	P		
Testigo	25,5	25,5	25,5

P = perdido.

Cobertura

Los cultivares anuales presentaron valores de cobertura superiores al 75 % (Cuadro 3). Los cultivares perennes o semiperennes

que no se perdieron presentaron valores variados de cobertura, el cultivar de mayor cobertura fue el *Trifolium pratense*, Renegade con un 95 % de suelo cubierto, el de menor cobertura fue el *Trifolium repens*, Arán con un 50 % (Cuadro 6). Estos datos están correlacionados con la producción de biomasa.

Cuadro 6. Promedios de altura y cobertura de los cultivares persistentes. Heredia, 1996.

Cultivar	Altura, cm	Cobertura, %
LM	19	85
TR	40	95
TA	18	50
TI	25	90
TQ	30	85

Altura

Los valores de altura en los cultivares anuales fueron muy similares, oscilaron en un rango de 62 a 69 cm. Los demás cultivares persistentes presentaron valores variados, el de mayor altura fue el *Trifolium pratense*, Renegade con 40 cm y el más bajo *Trifolium repens*, Arán con 18 cm (Cuadro 6).

Plagas (insectos y enfermedades)

Ninguno de los cultivares presentó daños causados por insectos o por enfermedades.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Teniendo en consideración las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el ensayo, se pueden formular las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Los cultivares anuales dieron buenos resultados, las altas tasas de crecimiento por hectárea, demuestran la adaptabilidad de los mismos a la zona.

- De los cultivares perennes o semiperennes que se evaluaron, sobrevivieron únicamente cinco, siendo el de mayor producción el *Trifolium pratense*, Renegade, y el de menor producción el *Trifolium repens*, Arán.

- De los cultivares semiperennes, sobrevivieron los *Trifolium pratenses*, Renegade y Quiñequeli.

- De los cultivares perennes el *Trifolium repens*, Italia y el *Lotus corniculatus*, Makú, fueron los de mayor producción de materia seca, por lo cual se deben estudiar en asociación con gramíneas y bajo pastoreo

- Los demás cultivares evaluados no se adaptan como monocultivo bajo corte.

- Se debe continuar investigando con leguminosas de mayor potencial productivo.

Lenne, J. 1982. Evaluación de enfermedades en pastos tropicales. *In*: Toledo, J.M. Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. (RIEPT), CIAT, Cali, Colombia. p. 57-72.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR); IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 1991. Estudio a nivel nacional para mejorar la tecnología de alimentación del ganado lechero. Costa Rica. p. 265.

Mesén, M. Evaluación de leguminosas herbáceas de uso potencial en sistemas de producción de leche de altura. En prensa.

Roig, C.A. 1989. Evaluación preliminar de 200 accesiones de leguminosas forrajeras tropicales en el ecosistema de Bosque Tropical Lluvioso en Costa Rica. Guápiles, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 179 p.

Rodríguez, H. 1979. Determinación de la densidad de siembra de la Veza vellosa como abono verde y su efecto en la producción de sorgo de grano. Tesis Ing. Agr. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía. México. 31 p.

Toledo, J.M.; Schultze - Kraft, R. 1982. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. *In*: Toledo, J.M. ed. Manual para la Evaluación Agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), CIAT, Cali, Colombia. p. 91-109.

Villegas, L. 2004. Factores determinantes de la productividad de fincas lecheras en pastoreo *In*: Memoria del Seminario de ganadería de leche. INTA. Departamento de Transferencia. Costa Rica. sp.

LITERATURA CITADA

Bernal, J. 1991. Pastos y forrajes tropicales 2° Edición. Colombia. Banco Ganadero. p. 273.

Bertsch, F. *et al.* 1993. Características de los principales órdenes de suelos presentes en Costa Rica. Congreso Nacional Agropecuario y de Recursos Naturales. UCR. Costa Rica. 78 p.

Bertsch, F. 1987. Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 82 p.

Calderón, M. 1982. Evaluación del daño causado por insectos. *In*: Toledo, J.M. ed. Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. (RIEPT), CIAT, Cali, Colombia. p. 45-56.

NORMATIVA Y PROCEDIMIENTOS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS EN LA REVISTA DEL INTA

ASPECTOS GENERALES

1. La edición de la revista es una de las actividades relevantes de Transferencia, por lo que se publicarán dos números por año (en junio y en diciembre).

2. La aceptación o no de los escritos será de acuerdo con las normas y procedimientos para publicar artículos científicos y es competencia del Comité Editorial.

Únicamente se aceptarán aquellos artículos que no hayan sido publicados en otra(s) revista(s).

3. La revista tiene carácter técnico –científico y en ella se publican:

- a- Artículos científicos resultado de trabajos originales e inéditos de investigación (básica, aplicada, validación), que a juicio del Comité Editorial tengan mérito científico o técnico.
- b- Noticias técnicas (notas técnicas, avances de investigación, etc.).
- c- Análisis y comentarios sobre temas especializados.
- d- Revisiones bibliográficas.

PROCEDIMIENTOS

1. Una vez que el Comité Editorial recibe el artículo, dispone de un mes para enviarlo a los revisores. Los revisores internos tendrán un plazo máximo de un mes para entregar las publicaciones revisadas con un informe escrito de las mismas. A los reviso-

res externos se les sugerirá el mismo tiempo para revisarlo.

Cuando el artículo es devuelto por los revisores, los editores dispondrán de ocho días hábiles para enviarlo a los autores con una nota en la que se indican las correcciones respectivas. Por su parte, los autores contarán con un plazo máximo de 15 días hábiles para hacer las correcciones y devolverlo al Comité Editorial.

2. Los artículos científicos deben de tener una extensión máxima de 20 páginas escritas a doble espacio.

Las notas técnicas deben tener una extensión no mayor de 12 páginas escritas a doble espacio.

Se debe presentar un original y tres copias en hojas de papel bond tamaño carta y el texto grabado en un diskette preferiblemente de 3^{1/2} o CD de computadora, escrito en Word con letra Arial No 12. Los gráficos y cuadros deben aparecer en Excel con sus respectivas tablas de valores.

3. En la redacción de los artículos se deben utilizar las Normas de la Real Academia, las unidades de medida del Sistema Métrico Decimal y las simbologías escritas de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Las unidades no llevan punto, se escriben con minúscula y no tienen plural.

Algunos ejemplos son: kilogramo (kg) gramo (g) metro (m) hectárea (ha) grados Celsius (C) milímetro (mm) miligramo (mg) litro (l) metros sobre del nivel del mar (msnm) y elementos (N,P,etc).

Si el autor se ve obligado a utilizar unidades de medida de otro sistema, tendría que mencionar entre paréntesis su equivalencia.

Cuando las unidades no están precedidas por un número, se expresan por su nombre completo sin utilizar su abreviatura. Por ejemplo: metro en lugar de m.

Los decimales se indican con coma; los miles con punto y los millones con un espacio.

En el caso de los números del cero al nueve, cuando no van seguidos de unidades, se escriben con palabra; y números para valores iguales o mayores a diez.

4. Cuando los productos químicos se citan en el título y texto se debe utilizar solo el nombre genérico del producto. Ejemplos: terbufos, cletodim.

ESTRUCTURA DE LOS ARTÍCULOS

Título: tiene que ser claro, breve y conciso y lo más informativo posible. No más de 15 palabras es aceptable. Debe indicar el contenido del artículo de manera suficientemente explícita y precisa (MAG 1990). Indicar con un "1", si el trabajo fue parte de una tesis, proyecto, etc.

En él se deben incluir los nombres científicos de las plantas y animales u otros organismos considerados en el estudio.

Los nombres científicos (género, especie, cultivar y el nombre del clasificador) deberán ser citados para cada organismo en su primera mención, posteriormente se puede continuar usando el nombre vulgar. Se escriben con letra cursiva o itálica.

El nombre del género se puede abreviar con sus iniciales a partir de ese momento excepto en el caso en que se deban citar otros géneros con las mismas iniciales, ya que se puede crear confusión (Samper 1988).

Autores: se considera (n) autor (es), el (los) individuo (s) (autor (es) personal (es), o la entidad (es), institución (es), asociación (es), organización (es), sociedad (es) (autor (es) corporativo (s), responsable (s) de los contenidos intelectuales de las publicaciones. El orden en el que se mencionan va de acuerdo con su contribución y aportes en la investigación y se colocan al margen superior derecho, debajo del título, nombre completo y un solo apellido. Con una nota al pie de página indicando la institución para la cual labora el autor (es). Se omiten los grados académicos del (los) autor (es).

Resumen: se coloca después del nombre de los autores y presenta en forma concisa el mensaje del artículo, describiendo brevemente los materiales y condiciones más relevantes del experimento. Debe indicar el año y lugar, los resultados obtenidos y las conclusiones más importantes. Las oraciones usadas deben ser racionales, objetivas y justificar el porqué de la investigación y el objetivo, evitando describir directamente los materiales y los métodos. La extensión no debe ser mayor de media página.

Introducción: Define el problema que motiva la investigación y al final de esta sección se indican los objetivos o razones del estudio. Pueden incluirse citas bibliográficas para ayudar a la definición del problema y del trabajo. La extensión de esta se recomienda que sea de aproximadamente 350 palabras (MAG 1990).

Materiales y Métodos: describen en forma bien detallada la ubicación, la fecha de inicio y término, el ambiente, los materiales, las técnicas, los tratamientos, el diseño experimental, los análisis estadísticos y las variables a evaluar expuestos con suficiente claridad para que otros científicos puedan repetir el estudio. Si el método es muy conocido, solamente se incluyen referencias bibliográficas aclaratorias; si es nuevo o modificado se debe escribir nuevamente. Escribir en orden cronológico (MAG 1990).

Resultados y Discusión: se recomienda que ambas partes vayan juntas, sin embargo, el autor podrá separarlas en caso que sea recomendable. Los resultados describen la información generada por la investigación; deben escribirse en forma concisa y siguiendo una secuencia lógica, usando cuadros y figuras (cuando se incluyen fotografías, se les da el nombre de figuras y su numeración se debe ajustar a la secuencia de los gráficos). Los cuadros se presentan en tablas sin divisiones internas y externas. Los cuadros y figuras deben estar ubicados donde se mencionan, deben ser autoexplicativos y la información debe presentarse en forma completa, clara y concisa, de tal forma que no se tenga que recurrir al texto para entender el resultado presentado. Use decimales cuando sea justificado, si no, redondee o aproxime apropiadamente.

En la discusión no abuse de la estadística, úsela como una herramienta para probar la (s) hipótesis propuesta(s), con una base objetiva. Suministre la significancia de las pruebas.

Se discutirán los resultados obtenidos, comparándolos con otros trabajos afines para dar interpretaciones o deducciones lógicas sobre las diferencias o concordancias encontradas.

En la "Discusión" se debe explicar hasta qué punto los resultados obtenidos contribuyen a la solución del problema (limitantes) y qué puede traducirse en recomendaciones, aplicaciones, sugerencias, hipótesis, etc. (MAG1990).

Conclusiones: En las conclusiones se hace una síntesis de los resultados importantes producto de los datos obtenidos durante la ejecución del ensayo o experimento. Se resumen aquellos resultados sobresalientes obtenidos en la investigación realizada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (LITERATURA CITADA)

Resumen de Normas Técnicas para la redacción de referencias bibliográficas

En IICA y CATIE (1999) se define la Referencia Bibliográfica como el conjunto de elementos suficientemente detallados que permiten la identificación de la fuente documental (impresa o no) de la que se extrae la información. En términos generales esos elementos son: Autor, Año de publicación, Título y Subtítulo, Información sobre el documento, tal como notas tipográficas, volumen y número de revista, etc., y el orden y especificación varían según el tipo de documento: libro, revista serie, documento electrónico y otros.

A continuación se citan algunos ejemplos tomados de este documento. Si existiera, dudas sobre la forma de citar los mismos, la información se encuentra en la dirección electrónica <http://www.iica.int>, luego dar clic en Biblioteca Conmemorativa Orton y cuando aparece Servicios dar clic en Documentos de Trabajo.

1. Libros y Folletos

La portada es la fuente principal de la información para la redactar la referencia, sin embargo hay otras partes como la cubierta, la falsa portada, el colofón, la solapa, la introducción, etc.

Los elementos son:

Autor(es). Año de publicación. Título: Subtítulo. Mención del traductor y/o editor. Edición. Ciudad y/o país de publicación en caso necesario, Casa editora. Páginas o volúmenes (Mención de serie).

Crosby, PB.1990.Dinámica gerencial: el arte de hacer que las cosas ocurran. México,DF, Mc Graw-Hill.272p. (Serie de Administración).

2. Tesis

Se elabora de la misma forma que la de los libros y folletos, pero después del título se anota la palabra Tesis seguida del grado académico en forma abreviada, en el idioma en que está escrita la tesis.

Autor(es). Año de publicación. Título: subtítulo. Mención del grado académico. Ciudad y país donde se ubica la institución, Nombre de la institución que otorga el grado. Páginas.

Yah Correa, E. V.1988. Crioconservación de suspensiones celulares embriogénicas de *Musa spp* iniciadas a partir de flores inmaduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 77p.

3. Conferencias, Congresos, Reuniones, entre otros.

Los informes, memorias, actas, resúmenes de las conferencias, congresos, reuniones, simposios, nacionales e internacionales se anotan por el mismo nombre de la conferencia, congreso, o reunión.

Los elementos son:

Nombre del evento (Número, Año de realización, Lugar donde se realizó). Año de publicación. Título. Mención del Editor (es). Ciudad y país de publicación, Casa editorial. Páginas o volúmenes.

Regional Workshop Needs and Priorities for Forestry and Agroforestry Policy Research in Latin America (1993 San José, CR). 1994.(Report). Eds.M Alfaro; R de Camino, M I Mora; P Oram. San José, CR, IICA. 298p.

4. Analíticas

A. Obra colectiva

Es la referencia bibliográfica de un trabajo escrito por un autor en un documento editado

o compilado por otro(s) autor(es) tal y como es el caso de las conferencias, reuniones o congresos.

Los elementos son:

Autor, Año de publicación. Título del trabajo consultado. Preposición latina *In*, la referencia bibliográfica completa de la fuente que lo contiene, con las páginas iniciales y finales de la parte analizada sin mencionar nuevamente el año de publicación.

Mortimer, AM.1990. The biology of weeds. *In* Hance, JR; Holly,K. eds. Weed control handbook: principales. 8 ed. Oxford, GB, British Crop Protection Council. p. 1-42 .

Santos Pereira, H dos. 1997. Brasil. *In* Reunión de los puntos focales de los Programas forestales nacionales de América Latina y el Caribe (1997, Brasilia, DF). Memoria. Santiago, CL. p. 49-56.

B. Trabajo de un autor en su propia obra

La redacción de la referencia bibliográfica de una parte o capítulo con título específico escrito por un autor en una obra propia, tiene los elementos siguientes:

Autor. Año de publicación. Título de la parte o capítulo. Preposición *In* y los datos que incluye la referencia bibliográfica completa del libro o folleto sin mencionar nuevamente el autor ni el año de publicación. El autor se vuelve a mencionar en el caso que la publicación contenga más de un autor o un editor.

Phetig,R. 1994. Valuing the environmental methodological and measurement issues. *In* Ecological dynamics and the valuation of environmental change. Dordrecht, kluwer. p. 3-22.

Mugabe, J; Otieno-Odek,J. 1997. National access regimes: capacity building and policy

reforms. In: Mugabe, J; Barber, CV; Henne,G; Glowka, L. eds. Access to genetic resources. Nairobi, ACTC. p. 95-41.

5. Publicación periódica

Es aquella obra editada por lo general con título distintivo, en fascículos o partes a intervalos regulares, en orden numérico o cronológico y que pretende continuar indefinidamente. Incluye trabajos sobre temas diversos en un solo ejemplar, con la colaboración de varios autores (revistas, periódicos diarios).

A. Revistas

Elementos:

Autor(es). Año de publicación. Título del artículo. Nombre de la revista Volumen de la revista (Número de la revista): página inicial y final del artículo.

El volumen y el número se mencionan en números arábigos.

Singh,CK; Grewal, GS. 1998. Detection of rabies in central nervous system of experimentally infected buffalo calves. Indian Journal of Animal Sciences 68(12):1242-1254.

a. Sin Volumen y sin número

Se recurre a algún elemento que pueda ayudar a su identificación, como son los meses o las estaciones del año.

Powles, H. 1987. Fencing off fish. Caribbean Farming feb.1987.13,21.

b. Con Volumen con número

Si la revista tiene solamente el volumen se indica dicho dato, sin ninguna abreviatura.

Pierce, F. 1999. Aspects of precision agriculture. Advances in Agronomy 67:1-58

c. Sin Volumen con número

Se utiliza la abreviatura “no.” antes de dicho número.

Chamorro-Trejos, G. 1993. Zoca de café intercalada con nogal. Bosques y Desarrollo no.9:46-49

B. Periódicos o diarios

Elementos:

Autor(es). Año de publicación del periódico. Título del artículo. Nombre del periódico, Ciudad de publicación, país abreviado, mes abreviado. Día: página.

Méndez, W.1998. Prometen apoyo a cooperativismo. La Nación, San José, CR, ene.8:6A.

C. Separatas

La cita se hace según las normas establecidas para cada tipo de material. La fuente donde fue originalmente publicado el trabajo debe indicarse en una nota y en el idioma en que se redacta la bibliografía.

Sánchez, P. 1995. Science in agroforestry. Nairobi, ICRAF. 50 p. Reimpreso de: Agroforestry Systems 30:5-55 .

6. Materiales cartográficos

Incluyen mapas o atlas de países, regiones, áreas y continentes; mapas o atlas básicos con datos estadísticos; estudios de observación en agricultura; cartas meteorológicas o hidrográficas, fotografías aéreas con fines cartográficos y otros.

Elementos:

Autor(es). Año de publicación. Título. Edición. Lugar de publicación, Casa editorial. Escala. Paginación. Indicación de color (Serie).

Cortés, G. 1994. Atlas agropecuario de Costa Rica. San José, CR, EUNED. Esc. varía. 513p.Color

COSEFORMA (Cooperación en los Sectores Forestal y Maderero, CR). Convenio Costarricense Alemán. 1996. Zonas bioclimáticas de la región Huetar Norte de Costa Rica. San José, CR. Esc.1:200.000. Color .

7. Material Audiovisual

Materiales gráficos (fotobandas, diapositivas, transparencias, fotografías, diagramas y otros) y colecciones de estos materiales; grabaciones sonoras (cintas, casetes, discos), microfichas, micropelículas, películas y videograbaciones.

Elementos:

Autor(es). Año de publicación. Título: subtítulo. Mención del traductor y / o editor. Edición. Ciudad y país de publicación, Casa editora. Descripción física (Mención de serie).

A. Microficha

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT).1990. Guidelines for soil profile description (microficha). 2 ed. Roma. 10,5 x 14,5 cm.

B. Diapositiva

CATIE(Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza , CR). 1990. La investigación silvicultural (diapositivas). Turrialba, CR.110 diapositivas, son. 1 casete (26 min.), color.

C. Videocinta

Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco,MX.1995. La mujer y la Agricultura.Tabasco,MX.(videocasete). 1 videocinta VHS(10:49 min.), son., color.

8. Documentos Electrónicos

Actualmente en forma electrónica se encuentran monografías, publicaciones periódicas, mensajes, conferencias, reuniones, bases de datos, programas de computadora, etc. Por tanto, se seguirán las normas establecidas para cada uno de ellos y además se incluirán otros elementos que permitan identificar el medio en que están disponibles (en línea, disco compacto, disquetes, mensajes electrónicos, cintas magnéticas y otros.).

Elementos:

Autor(es). Año de publicación. Título:subtítulo.(Tipo de medio). Edición. Ciudad y país de publicación, Casa editora. Fecha en que se consultó el material para los documentos en línea. Descripción física. Disponibilidad y acceso para los documentos en línea. (Nota de serie).

A. En línea

Documento disponible en línea a través de los servicios de internet.

a. Libros

Guzmán, M de. 1993. Tendencias innovadoras en educación matemática. (en línea). Bogotá, Unesco. Consultado 5ene. 1998. Disponible en <http://www.el.org.co/oeivirt/edumat.htm>.

b. Revistas

Rodríguez, I. 1999.Tratamientos del agua potable. (en línea). Globo Terráqueo No. 20610. Consultado 10 set. 1999. Disponible en <http://www.interbook.net/personal/jigonzales1set99.htm>

c. Base de datos

Fundación Arias para la paz y el progreso humano, CR. 1998. Ceiba: base de datos

ONG centroamericanas (en línea). San José, CR. Consultado 15 ene. 1998. Disponible en <http://www.arias.or.cr./ceiba>.

d. Correo electrónico

Núñez, R. 1999. Plan de trabajo SIDALC. (correo electrónico). Santo Domingo, RD, IICA.

e. Disco compacto

Frater, H; Paulissen, D. 1995. El gran libro de multimedia. México, DF, Computec. 1 disco compacto, 8mm.

f. En disquete

Los tamaños estándares comunes son: 5 1/4 x 8 pulgadas y 3 1/2 pulgadas

CIFOR (Centro para la Investigación Forestal Internacional, ID); Catie (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1997. Manejo del bosque natural latifoliado en el Trópico Americano. Turrialba, CR., Biblioteca Conmemorativa Orton. 1 disquete HD. 3 1/2 pulgadas (Serie Bibliotecología y Documentación. Bibliografía no. 26).

9. Comunicaciones Personales

No deberían figurar en la literatura citada, se mencionan en nota al pie de página en el texto de la publicación.

Elementos:

Autor. Año en que tuvo lugar la comunicación. Título de la comunicación. Lugar, e institución donde trabaja el autor. Mención de Comunicación personal.

Aguilar, JF. 1997. Forestería social (entrevista). San José, CR, Universidad de Costa Rica.

Salazar, F. 1999. Formación de consorcios (correo electrónico). Bogotá.

10. Notas

Son datos suplementarios sobre el contenido o ciertas características especiales de un documento, que se agregan a la referencia para aclarar y ampliar información cuando es necesario.

Las hay de dos tipos : Notas de contenido y Notas sobre las características específicas de la publicación.

A. Notas de contenido

Notas sobre las características específicas de la publicación.

B. Trabajos sin publicar

Si un trabajo no se ha publicado o está en proceso de publicación, se agrega la frase En prensa o Sin publicar.

Somarriba, E. 1997. Shade management in coffee and cocoa plantations. Agroforestry Systems. En prensa.

11. Presentación, ordenación y organización de la lista bibliográfica

Se recomienda presentarla al final del trabajo y se le asigna el título que más convenga: "Literatura citada" o Literatura consultada".

Hay diversas formas de organizarla según el uso que se le vaya a dar; sin embargo en los trabajos científicos y técnicos predomina el arreglo alfabético por autor y en orden cronológico por año de publicación iniciando con la más antigua para finalizar con la más reciente.

A. Citas de un mismo autor publicadas el mismo año.

Luna, A. 1995a. El bosque protector. Mérida, VE, Instituto Forestal Latinoamericano. 71p.

_____. 1995b. Ordenación sostenible de los bosques naturales en Venezuela. Criterios para la evaluación de la ordenación sostenible de los bosques tropicales: caso de Venezuela. Mérida, VE, Instituto Forestal Latinoamericano. 68p.

Si alguna de las citas de un mismo autor no tiene fecha de publicación, se coloca primero que las demás.

El nombre de un mismo autor (siempre y cuando sea el primero mencionado), no se repite en la lista, sino que a partir de la segunda referencia se sustituye su nombre por una línea de 8 espacios (_____).

B. Citas cuyo primer autor es el mismo, pero hay otros autores.

Mesén, JF. 1993. Vegetative propagation of Central American hardwoods. Ph.D. Thesis. Scotland, University of Edinburgh. 230p.

_____; Herasme, R. 1996. Optimización de condiciones ambientales para la ger-

minación de cedro (*Cedrela odorata*) y ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill). Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales 16: 23-26.

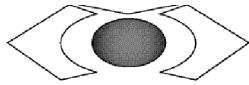
LITERATURA CITADA

Cómo presentar manuscritos. 1999. Revista de Biología Tropical 47(3): 633639.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR); CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1999. Redacción de referencias bibliográficas: normas técnicas del IICA y CATIE. 4ed. Costa Rica Biblioteca Conmemorativa Orton. 25p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 1990. Normas para la publicación de artículos científicos en la revista investigación agrícola. Investigación Agrícola 4(2):3-6

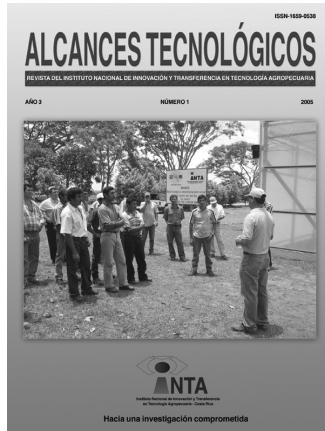
Molestina, J. *et.al.* 1988. Fundamentos de comunicación científica y redacción técnica 1ed. Costa Rica. IICA. 267p.



ANTA

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia
en Tecnología Agropecuaria - Costa Rica

*Hacia una investigación
comprometida*



ALCANCES TECNOLÓGICOS es la revista semestral del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria

ISSN-1659-0538

Año 3 / Número 1 / 2005

Comité Editorial:

M.Sc. Carlos Hidalgo
Ing. Nevio Bonilla
M.Sc. Jorge Mora
M.Sc. Juan Mora
Ing. Laura Ramírez
Ing. María de los Ángeles Aguilar

Editoras:

Ing. María de los Ángeles Aguilar
Ing. Laura Ramírez Cartín

Portada:

II Feria Tecnológica Agropecuaria.
Estación Experimental Enrique Jiménez
Núñez. Cañas, Guanacaste
21 de abril, 2005

Fotografía:

Ing. Agr. Nevio Bonilla Morales

Diseño gráfico:

Meliza Villegas Alpizar

Impresión:

Imágenes Gráficas

ÍNDICE

ARTÍCULOS

Métodos de siembra y uso de atrazina en el establecimiento del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Diamantes 1, en el trópico húmedo de Costa Rica. **Moisés Hernández, Franklin Herrera** ... 1

Efecto de la dosis y formulación de *Metahrizium anisopliae* en el combate de cercópidos en el pasto *Brachiaria (Brachiaria ruzizensis)*. **Yannery Gómez** ... 11

Evaluación de la eficacia biológica de los fungicidas BAS510 (Boscalid) y BAS 516 (Boscalid + Pyraclostrobin) para el control de *Botrytis cinnerea* en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*). **Bernardo Mora** ... 23

Inoculación de *Citrus volkameriana* y *Citrumelo swingle* con hongos micorrizógenos (HMA), bajo técnicas diferentes de desinfección de sustrato. **Susana Schweizer, Eduardo Salas** ... 35

Identificación de trips (Thysanoptera: Thripidae) en el cultivo de mango (*Mangifera indica* L.). **Ruth León, Jimmy Gamboa, Ricardo Elizondo** ... 47

Evaluación de cuatro patrones para cítricos injertados con lima persa (*Citrus latifolia* Tan.) bajo condiciones de Cañas, Guanacaste. **Sergio Hernández** ... 53

Análisis de estabilidad de cultivares de maíz (*Zea mays* L.) en ambientes de Costa Rica. **Nevio A. Bonilla** ... 63

NOTAS TÉCNICAS

Evaluación agronómica de cereales forrajeros de uso potencial en sistemas de producción de leche de altura. **María Mesén, William Sánchez** ... 73

Evaluación de leguminosas de los géneros *Vicia*, *Lotus* y *Trifolium* en la zona alta de la provincia de Heredia, Costa Rica. **María Mesén, William Sánchez** ... 79

