

ALCANCES TECNOLOGICOS

REVISTA DEL INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION Y TRANSFERENCIA EN TECNOLOGIA AGROPECUARIA • AÑO 1 • NUMERO 1, AGOSTO, 2003



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

Hacia una investigación comprometida



Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnológica Agropecuaria

El Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnológica Agropecuaria -(INTA)-, es un órgano de desconcentración máxima, creado por Ley N. 8149 el 5 de noviembre del 2001, adscrito al Ministerio de Agricultura y Ganadería y especializado en investigación.

Estructura Orgánica del INTA

El INTA cuenta con una Junta Directiva que es su autoridad máxima, está compuesta por siete miembros. Actualmente la designación la ostentan:

Ing. Walter Ruiz Valverde, como representante del Ministro de Agricultura y Ganadería.
MBA Fernando Gutiérrez Ortiz, como representante del Ministro de Ciencia y Tecnología.
Ing. José Joaquín Acuña Mesén, por el Consejo Nacional de Producción.
Ing. Marco Antonio Chávez Solera, por la Cámara de Agricultura y Agroindustria de Costa Rica.
Ing. Gerardo Alonso Elizondo Bolaños, por la Cámara de la Industria Alimentaria.
PhD Renán Agüero Alvarado, por el Consejo Nacional de Rectores.
Sr. Basilio Eladio Rodríguez Vargas, como representante de los pequeños y medianos productores agropecuarios organizados con representación nacional.

La Junta Directiva contará con una auditoría, quién controlará el cumplimiento de las labores y el buen uso de los recursos. De la Junta Directiva dependerá una Dirección Ejecutiva, actualmente ejercida por el MBA Alvaro Rodríguez Aguilar como Director Ejecutivo; asesores y equipos staff (Planificación Institucional y Asesoría Legal). A su vez, de la Dirección Ejecutiva dependerán tres Direcciones en el nivel operativo: i) Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico, la cual cuenta con un grupo de profesionales de apoyo y tres Departamentos: Investigación e Innovación, Transferencia e Información Tecnológica y Servicios. ii) Dirección de Gestión de Proyectos y Recursos, también con tres Departamentos: Formulación y Negociación de Proyectos y Recursos; Seguimiento y Evaluación de Proyectos y Mercadeo. iii) Dirección Administrativa Financiera, con dos Departamentos: Administración de Recursos y Servicios Generales.

Misión

Contribuir por medio de la investigación, innovación y transferencia de tecnología al desarrollo del Sector Agropecuario costarricense, para lograr sistemas productivos competitivos, la seguridad alimenta-

ria y la compatibilidad ambiental, mediante servicios y productos que dan respuesta a las necesidades tecnológicas y al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad costarricense.

Visión

Institución dinámica y flexible reconocida nacional e internacionalmente, especializada en investigación, innovación y transferencia de tecnología, que responde a necesidades del Sector Agropecuario costarricense y contribuye a la seguridad alimentaria, al uso sostenible de los recursos naturales y a la disminución de la pobreza; y, permite al país la inserción en el proceso de globalización con productos y servicios competitivos.

Objetivo General

El objetivo del Instituto es contribuir al mejoramiento y la sostenibilidad del Sector Agropecuario, por medio de la generación, innovación, validación, investigación y difusión de tecnología, en beneficio de la sociedad costarricense con proyección a la comunidad internacional.

Áreas temáticas del INTA

El Instituto dará respuesta a las necesidades de la investigación agropecuaria, focalizándose en las siguientes áreas temáticas: Sistemas Integrados; Agroambiente; Agricultura Empresarial y Estratégica.

El objetivo del área temática Sistemas Integrados es generar, innovar y transferir tecnologías para los sistemas productivos bajo la perspectiva de agrocadena, que promuevan el mejoramiento del nivel de ingreso y generación de empleo de los productores nacionales y permitan el mejor uso de los recursos naturales, humanos y financieros para contribuir a mitigar la pobreza.

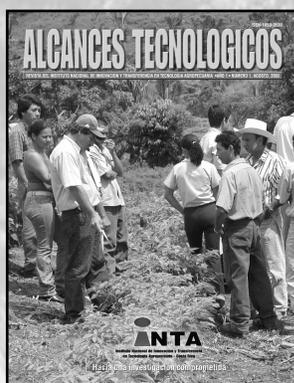
El objetivo del área temática Agroambiente es generar, innovar y transferir tecnologías orientadas al manejo y conservación de los recursos naturales. Esta área se desarrollará bajo el enfoque de manejo integrado de cuencas hidrográficas.

El objetivo del área temática Agricultura Empresarial y Estratégica es generar, innovar y transferir tecnologías que favorezcan la competitividad sostenible de las actividades productivas de escala comercial y potenciales; así como desarrollar y transferir tecnologías que mejoren la productividad agroalimentaria en productos estratégicos y que llenen las necesidades primordiales de la alimentación de la sociedad costarricense.



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

Hacia una investigación
comprometida



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

ISSN-1659-0538.

Año 1 / Número 1/ Agosto 2003.

Comité Editorial:

Dr. Jorge Morales González
Dr. Bernardo Mora Brenes
MSc. Carlos Hidalgo
MSc. Jorge Garro

Editoras:

Ing. Laura Ramírez Cartín
Bach. Rocío Oviedo Navas

Portada:

Grupo de productores en la liberación de la
variedad de frijol CABECAR en
Concepción de Pilas, Buenos Aires.
31 de julio del 2003

Fotografía:

Ing. Felipe Arguedas

Producción Gráfica:

Imágenes Gráficas S.A.

Impresión:

Corporación Gráfica Tormo

INDICE

Evaluación de diversos parámetros que afectan el prendimiento de ápices caulinares de cítricos injertados <i>in vitro</i>	2
Evaluación de antracnosis (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) en varios clones de guanabana (<i>Annona muricata</i>)	11
Control químico de caña silvestre (<i>Saccharum spontaneum</i>)	16
Análisis económico sobre diferentes alternativas de combate a nematodos en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i>)	21
Evaluación sobre la resistencia varietal de 12 genotipos de arroz (<i>Oryza sativa</i>) al nematodo agallador <i>Meloidogyne salasi</i>	25
Extracción de nutrientes en cuatro variedades de papa, (<i>Solanum tuberosum L.</i>) en Pacayas de Alvarado, Cartago, Costa Rica	29
Resultados de la poda baja por calle en el café. (<i>Coffea arabica cv. Caturra</i>) y en las poblaciones del nemátodo <i>Meloidogyne spp</i>	37
Efecto de la labranza sobre la resistencia a la penetración, crecimiento de raíces y rendimiento de maíz	42
Producción de leche en vacas de doble propósito pastoreando <i>Brachiaria brizantha cv. La Libertad</i> , sola y asociada con <i>Arachis pintoi cv Porvenir</i> en el trópico subhúmedo de Costa Rica	49
Caracterización de una explotación lechera en estabulación	54
Tasas de morbilidad y mortalidad de terneras de lechería especializada en el Trópico Húmedo de Costa Rica	61
Comportamiento de leguminosas herbáceas de uso potencial en sistemas de producción de leche de altura	65
Evaluación de 13 cereales forrajeros de corte en Oreamuno de Cartago	70

Evaluación de diversos parámetros que afectan el prendimiento de ápices caulinares de cítricos injertados *in vitro*

Sergio Hernández Soto¹

RESUMEN

En este trabajo se ha abordado el estudio de diversos parámetros de la técnica de saneamiento del microinjerto de ápices caulinares con el fin de mejorar el procedimiento. Se analizó la influencia de la temperatura de germinación de la semilla sobre el tiempo de obtención de plántulas aptas para realizar microinjerto y el efecto que tiene este factor en el prendimiento y evolución de los ápices injertados *in vitro*. También se evaluó la práctica de almacenar plántulas aptas para realizar microinjerto a 4°C y la influencia que podría tener la imbibición de la púa y la parte decapitada del patrón en diferentes reguladores de crecimiento sobre el incremento del número de ápices desarrollados. Se demostró que la temperatura de germinación de las semillas indujo diferencias en el tiempo de obtención de los patrones y en el número de ápices desarrollados, encontrándose mayores porcentajes de microinjertos exitosos con patrones procedentes de semillas germinadas entre 20 y 30°C, debido posiblemente al grado de diferenciación vascular de las plántulas. La práctica de almacenar patrones aptos para microinjerto a 4°C y el uso de diferentes reguladores de crecimiento a varias concentraciones, no afectó el porcentaje de microinjertos exitosos.

INTRODUCCIÓN

La industria cítrica se ha convertido en un renglón importante de la economía costarricense debido a que genera más de 5000 empleos de forma directa e indirecta y más de 30 millones de dólares anuales por concepto de exportación de jugo concentrado de naranja. Carlos Odio Presidente de Tico Frut, (comunicación personal).

Sin embargo, en nuestro país anualmente declinan o mueren entre el dos y seis % de los árboles en producción debido parcialmente a enfermedades de etiología viral de las cuales se han identificado el virus de la tristeza, exocortis, cachexia,

Xylella fastidiosa, y se sospecha de la presencia de Blight, Ramón L. Hernández, Consultor Tico Frut (Comunicación personal) y Villalobos *et al*, 1997.

En el control de los virus y patógenos afines, los programas dirigidos a la producción y distribución de materiales sanos han dado los mayores éxitos. En cítricos, los métodos que se han usado para obtener plantas libres de virus han sido los siguientes: selección de líneas viejas por medios de pruebas de detección, selección y obtención de líneas nucelares, mediante siembra de semilla, cultivo de óvulos y nucelas *in vitro*, termoterapia y micronjerto de ápices caulinares (Hernández,1996).

El procedimiento del microinjerto de ápices caulinares *in vitro*, ha demostrado ser la técnica más efectiva en la eliminación de las principales virosis de los cítricos, debido a que las plantas obtenidas por este procedimiento no presentan caracteres de juvenilidad, son fieles a su tipo y caracteres de juvenilidad, son fieles a su tipo y en la mayoría de los casos se recuperan libres de los principales síndromes de esta clase que afectan los cítricos (Navarro, 1981)

Navarro *et al* (1975) estudiaron en detalle la técnica y desarrollaron un procedimiento rutinario mediante el cual se obtiene entre un 30 y 50% de injertos brotados y más de un 95% de sobrevivencia *in vivo*. El éxito del microinjerto depende de una serie de factores intrínsecos del procedimiento básico el cual consta de cinco pasos que se mencionan a continuación: preparación del patrón, preparación del ápice, ejecución del microinjerto, cultivo de las plantas microinjertadas y trasplante de plantas injertadas *in vitro* al invernadero (Navarro,1981).

En la obtención del patrón el porcentaje de microinjertos exitosos se ve influenciado por tres factores tales como: el efecto de la luz en la germinación de la semilla, la edad de la

1. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, Costa Rica.

plántula al realizar el microinjerto y la especie utilizada como patrón (Navarro *et al*,1975).

Asimismo, los mejores resultados en cuanto a número de microinjertos exitosos y plantas libres de patógenos, se han conseguido con ápices procedentes de brotes vegetativos de árboles de campo. Sin embargo, esta fuente de brotes vegetativos es afectada por la época del año en climas subtropicales siendo necesario injertar las variedades sobre patrones vigorosos y cultivarlas en invernadero, obteniéndose de esta forma brotes cuando sea necesario mediante la defoliación de las plantas mantenidas en condiciones controladas (Navarro, 1988).

Otro factor que afecta el éxito del microinjerto y el número de plantas libres de enfermedades virosas es el tamaño del ápice. Navarro (1976) obtuvo un 47% de microinjertos exitosos con ápices de la variedad Robertson Navel de 0,4-0,7 mm y únicamente un 14,6% cuando el ápice fue de 0,1-0,15mm, sin embargo, el porcentaje de plantas libres de psoriasis aumentó de 15% a 100% con el menor tamaño de ápice. Actualmente, se recomienda usar un ápice caulinar compuesto por el meristemo apical con tres primordios foliares (0,1-0,2mm) en el trabajo rutinario para recobrar plantas libres de virosis de cítricos.

La zona de ubicación del ápice sobre la superficie del patrón decapitado también afecta el número de microinjertos prendidos. Navarro *et al* (1975) demostraron que los ápices caulinares deben colocarse sobre el anillo vascular en la superficie del corte de epicótilo o en una incisión tipo T invertida, en el punto de decapitación del epicótilo.

En algunos casos, el tratamiento previo al microinjerto de ápices y plántulas decapitadas con reguladores de crecimiento ha incrementado el porcentaje de ápices exitosos. Edriss y Burger (1984) incrementaron en 250% el número de plantas brotadas de Star Ruby cuando sumergiendo los ápices en una solución de 2-4D (10 mg/l) o Kinetina (1,0mg/l) durante cinco ó diez minutos. Starrantino *et al* (1986) también encontraron prendimientos del 90, 85 y 86 % al sumergir la parte decapitada del patrón y brotes vegetativos por 10 minutos en soluciones de 0,5 mg/l de BAP, 10 ppm 2,4D y 0,5 ppm de Kinetina respectivamente. En cambio Navaro *et al* (1975) y Plastira (1987) no tuvieron éxito al imbibir la parte superior del patrón decapitado y ápices durante cinco segundos en soluciones de benciladenina (BA) a 0,01, 0,02, 0,04, 0,08, 0,1, 0,2 y 1,0 mg/l.

Rutinariamente no se emplean reguladores de crecimiento para realizar el microinjerto pero sí, se recomienda el uso de las vitaminas de White', las cuales incrementan levemente el porcentaje de prendimiento y la sacarosa que juega un papel

importante en el medio nutritivo. El mayor número de ápices brotados, tamaño de hojas/microinjerto, así como producción de raíces laterales se obtuvo con una concentración de sacarosa del 7,5%.

Normalmente las plantas injertadas se cultivan a 27°C con una intensidad de 1000 lux durante 16 horas diarias y bajo esas condiciones muestran a los tres días del injerto, algún desarrollo de callo entre patrón y ápice, a los cinco días un callo bien desarrollado en la unión y a los 11 días una completa conexión vascular entre el ápice y el patrón. Los microinjertos exitosos se transplantan al invernadero después de cuatro a seis semanas del injerto cuando poseen de dos a cuatro hojas bien formadas (Navarro, 1992).

Mediante el procedimiento del microinjerto, se han eliminado las principales enfermedades virosas de los cítricos tales como: cachexia, concave gum, cristacortis, dweet mottle, exocortis, greening, impietratura, infectious variegation-crinkly leaf, psoriasis A y B, ringspot, seedling yellows- tristeza, stubborn, tatter leaf, tristeza, yellow vein, *Xanthomonas sp* y ciertas etiologías de tipo viral cuyo agente causal es desconocido. Además, en algunos laboratorios la técnica ha sido utilizada para separar mezclas de patógenos y realizar estudios de incompatibilidad (Roistacher 1976; Roistacher y Kitto 1977).

Hoy día esta técnica de saneamiento en países de citricultura avanzada, es la más utilizada conjuntamente con la termoterapia para la introducción y distribución de materiales de cítricos con potencial comercial.

En consecuencia el objetivo de este estudio fue analizar el efecto de algunos parámetros como: la velocidad de germinación de la semilla en la obtención de los patrones para realizar microinjerto, la práctica de almacenar estas plántulas a bajas temperaturas y el uso de algunos reguladores de crecimiento sobre el prendimiento y evolución de ápices caulinares injertados *in vitro*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias ubicado en Valencia-España durante 1991 y 1992.

Procedimiento de microinjerto utilizado.

Se utilizó la metodología del microinjerto de ápices

recomendada por Navarro *et al* (1975) y Navarro (1981), con algunas variaciones que se describen en cada una de las etapas del procedimiento.

La especie utilizada como patrón en todos los experimentos fue el *Citrango Troyer* (*Poncirus trifoliata* (L) X *Citrus sinensis* (L) Osbeck). Se empleó semilla almacenada durante tres meses a 4°C, las cuales previamente fueron sumergidas por un período de 10 minutos a 52°C y tratadas con fungicidas. En cada experimento se utilizaron grupos de semillas con características uniformes de tamaño y forma.

Para obtener los patrones se envolvieron 10 semillas en trozos de gasa, las cuales previamente habían sido despojadas de sus tegumentos. La desinfección se realizó superficialmente mediante inmersión durante 10 minutos en una solución de hipoclorito sódico al 0,5% a la que se añadió 0,1% del agente mojante Tween 20. Las semillas fueron sembradas individualmente en tubos de ensayo de 25 X 150 ml en un medio solidificado al 1% que contenía las sales de Murashige y Skoog (1962) y cultivadas en la oscuridad a 25°C con excepción de los experimentos en los cuales se evaluó el efecto de la temperatura sobre la germinación.

Los ápices para estos experimentos se obtuvieron de árboles de campo y plantas cultivadas en potes bajo condiciones de invernadero. Para extraer el ápice, se emplearon brotes con menos de tres cm de longitud que fueron despojados de sus hojas más largas cortados a un cm y posteriormente esterilizados por inmersión durante cinco minutos en una solución de hipoclorito de sodico al 0,25% que contenía 0,1% del agente humectante Tween 20.

Los injertos *in vitro* se realizaron en plántulas que tenían una altura de tres a cinco cm de epicótilo y de cuatro a seis cm de raíz a las cuales se les eliminaron los cotiledones con sus yemas axilares. El método de colocación del ápice fue el tipo T-invertida, empleándose en la mayoría de los experimentos ápices caulinares compuestos por el meristemo y tres a cuatro primordios con un tamaño de 0,2-0,3mm.

Las plantas injertadas se cultivaron en un medio líquido que contenía las sales de Murashige y Skoog (1962), modificado con las vitaminas de White' y 75 g/l de sacarosa. Durante esta fase de cultivo las plantas se mantuvieron en una condición de iluminación diaria de 16 horas a 40-50iE/ m²s a 25°C; además periódicamente se realizaron observaciones con un microscopio de disección para estudiar la evolución de los ápices y los brotes adventicios producidos por el patrón se eliminaron asépticamente con una tijera.

Por su comportamiento, los ápices injertados *in vitro* se

agruparon en cuatro clases: ápices muertos, ápices cubiertos por callo, ápices quiescentes y ápices desarrollados (Figura 1).

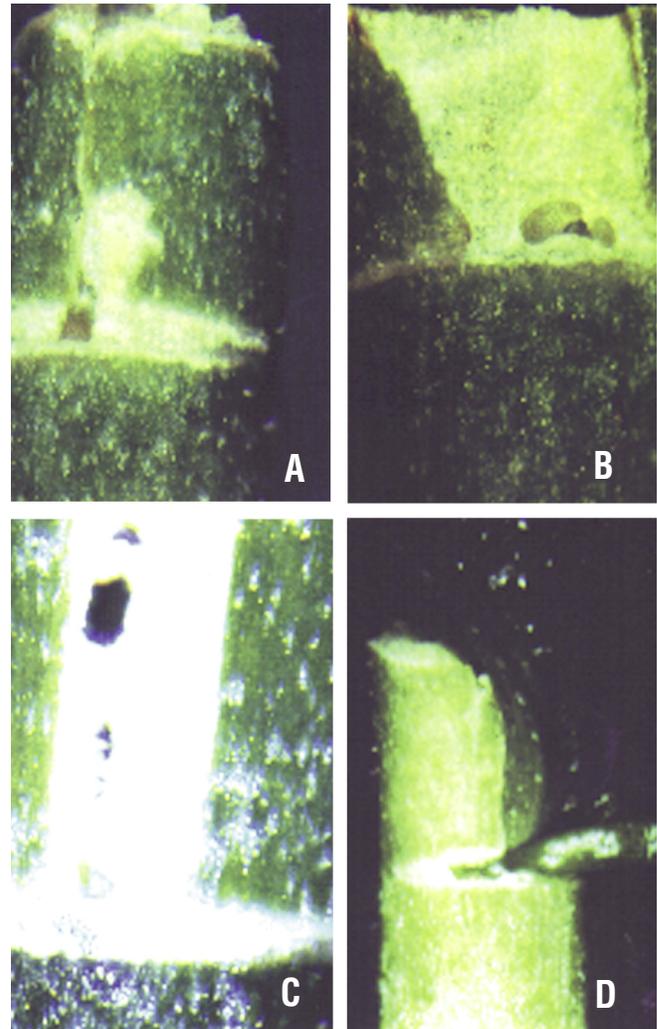


Figura1: Comportamiento de Ápices Caulinares de Cítricos injertados *in vitro*. (A-Ápices Muertos, B-Ápices Quiescentes, C-Ápices Cubiertos, D-Ápices Desarrollados.)

Para verificar si las plantas sometidas a diferentes tratamientos se podían recuperar *in vivo*, algunas se transplantaron en suelo utilizando macetas 12 X 12 cm que contenían un sustrato desarrollado para cítricos y humedecido con la solución de Murashige y Shoog, y otras se injertaron en patrones vigorosos, empleando para ello el procedimiento que recomienda De Lange (1978).

Efecto de la temperatura en la germinación y crecimiento de plántulas.

Las temperaturas seleccionadas para evaluar el efecto de la temperatura en la germinación y crecimiento de la plántula fueron las siguientes : 20- 25- 30- 35 y 40°C. Se colocó 160

semillas en cada condición sin luz y el efecto se evaluó midiendo las siguientes variables: porcentaje de germinación, longitud de raíz y tallo y números de plántulas aptas para realizar microinjerto. Se consideró que una plántula reunía esta condición cuando su epicótilo alcanzaba una altura de tres cm.

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante pruebas de χ^2 (Tablas de Contingencia) al 5%, análisis de varianza y test de contrastes ($P < 0,05$).

Efecto de la temperatura de germinación en el prendimiento y evolución de ápices injertados *in vitro*.

Se injertaron *in vitro* ápices de Clementina Oroval (*Citrus reticulata* Blanco) sobre patrones aptos para realizar microinjerto obtenidos de semillas germinadas a 20-25-30 y 35 °C en la oscuridad.

Inicialmente, se utilizaron 43 plantas en cada tratamiento, pero la lectura final de los datos se realizó a los 96 días sobre una unidad experimental más pequeña debido a problemas de contaminación. Las variables evaluadas fueron las siguientes: número de ápices muertos, cubiertos por callo, quiescentes y desarrollados. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el Test de χ^2 en asociación con tablas de Contingencia ($P < 0,05\%$).

Almacenamiento por varias semanas de plántulas aptas para realizar microinjerto a 4°C

Se utilizaron ápices de las variedades Clementina Oroval y Whashington Navel (*Citrus sinensis* (L) Osbeck) los cuales se injertaron *in vitro* sobre plántulas obtenidas de semillas germinadas a 25°C, que se almacenaron a las dos semanas de edad a 4°C en la oscuridad durante una, dos, tres, cuatro, cinco y seis semanas. Se evaluó el número de ápices muertos, cubiertos por callo, quiescentes y desarrollados a los 96 días de realizados los microinjertos .

La unidad experimental constó de 40 plantas por tratamiento y el análisis estadístico de los datos se realizó mediante el Test de χ^2 en asociación con Tablas de Contingencia al 5%.

Estudios histológicos

Estos estudios se realizaron en trozos de tallo de 0,5mm de longitud obtenidos de plántulas de semillas germinadas a diferentes temperaturas y plántulas germinadas a 25°C y almacenadas a 4°C por varias semanas, que se decapitaron a una altura de 1,5-2cm. Los trozos de tallo se preservaron en formol-ácido acético-alcohol (FAA) y al cabo de un mes se

lavarón mediante varios cambios de alcohol de la misma concentración, para luego deshidratarlos pasando el tejido de las plántulas por varias mezclas de TBA, etanol y agua.

Los trozos de tejido deshidratados se infiltraron en parafina de forma vertical con la ayuda de una aguja caliente que sirvió para orientar el material. Con un bisturí se extrajo la pieza de parafina donde estaba el tejido embebido el cual se moldeó en forma de pirámide y se fijó por su base más ancha a un taco de madera. Con un microtomo se realizaron cortes de 10mm de grosor que se fijaron en portas mediante el adhesivo Haupt. El porta se colocó en una placa caliente y con un trapo se limpió el líquido restante antes de completar la total fijación de los tejidos. El procedimiento de tinción utilizado en estos estudios histológicos fue "Verde Rápido-Safranina".

Influencia de reguladores de crecimiento sobre el prendimiento de ápices caulinares injertados *in vitro*.

Se injertaron *in vitro* plántulas de Citrange Troyer germinadas a 25°C con ápices de Whashington Navel imbibiendo la parte decapitada de la plántula con el corte de T-invertida y brotes de dos cm de longitud durante 10 minutos en los siguientes reguladores de crecimiento : Kinetina (BAP (6-benciladenina) y ANA (ácido 1-naftalenacético) en concentraciones de 0, 0,1, 1 y 10mg/l, y el 2,4D (ácido diclorofenoxiacético) a razón de 0- 1- 10 y 20 mg/l.

A los 96 días se evaluó el efecto de los reguladores de crecimiento sobre la evolución de los ápices en una unidad experimental de 40 plantas por tratamiento.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el Test de χ^2 (Tablas de Contingencia) al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la temperatura en la germinación y crecimiento de plántulas.

En el Cuadro 1 se aprecia que la temperatura de germinación de las semillas de *Citrange Troyer* influyó en el número de plántulas aptas para hacer microinjerto durante el tiempo de evaluación.

Las semillas germinaron en las temperaturas de 30 y 35°C al cabo de tres a cuatro días, en cambio a 25°C la radícula tardó entre seis a siete días para emerger y a 20°C más de 11 días después de la siembra. Es importante resaltar que no se encontraron diferencias en el tiempo de germinación de las semillas entre las temperaturas de 30 y 35°C.

Cuadro 1. Efecto de la temperatura (°C) de germinación de semillas de *C. Troyer* sobre el número de plántulas aptas para realizar microinjerto (epicotilo < 3cm) *in vitro*.

Días Después Siembra	N Plántulas Aptas Para Realizar Microinjerto				Porcentaje Acumuladso de Plántulas Aptas Para Realizar Microinjerto			
	20°C	25°C	30°C	35°C	20°C	25°C	30°C	35°C
9	0	0	5Ac	10Ab	0	0	3,0	7,0
11	0	8Bc	56Ab	59Aa	0	6,0	42,0	48,0
13	0	78	Aa	75Aa	68Aa	65,0	94,0	96,0
15	0	47Ab	8Bc	5Bc	0	100	100	100
17	7c	–	–	–	5,3	–	–	–
19	63a	–	–	–	53,3	–	–	–
21	47c	–	–	–	89,0	–	–	–
23	14c	–	–	–	100	–	–	–
SEMILLAS NO CONTAMINADAS	131	133	144	142	–	–	–	–

- Medias de igual letra “mayúscula” no son significativas al 5% por fila.
- Medias de igual letra “minúscula” no son significativas al 5% por columna.
- Semillas cultivadas/tratamiento: 160.

Las primeras plántulas aptas para realizar microinjerto se obtuvieron a los nueve días en las temperaturas de 30 y 35°C, cuando el epicótilo alcanzó más de tres cm de altura. Asimismo, el porcentaje de plántulas aptas para realizar microinjerto no fue diferente entre estas temperaturas durante el tiempo de evaluación de esta variable.

En el Cuadro 1 se observa que a los 11 días más del 40% de las semillas cultivadas a 30 y 35°C eran plántulas aptas para realizar microinjerto y este porcentaje se incrementó a 94 y 96% respectivamente después de 13 días de cultivo.

Esta característica de la plántulas fue diferente significativamente entre estas temperaturas y 25°C únicamente a los 11 días de la siembra de la semilla durante el tiempo de medición, y a 20°C se necesitaron 17 días para obtener las primeras plántulas aptas para microinjerto y más de 21 días para completar el 100%.

También, se determinó que las semillas de *Citrango troyer* a 40°C no germinan después de 11 días de cultivo y bajo esta condición extrema los cotiledones se hinchan y deforman. Estos valores no se aprecian en el Cuadro 1 debido a que la evolución de las semillas cultivadas bajo esta temperatura fue nula.

En general, las plántulas aptas para realizar microinjerto obtenidas a 20°C, mostraron una longitud de raíz menor, al compararlas con otros patrones cuando crecieron a temperaturas superiores.

En consecuencia, se determinó que la obtención del patrón para realizar microinjerto se puede efectuar cultivando la semilla en un rango de temperatura de 20 a 35°C, sin que ello implique alteraciones en la germinación. El crecimiento de las plántulas en estas condiciones es afectado por la temperatura, observándose un incremento en la velocidad de desarrollo del patrón de 20-30 °C, pero no a temperaturas mayores.

Estas diferencias de crecimiento que se presentan al modificar la temperatura de germinación de la semilla, amplían el periodo de disponibilidad de obtención de patrones aptos para realizar microinjerto. Este resultado tiene aplicaciones prácticas muy importantes para el mejoramiento de la técnica del microinjerto de ápices caulinares, ya que de esta manera es posible acrecentar la sincronización del brote con el estado apto de patrón para microinjerto. Es de resaltar para efectos prácticos que en cada temperatura hay un periodo donde se concentra el mayor número de plantas aptas para microinjerto. Así, a 30 y 35°C esto se presenta a los 11-13 días, a 25°C entre 13-15 días y a 20°C entre los 19-21 días de la siembra.

Efecto de la temperatura de germinación de semilla en el prendimiento y evolución de ápices injertados *in vitro*.

Se encontraron diferencias significativas en la evolución de los ápices injertados *in vitro*, cuando se utilizaron plántulas procedentes de semillas germinadas a diferentes temperaturastal y como se aprecia en el Cuadro 2.

Se observó el mayor número de ápices brotados sobre las plántulas procedentes de semillas germinadas a 20 y 25°C y estos resultados fueron similares a los obtenidos a 30°C, pero diferente significativamente a los encontrados a 35°C. En consecuencia, el incremento de la temperatura de germinación de semilla reduce el número de ápices desarrollados y aumenta el número de ápices quiescentes, lo cual parece estar asociado al grado de diferenciación de los tejidos de la plántula.

Navarro (1981) también menciona que la diferenciación de un tejido depende de la temperatura y de la luz, por ello las plántulas con una longitud de epicótilo similar obtenidas a distintas temperaturas presentan un grado de diferenciación vascular diferente.

Finalmente, cabe resaltar que la velocidad de crecimiento de las plántulas no se modifica entre las temperaturas de germinación de semillas de 30 y 35°C, pero sí el número de ápices exitosos, lo cual indica que es más recomendable cultivar *in vitro* las semillas a 30°C cuando se quiere adelantar la obtención de los patrones.

Almacenamiento de plántulas aptas para realizar microinjerto por varias semanas a 4°C.

Los resultados encontrados en el número de ápices desarrollados en este estudio no fueron consistentes a lo largo del tiempo entre los injertos realizados con plántulas de *C. troyer* obtenidas a 25°C y almacenadas a 4°C por varias semanas.

Cuadro 2. Influencia de la temperatura de germinación de semillas de *C. Troyer* en el comportamiento de ápices de Clementina Oroval injertados *in vitro*.

T°C germin. Semillas	N° plantas No contam.	Ápices Muertos	Ápices C.callo	Ápices Quiescentes	Ápices Desarrollados
20	41	1	5	7	28 ^a
25	41	0	4	7	30 ^a
30	42	1	5	14	22 ^{ab}
35	41	3	5	18	15 ^b

- Números de igual letra no difieren significativamente al 5%.
- Ápices injertados/Tratamiento:43

En el Cuadro 3, se aprecia que no hubo diferencias significativas en el número de ápices desarrollados entre los injertos realizados con plántulas sin almacenamiento (testigo) y los mantenidos durante seis semanas a 4°C, lo cual demuestra que las variaciones en el número de ápices exitosos entre tratamientos podrían

deberse a factores intrínsecos de la técnica del microinjerto, y no a cambios morfológicos o anatómicos de las plántulas por efecto del almacenamiento en frío.

En consecuencia, mantener las plántulas aptas para realizar injertos *in vitro* a 4°C en la oscuridad es una práctica que podría implementarse en el procedimiento del microinjerto, para mejorar la eficiencia de la técnica. Esto permitirá disponer de patrones aptos para ejecutar la técnica de manera oportuna, sobre todo cuando hay un atraso en la fuente de obtención de ápices, o se importan materiales de cítricos de cualquier parte del mundo que necesitan sanearse antes de propagarlos comercialmente.

Cuadro 3. Influencia del almacenamiento a 4°C de plántulas de *C. Troyer* sobre el comportamiento de ápices de Clementina Oroval y Whashington Navel injertados *in vitro*.

Semanas almacén	N° plantas No contam.	Ápices Muertos	Ápices C.callo	Ápices Quiescentes	Ápices Desarrollados
0	39	1	1	12	25 ^{ab}
1	40	0	1	11	28 ^a
2	39	0	5	15	19 ^{bc}
3	38	3	6	11	18 ^{bc}
4	39	4	6	13	16 ^c
5	39	4	1	8	26 ^{ab}
6	39	4	5	12	18 ^{bc}

- Números de igual letra no difieren significativamente al 5%.
- Ápices injertados /tratamiento: 40.

Estudios histológicos

Las observaciones realizadas en cortes de epicótilos de tejidos de plántulas desarrolladas de semillas germinadas a diferentes temperaturas revelaron que hay un aumento del N° de vasos xilemáticos conforme se incrementa la temperatura (Cuadro 4).

En las plántulas desarrolladas a 35°C el número de vasos xilemáticos encontrados en los cortes transversales realizados a dos cm de altura de epicótilo fue un 350% más alto con respecto a los observados a 20°C. Esto se detalla en la Fig 2, donde también se aprecia que las células isodiamétricas del tejido parenquimático y epidérmico no se alteran morfológicamente con la temperatura.

Esta diferenciación de los tejidos vasculares entre patrones procedentes de semillas germinadas a distintas temperaturas, podría ser una de las causas que indujo diferencias en el número de ápices exitosos observado entre microinjertos realizados con plántulas desarrolladas a varias temperaturas.

Cuadro 4. Número de vasos xilemáticos en cortes transversales de plántulas de *Citrango Troyer*.

T°C germinación de semillas	N° vasos xilemáticos 0.078 mm ²
20	2,9
25	3,7
30	5,6
35	10,9

- Valores medios de 14 cortes/tratamiento.
- Diámetros(mm) medios de epicótilo obtenidos de 40 plántulas/tratamiento a distintas temperaturas: 20°C:1,85; 25°C: 1,68; 30°C: 1,73; 35°C: 1,64.

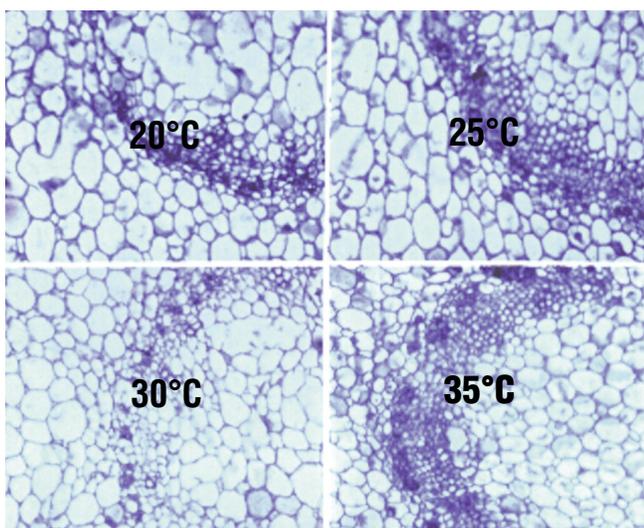


Figura 2: Secciones transversales de tallos de plántulas de *Citrango Troyer* cultivados *in vitro* a diferentes temperaturas.

En cambio, en los estudios histológicos realizados a cortes de plántulas de *C. Troyer* almacenadas a 4°C durante distintas semanas no se encontraron diferencias significativas en el número de vasos xilemáticos. Esto se detalla, en el Cuadro 5, donde se observa que el número medio de vasos de xilema entre plántulas sin almacenamiento (testigo) y las mantenidas durante 6 semanas a 4°C es prácticamente el mismo. En consecuencia, estos resultados demuestran que el enfriamiento de patrones aptos para realizar microinjerto a 4°C detiene el crecimiento y no modifica las células cámbiales, glándulas de aceite, fibras de floema, traqueidas o células de parenquima o epidermis en los tejidos de estas plántulas tal y como se aprecia en la Figura 3.

Influencia de Reguladores de Crecimiento sobre el Prendimiento de Apices Caulinares Injertados *in vitro*.

La imbibición de la parte decapitada de patrón y brotes de Whashington Navel en distintos reguladores de crecimiento a

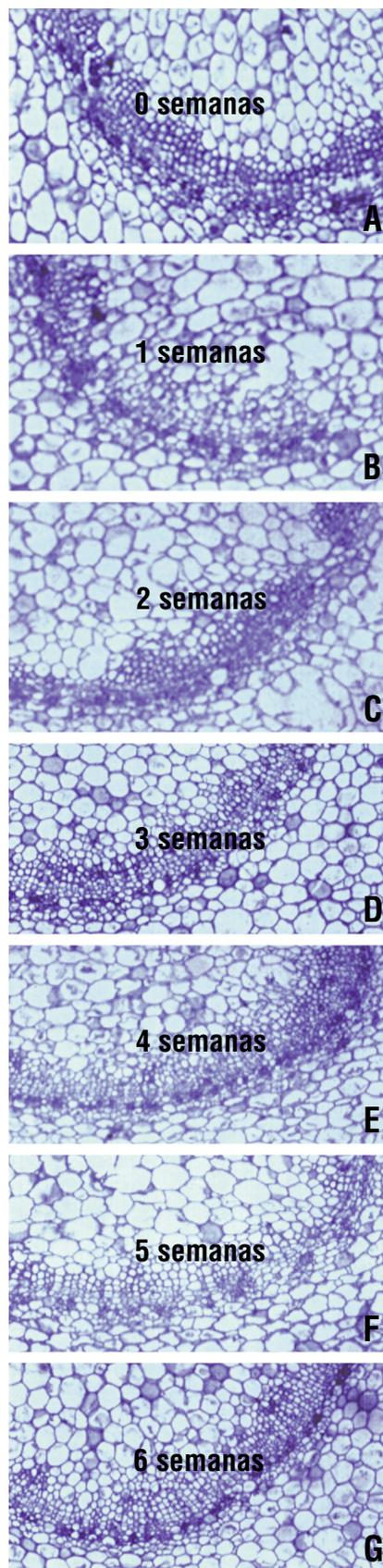


Figura 3: Secciones Transversales de plántulas de *Citrango Troyer* germinadas a 25°C *in vitro* y almacenadas a 4°C durante diferentes semanas.

varias concentraciones durante 10 minutos no incrementó el número de ápices desarrollados en este experimento.

Cuadro 5. Número de vasos xilemáticos en cortes transversales de epicotilos de plántulas de *C. Troyer* obtenidas de semillas germinadas a 25°C y almacenadas por distintas semanas a 4°C en la oscuridad.

Semanas de almacenamiento	N° de vasos xilemáticos En 0,078mm ²
0	4,7
1	4,4
2	5,6
3	4,7
4	6,9
5	4,8
6	4,3

- Valores medios obtenidos de 14 cortes/tratamiento.

Se observa en el Cuadro 6, que no existen diferencias significativas de brotación entre los ápices cuyos microinjertos fueron realizados con púas y patrones, tratados con los distintos reguladores de crecimiento a varias concentraciones y los efectuados sin el efecto de estas sustancias (testigo).

En algunos casos, contrariamente a lo esperado la imbibición independientemente de la fitohormona incrementó el número de ápices necrosados (muertos) posiblemente porque esta práctica afecta la calidad del corte y manipulación del ápice caulinar. Asimismo, se debe resaltar el efecto que ocasionó el uso del 2-4D en la producción de callo en el patrón, el cual se incrementó a dosis mayores del regulador del crecimiento hasta alcanzar porcentajes de ápices cubiertos por callo superiores al 70% en la concentración de 20 mg/l .

Estos resultados fueron distintos a los obtenidos por Starrantino *et al* (1986) que encontraron brotaciones de ápices del 90, 85 y 86% en tres especies de cítricos imbiendo la parte decapitada del patrón y brotes en las siguientes fitohormonas Kinetina a 0.5mg/l, 2-4D y BAP a razón de 0.5mg/l respectivamente.

Cuadro 6. Influencia de varios reguladores de crecimiento en cuatro concentraciones sobre el prendimiento de ápices caulinares de Whashington Navel injertados *in vitro*.

REGULAD. CRECIM.	CONCEN. (mg/l)	PLANTAS NO CONTAM.	ÁPICES MUERTOS	ÁPICES C.CALLO	ÁPICES QUIESCEN.	ÁPICES DESARR.
KINETINA	0	37	4	7	14	12
	0,1	34	6	9	16	3
	1	36	8	9	13	6
	10	5	7	4	17	7
BENCIL-ADENINA	0	32	6	4	6	16
	0,1	31	5	8	6	12
	1	26	2	7	3	13
	10	28	1	12	7	8
2-4D	0	39	5	9	15	10
	1	36	1	17	14	4
	10	34	3	17	8	6
	20	38	1	27	1	9
ANA	0	29	6	6	9	8
	0,1	31	4	7	13	7
	1	30	3	9	7	11
	10	33	6	5	13	9

- Lectura realizada 75 días después de realizado el microinjerto.
- Valores obtenidos de 40 plantas/tratamiento

CONCLUSIONES

Las diferencias de crecimiento que se presentan en las plántulas al modificar las temperaturas de germinación de semilla, permite acrecentar la sincronización del brote con el estado apto de patrón para micoinjerto.

Los porcentajes de ápices desarrollados se reducen con el incremento de la temperatura de germinación de semilla, debido a que este factor modifica el grado de diferenciación de los tejidos vasculares de las plántulas aptas para micoinjerto, encontrándose más vasos xilemáticos a mayores temperaturas.

El número de micoinjertos exitosos no disminuyó con el almacenamiento de las plántulas a 4°C durante distintas semanas debido a que esta práctica no altera los tejidos vasculares de los patrones de acuerdo a los estudios histológicos.

La imbibición de la parte decapitada del patrón y brote en distintos reguladores de crecimiento a varias concentraciones, no incrementó el porcentaje de ápices desarrollados.

LITERATURA CITADA

- DE LANGE, J. 1978. Shoot-tip Grafting: A modified procedure. *Citrus and Subtropical Fruit J.* 539: 13-15.
- EDRISS, M.; BURGER, D. 1984. Micrografting shoot-tip culture of Citrus three Trifoliolate rootstocks. *Scientia Horticulturae.* 23: 255-259.
- HERNÁNDEZ, S. 1996. Obtención de plantas de cítricos libres de enfermedades transmisibles por injerto. *Aqua* 11: 7-9.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. 1962. A revised medium for rapid growth and biosays with tobacco tissue cultures. *Plant. Physiol.* 15: 473-497.
- NAVARRO, L.; ROISTACHER, C.; MURASHIGE, T. 1975. Improvement of shoot-tip grafting *in vitro* for virus free citrus. *J. Amer. Soc. Hort.* 100: 471-479.
- NAVARRO, L. 1976. The Citrus Variety Improvement in Spain. *In: Proc. 7th Conf. IOCV: IOCV, Riverside.* p. 198-203.
- NAVARRO, L. 1981. Citrus shoot-tip grafting *in vitro* and its application: a review. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 1: 452-456.
- NAVARRO, L. 1988. Application of shoot-tip grafting *in vitro* to woody species. *Acta Horticulturae* 227: 43-55.
- NAVARRO, L. 1992. Citrus shoot-tip grafting *in vivo*. *Biotechnology in Agriculture and Forestry* 18: 327-338.
- PLASTIRA, V. 1987. Application de la méthode du microgrffage chez la variété du mandarinier " Clementine Poros" en vue d'obtenir des plants exempts des virus. *Annls Inst. Phytopath.* 15:95-108.
- ROISTACHER, C. 1976. Detection of citrus viruses by graft-transmission: a review. *In: Proc. 7th Conf. IOCV: IOCV, Riverside.* p. 175-184.
- ROISTACHER, C.; KITTO, S. 1977. Elimination of additional citrus viruses by shoot-tip grafting *in vitro*. *Plant Dis. Repr.* 61: 594-596.
- STARRANTINO, A.; GHO ZHI YOUG; CARUSO, A. 1986. Influenza di alcuni fitoregulatori sul L` atchimento dei microinnesti degli agrumi. *Riv. Ortoflorofrutticoltura.* 70: 117-126.
- VILLALOBOS, W.; RIVERA, C; HAMMOND, R. 1997. Occurrence of citrus viroides in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 45(3):983-987.

Evaluación de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en varios clones de guanabana (*Annona muricata*).

Jorge Mora Bolaños¹, Felipe Arauz C.²

RESUMEN

En diferentes localidades de la región Atlántica de Costa Rica, se seleccionaron 21 árboles de guanábana que sobresalen por presentar bajas incidencias de antracnosis. De cada uno de estos árboles se colectaron púas con el fin de propagar el material por injerto. Las púas se tomaron de ramas nuevas y de consistencia semileñosa. La propagación de las púas seleccionadas se realizó mediante el injerto de enchapado lateral en árboles de vivero. Cuando las plantas desarrollaron más de cuatro ramas laterales, se distribuyeron en el campo con el fin de observar el desarrollo de la enfermedad en cada clon, bajo inoculación natural. Dentro de los tratamientos se consideró un testigo susceptible para lo cual se tomaron púas de una planta muy enferma. Se evaluó el progreso de la enfermedad en rama y hoja, a través del tiempo. Para el análisis de los datos de enfermedad se utilizó el área bajo la curva para el progreso de la enfermedad (ABCPE). En el programa SAS (Statistical Analysis System), mediante una regresión de severidad en función del tiempo, se obtuvo el valor de la tasa de infección aparente (r) para cada uno de los tratamientos evaluados, así como el coeficiente de determinación (R^2) para el modelo de mejor ajuste. Durante esta investigación, el progreso de la enfermedad se favoreció por temperaturas que oscilaron entre 25 y 27 °C y una humedad relativa superior al 85%. Todos los materiales evaluados presentaron síntomas de la enfermedad en menor o mayor grado y sobresaliendo el testigo por presentar los mayores valores de severidad. El 65% de los clones mostraron bajos porcentajes de severidad. La diferencia en los valores de tasa de infección aparente es determinada en gran parte por la susceptibilidad o resistencia del hospedante, si se considera que la presión de inóculo y las condiciones ambientales fueron las mismas para todos los tratamientos. El valor de r para el testigo susceptible fue de 0,06 unidades por día, mientras que para la mayoría de los clones, la tasa de infección aparente fue bastante baja y osciló entre 0,01 y 0,03 unidades por día. La evaluación de la enfermedad en tallo no presentó una marcada

diferencia con respecto a la evaluación en hoja para un mismo clon. Una sola evaluación en hoja o una estimación que considere un porcentaje de severidad general por planta, para el caso de plantas en vivero, es suficiente para valorar el progreso de la enfermedad en árboles de guanábana.

INTRODUCCIÓN

La antracnosis causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* es una de las enfermedades que mayores pérdidas ocasiona al agricultor que cultiva guanábana (*Annona muricata*), en cualquier región de Costa Rica. Las pérdidas llegan hasta el 100% en aquellas zonas de alta precipitación y de alta humedad relativa, como es característico de la zona Atlántica del país. Con el interés de algunas instituciones como la Corporación Bananera Nacional por fomentar el cultivo de Guanabana, se ha priorizado la búsqueda de medidas de combate que en combinación con el uso de fungicidas, permitieran un manejo integrado de la enfermedad (Rodríguez y Zamora, 1984; Calvo, 1989, Laprade, 1989).

La resistencia genética de las enfermedades es probablemente el medio de combate biológico más importante que puede encontrar el hombre (Brauer, 1980). Se ha informado de la resistencia para enfermedades causada por *Colletotrichum gloeosporioides* en cultivos como aguacate, ñame, y berenjena (Jeffries, et al, 1990, Moura-Costa *et al*, 1993). Sin embargo, en el cultivo de la guanábana, no se tienen cultivares definidos y los trabajos de selección que se han llevado a cabo, se limitan a obtener árboles de alta productividad o por calidad de fruta (fruta ácida o fruta dulce). No obstante, dentro de una misma plantación se encuentran árboles que sobresalen por su sanidad, principalmente cuando las plantas se propagan por semilla sexual. Este hecho es mencionado por varios autores (Calvo, 1989; Laprade, 1989), sobre todo en plantaciones con altas incidencias de la enfermedad.

1. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, Costa Rica.

2. Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica.

En un estudio sobre la epidemiología de la antracnosis realizado en la localidad de Matina, Costa Rica, Calvo (1989) separó los árboles en alto y bajo rendimiento y determinó una relación directa entre la productividad y la resistencia a la enfermedad. Este mismo autor recomendó realizar investigaciones con árboles seleccionados como buenos productores y con resistencia a la enfermedad y propagarlos clonalmente, con el fin de asegurar la calidad del material de siembra. El objetivo de este trabajo fue evaluar el progreso de la enfermedad en varios clones de guanábana, bajo condiciones de vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en La Rita, provincia de Limón a una altitud de 250 msnm, dentro de la Estación Experimental Los Diamantes del Ministerio de Agricultura y Ganadería. La temperatura promedio de esta zona es de 26 °C y la precipitación de 4500 mm anuales. De acuerdo a la clasificación de las zonas de vida de Holdridge (1987) se ubica como una zona tropical muy húmeda.

En diferentes localidades de la región Atlántica de Costa Rica se seleccionaron 21 árboles de guanábana que sobresalían por presentar una menor incidencia de la enfermedad, principalmente, en plantaciones con un pobre manejo fitosanitario. De cada uno de estos árboles se tomaron púas con el fin de propagar el material por injerto. Las púas se tomaron de ramas nuevas y de consistencia semileñosa. Cuatro meses antes de realizar la selección de púas en el campo, se sembraron los árboles a utilizar como patrones, los cuales se obtuvieron de una misma fruta de guanábana (*A. muricata*). Cada una de las semillas se sembraron en camas de tierra debidamente desinfectada. Posterior a la germinación las plantas se colocaron en bolsas que contenían aproximadamente dos kg de tierra mezclada con granza de arroz. Una vez que los patrones presentaron un grosor de tallo adecuado se procedió a realizar la propagación de las púas seleccionadas mediante el injerto de enchapado lateral.

Las plantas injertadas se agruparon de acuerdo a la procedencia o identificación dentro de un invernadero. Una vez que desarrollaron al menos cuatro ramas laterales se establecieron en el campo. Para evitar problemas, como quemaduras en las hojas, los árboles inicialmente se colocaron bajo sombra, para ello se utilizaron hojas de palmas, las cuales se eliminaron en forma progresiva.

De cada uno de los 21 árboles seleccionados que constituyeron los tratamientos, se logró obtener un total de 16 individuos por clon, los cuales se distribuyeron en el campo bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, o sea, cuatro

árboles por tratamiento en cada repetición. Se consideró un tratamiento testigo (testigo susceptible), el cual se estableció con púas tomadas de un árbol bastante afectado por la enfermedad.

En cada uno de los tratamientos se evaluó el progreso de la enfermedad con base en un porcentaje de severidad en el tiempo. La evaluación de severidad se realizó en hoja así como a nivel de tallo (Cuadro 1). Para el análisis de los datos de enfermedad, en cada uno de los tratamientos se utilizó como parámetro el área bajo la curva para el progreso de la enfermedad y que se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\sum (Y_i + (Y_i + 1)/2) (T_i + 1 - T_i)$$

Y_i = Enfermedad

T_i = Tiempo

Cuadro 1. Escala de seis grados utilizada para la evaluación de severidad en hoja y rama. La Rita, Limón. 1992.

1 grado	No más del 10% de la hoja o rama con puntos necróticos
2 grado	Unión de puntos necróticos, hasta 5 lesiones, no mayores de 4 mm de diámetro
3 grado	Hasta 6% de la hoja o rama afectada
4 grado	Hasta 12,5% de la hoja o rama afectada
5 grado	Hasta un 25% de la hoja o rama afectada
6 grado	Más del 25% de la hoja o rama afectada

Con base a una ecuación de regresión de la severidad en función del tiempo, se obtuvo el valor de la tasa de infección aparente ("r"). A la vez, se consideró el coeficiente de determinación (R²) el cual mide la distribución de cada uno de los tratamientos con respecto a la línea de mejor ajuste para el modelo utilizado, en este caso el modelo logístico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la mayoría de los clones de guanábana, la enfermedad se inició en el tejido joven de las ramas, en puntos donde normalmente se encontraban las lenticelas. Ello concuerda con lo publicado por Subirós *et al* (1987), donde menciona a estas estructuras como la principal entrada del hongo que causa la antracnosis. Los primeros síntomas se observaron en el clon que se usó como testigo susceptible, 14 días después de iniciado el experimento en el campo. Estos síntomas se presentaron como pequeños puntos necróticos en los tallos jóvenes y posteriormente en el pecíolo y la nervadura central de la hoja.

De acuerdo al clima que prevaleció durante el período de evaluación (Cuadro 2), la enfermedad mantuvo un incremento proporcional a la precipitación y a la humedad relativa. Durante el primer mes de evaluación (abril) se obtuvo una precipitación promedio de 3,3 mm diarios y una humedad relativa del 82%, condición que no favoreció un aumento acelerado de la enfermedad y limitó los síntomas a puntos necróticos. Los mayores valores de severidad se observaron durante el mes de julio, el cual se caracterizó por un aumento considerable de la precipitación (25,0 mm diarios) y de la humedad relativa (89,1%). Durante esta investigación, el progreso de la enfermedad se favoreció por temperaturas que oscilaron entre 25 y 27 °C y una humedad relativa superior al 85%.

Cuadro 2. Promedio mensual de la precipitación (mm), humedad relativa (%), y temperatura (°C), durante el período de evaluación. Guápiles, 1994.

Mes	Precipitación	Humedad	Temperatura
	mm	Relativa %	°C
Enero	135,2	82,6	23,2
Febrero	67,4	82,6	2,3
Marzo	122,8	80,5	24,0
Abril	113,1	82,1	24,7
Mayo	283,8	84,6	25,5
Junio	623,0	84,6	25,0

El progreso de la enfermedad en el tiempo para cada uno de los clones evaluados y que se representó como el área bajo la curva para el progreso de la enfermedad (ABCPE), se observa en los Cuadros 3 y 4. Todos los materiales evaluados presentaron síntomas de la enfermedad en menor o mayor grado, donde sobresale el testigo por presentar los mayores valores de la enfermedad. En un segundo plano los árboles que se codificaron como R-6, GLL-1 y 28 -139 también sobresalen por manifestar altos niveles de la enfermedad, tanto en hojas como en el tejido tierno de las ramas. La diferencia de ABCPE entre estos árboles y el testigo susceptible fue significativa.

Los resultados de ambas evaluaciones (en hoja y en tallo) definen un buen nivel de resistencia en muchos de los clones evaluados. El 65% de los clones mostraron bajos porcentajes de severidad, respuesta que también presentaron en plantación adulta y por lo cual fueron seleccionados. En otras palabras, la sanidad que manifestaron estos árboles en diferentes localidades, también se observó bajo condiciones de vivero en la localidad de La Rita.

Cuadro 3. Valores de área bajo la curva para el progreso de la enfermedad (ABCPE) en hoja de varios clones de guanábana, La Rita, 1994.

CLON	ABCPE	
Testigo	1939,0	A
R-6	1077,0	B
GLL-1	985,6	BC
28-139	829,4	BCD
28-L6-1	813,9	BCD
28-L6-4	797,0	BCD
H-9	711,9	CDE
28-L6-2	688,4	CDEF
R-2	611,2	DEF
LA-1	574,5	DEF
R-5	565,0	DEF
28-L6-3	553,5	DEF
28-3	542,6	DEF
R-3	535,3	DEF
28-143	485,9	EF
G-2	472,3	EF
L-23	472,1	EF
H-5	468,2	EF
R-4	464,0	EF
28-L3-5	428,9	EF
R-1	418,0	EF
28-L3-1	408,1	F

Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas (P<0,05), según la prueba de Duncan.

La tasa de infección aparente (Cuadro 5) da una idea del aumento de la enfermedad en un tiempo determinado por cada uno de los materiales evaluados.

El testigo susceptible presentó en promedio de ambas evaluaciones un valor de 0,059 unidades por día seguido del clon GLL-1 con 0,045 unidades/día. En su mayoría los clones restantes manifestaron valores que oscilaron entre los 0,01 y 0,03 unidades por día, lo cual indica un desarrollo lento de la enfermedad. La diferencia en los valores de tasa es determinada en gran parte por la susceptibilidad o resistencia del hospedante, si se considera que la presión de inóculo y las condiciones ambientales fueron las mismas para todos los materiales evaluados.

Cuadro 4. Valores de área bajo la curva para el progreso de la enfermedad (ABCPE) en rama de varios clones de guanábana, La Rita, 1994.

CLON	ABCPE	
Testigo	2600,1	A
28-139	1596,2	B
R-6	1072,0	BC
R-3	976,2	BCD
GLL-1	879,0	BCDE
28-L6-4	740,5	CDEF
R-5	648,7	CDEF
28-L6-2	596,9	CDEF
H-9	541,2	CDEF
28-L3-5	530,0	CDEF
LA-1	521,5	CDEF
R-2	487,9	DEF
28-L6-3	423,0	DEF
H-5	419,1	DEF
G-2	408,1	EF
28-L6-1	386,6	EF
28-L3-1	376,0	EF
28-143	359,2	EF
28-3	354,4	EF
R-4	347,7	EF
R-1	343,2	EF
L-23	309,5	F

Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$), según la prueba de Duncan.

En la presente investigación, los valores de tasa que se observaron en árboles de vivero, presentan una tendencia a ser más bajos que los que se manifiestan en las epidemias de antracnosis en plantaciones adultas. Lo anterior, puede atribuirse a que existen factores de tipo biótico que influyen directamente sobre la respuesta de un árbol en producción. Debe considerarse también que la presión de inóculo en una plantación comercial normalmente es mayor.

La evaluación en tallo no presentó una marcada diferencia con respecto a la evaluación en hoja para un mismo clon. El hecho de que los primeros síntomas normalmente aparezcan en el tejido tierno de los tallos por la presencia de las lenticelas, es un factor que al inicio de la evaluación podría originar una sobreestimación de la enfermedad con respecto a una evaluación en hoja. Los valores de R^2 (Cuadro 6), para el caso de la evaluación en hoja determinaron un mejor ajuste del modelo logístico (R^2 promedio = 87%), mientras que para

el caso de la evaluación en rama, el ajuste a este modelo fue menor (R^2 promedio de 81%)

Cuadro 5. Valores de tasa de infección aparente ("r") para la evaluación de antracnosis en varios clones de guanábana. La Rita, 1994.

Clon	Hoja	Rama	Promedio de tasa
Testigo	0,064	0,054	0,059
GLL-1	0,043	0,048	0,045
28-L6-2	0,036	0,036	0,036
R-3	0,031	0,040	0,035
R-6	0,029	0,033	0,031
28-L6-4	0,033	0,028	0,030
28-139	0,028	0,028	0,028
28-3	0,022	0,034	0,028
H-9	0,032	0,022	0,027
R-2	0,024	0,031	0,027
28-143	0,027	0,025	0,026
28-L3-1	0,024	0,026	0,025
G-2	0,026	0,024	0,025
R-5	0,021	0,029	0,025
L-23	0,24	0,024	0,024
H-5	0,025	0,022	0,023
R-1	0,021	0,021	0,021
R-4	0,022	0,018	0,020
28-L6-1	0,017	0,024	0,020
LA-1	0,018	0,018	0,018
28-L3-5	0,015	0,019	0,017
28-L6-3	0,011	0,020	0,015

CONCLUSIONES

Una sola evaluación en hoja o una evaluación que considere un porcentaje de severidad general por planta, para el caso de las plantas en vivero, es suficiente para estimar el progreso de la enfermedad en árboles de guanábana. Los clones codificados como LA - 1, 28 - L6 - 3 y 28 - L3 - 5 no presentaron un buen ajuste al modelo utilizado, ello se debió a que estos materiales presentaron los menores valores de tasa de infección aparente quizá debido a un menor desarrollo de la enfermedad.

La literatura menciona a *C. gloeosporioides* como un patógeno de alta variabilidad en una gran cantidad de cultivos. Aunque no se tienen estudios para el caso de la guanábana, las diferencias observadas en el laboratorio, en lo que respecta a color de micelio y tamaño de las conidias de diferentes aislamientos, hacen pensar en la presencia de diferentes razas del agente causal como un hecho muy probable.

Cuadro 6. Coeficiente de determinación (R^2), según modelo de mejor ajuste (Logístico), en varios clones de guanábana. La Rita, 1994.

Clon	Hoja (%)	Rama
Testigo	93	60
GLL-1	98	97
28-L6-2	95	85
R-3	96	92
R-6	84	94
28-L6-4	91	89
28-139	86	78
28-3	93	81
H-9	93	83
R-2	82	81
28-143	86	77
28-L3-1	88	88
G-2	98	84
R-5	93	96
L-23	76	94
H-5	90	88
R-1	83	80
R-4	86	61
28-L6-1	86	87
LA-1	68	50
28-L3-5	81	74
28-L6-3	77	64

Lo anterior limitaría el uso de los clones con resistencia a la enfermedad a regiones específicas de Costa Rica.

Es importante la propagación asexual de los árboles que presentan grados de resistencia, como parte de un manejo integrado de la enfermedad. Deben considerarse otras prácticas que también reducen los valores de "r", tales como el manejo del inóculo inicial mediante las podas sanitarias, el manejo de las distancias de siembra que favorecen la entrada de luz dentro de la plantación y un programa de aplicación de fungicidas que alterne o combine el uso de fungicidas protectores y sistémicos.

LITERATURA CITADA

- BRAUER, O. 1980. Fitogenética aplicada. Editorial Limusa, S.A. México. 518 p.
- CALVO, C. 1989. Estudio epidemiológico y combate de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) en la región de Matina de Costa Rica. Facultad de Agronomía. Turrialba, Costa Rica. 69 p.
- HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. 3a. Reimpresión. IICA, San José, Costa Rica. 216 p.
- JEFFRIES, P.; DODD, J.; JEGER, M; y PLUMBLEY, R. 1990. The biology and control of *Colletotrichum* species on tropical fruit crops. *Plant Pathology* 39: 343 - 366.
- LAPRADE, S. 1989. El cultivo de la guanábana en la zona atlántica. *ASBANA* 13 (32): 28 - 31.
- MOURA - COSTA, P.; KANDASAMY, K. y MARTELL, S. 1993. Evaluation of *in vitro* screening methods for assessing anthracnose disease reactions in tropical yams (*Dioscorea* spp). *Trop. Agric. (Trinidad)* 70 (2): 147 - 152.
- RODRÍGUEZ, F.; ZAMORA, C. 1984. Efecto de la aplicación de fungicidas sobre la incidencia de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz), en guanábana. *ASBANA*. Sexto informe de Labores. 1983 - 1984.
- SUBIROS, J. ; FLORES, E.; VARGAS, E. 1987. Estudio de la antracnosis en guanábana (*Annona muricata*). II. Efecto en la morfología de los tallos. *Turrialba* 37(3): 87 - 294.

Control químico de caña silvestre (*Saccharum spontaneum*)

Alonso Acuña Ch.¹, Benny García F.²

RESUMEN

La Caña silvestre (*Saccharum spontaneum*) es una maleza que se detectó en Costa Rica en 1986, actualmente es un problema cuarentenario difícil de resolver. Por tal motivo, en el tercer trimestre de 1998, en el Cantón de Siquirres se estableció un trabajo de investigación para evaluar algunos herbicidas: quinclorac a 4 l/ha ; cletodim 0,5 l/ha; setoxidin 0,75 l/ha; fluazifop-butilo 1,5 l/ha + 100 g urea; glifosato 4 l/ha + Imazapyr 1l/ha y un testigo absoluto; a los cuales se les adicionó NP-7 a razón de 2 cc de producto comercial por litro de solución. El experimento se estableció en una parcela de caña silvestre en estado de floración y con una altura que sobrepasaba los 2,0 m, por tal motivo, previo al establecimiento del experimento y a la aplicación de los herbicidas, se homogenizó el área experimental a una altura de 0,1 m del suelo. Se aplicó los tratamientos a los rebrotes con 15 días de desarrollo. El porcentaje de cobertura previo a la aplicación fue del 25%/m² y con un estado vegetativo de cuatro a cinco hojas, en la aplicación se utilizó una bomba de espalda marca Carpi de 16 l de capacidad, a la cual se le adaptó un aguilón para cuatro salidas con sendas boquillas 8002, lo que permitió una descarga de 288 l/ha. A los 15 días después de la aplicación -DDA- se mostró un cese en el crecimiento, a excepción del tratamiento testigo, además se presentó una toxicidad caracterizada por una coloración violeta en los rebrotes tratados, la cual se prolongó por no más de 10 DDA. Los tratamientos en estudio mostraron la particularidad de que cuando el rebrote se jalaba se desprendía con mucha facilidad, y mostraba una coloración café, la cual liberaba un olor desagradable. La translocación del herbicida no fue más allá del entrenudo que dio origen al rebrote tratado; por lo tanto, no se dio un buen transporte de los herbicidas hacia las partes subterráneas de la planta. De este trabajo se plantean algunas recomendaciones las cuales van orientadas a evaluar otras moléculas que muestren un buen transporte, diferentes estudios para conocer la biología y fisiología de esta maleza en nuestras condiciones y evaluar algunas prácticas culturales que minimicen su propagación.

INTRODUCCIÓN

La Caña Silvestre (*Saccharum spontaneum*) se detectó en nuestro país en 1986, en 1992 se informó en un cargamento de piña que llegó a Estados Unidos proveniente de nuestro país. Su presencia desde el punto de vista cuarentenario pone en riesgo otros productos de exportación (García y Loaciga, 1997), además de ser un potencial invasor de terrenos que no se cultivan, su presencia hace que éstas áreas se vuelvan prácticamente inmanejables (Comisión Caña Silvestre: Región Brunca; 1998). Hoy en día el control de esta maleza está regulado por obligación para quienes la tienen en sus propiedades (La Gaceta, 1988).

Un informe de la Comisión de Caña Silvestre (enero 1998) señala que el área total invadida por esta maleza asciende aproximadamente a 26917 m² de las cuales se tiene un control hasta del 90%, las áreas identificadas están alejadas de carretera, en fincas dedicadas a la ganadería y en las cercanías a plantaciones de banano y palma aceitera.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficacia biológica de algunas moléculas químicas para el control de Caña Silvestre (*Saccharum spontaneum*) en condiciones de la región Atlántica de Costa Rica.

REVISIÓN DE LITERATURA

A. Biología de la planta: A esta maleza se le conoce como "paja blanca", tiene un parentesco con la caña de azúcar y posee una capacidad competitiva muy desarrollada. Es de origen asiático y actualmente se ubican focos en todos los continentes. Por los aspectos cuarentenarios que le han asignado, las producciones de origen agrícola se ven seriamente afectadas porque sus semillas pueden ir presentes en material de cualquier tipo que se destine a la exportación. Para los productores pecuarios el daño se debe a la dureza de las hojas y tallos tan lignificados para la ingesta intestinal.

1. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, Costa Rica.

2. Inspección Fitosanitaria. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica.

La caña silvestre pertenece a la tribu Andropogoneae, planta rizomatosa con tallos no jugosos que puede alcanzar hasta cuatro m de altura y dos cm de diámetro. Las vainas son generalmente glabras, lígula de 1,5 a tres mm y lámina de las hojas hasta un metro de longitud por uno a dos cm de ancho, generalmente glabras, hirsutas sólo detrás de las lígulas. La panícula es de 25 a 60 cm de largo con pedúnculo y eje densamente hirsutos. Las espiguillas en pares, una sécil y la otra pedicelada, de 3,5 a siete mm, agudas, ambas perfectas, y con pelos vasales largos, glumas glabras en el dorso, generalmente ciliadas hasta el ápice, lema inferior tres mm y superior hasta cuatro mm, angosta entera; sin arista; palea superior 0,3 – 0,4 mm de ancha; un total de tres anteras, de 1,2 a dos mm; el fruto es seco indehiscente, una semilla de 30 cm de largo.

Tiene capacidad adaptativa a diferentes áreas en bosques recién alterados. Se adapta bien desde el nivel del mar hasta los 1500 m y en gran variedad de texturas y niveles de humedad en el suelo. Sus fuertes rizomas presentan crecimientos esporádicos lo que le da gran capacidad colonizadora y persistencia, aún después de quemada o chapeada. Varios biotipos se han identificado con adaptaciones del sistema radicular para zonas inundadas (raíces con parénquima) y para zonas áridas. Además de su propagación por rizomas y semilla sexual, la caña silvestre puede propagarse por fragmentos de tallo pues en los entrenudos existen yemas y primordios radicales. Su capacidad de interferencia en varios cultivos se ve favorecida por la producción de sustancias alelopáticas.

Esta maleza es de gran interés para los fitomejoradores ya que tienen un alto contenido de azúcares, resistencia a enfermedades, tolerancia a bajas temperaturas, buen macollamiento, vigoroso crecimiento, enraizamiento profundo, etc. Las plantas pueden ser autopolinizadas o de polinización cruzada sin dificultad.

Se utilizan para alimentación animal por su alto contenido de fibra, y se le puede realizar tres cortes al año con una producción de 5,5 t/ha de materia seca. Se puede utilizar para hacer escobas, esteras, cuerdas, para la construcción de techos y cercas, para la fabricación de pulpa de papel y por su lenta tasa de descomposición es una excelente fuente para coberturas, en algunos países los brotes tiernos se comen.

Después de haber descrito algunas de sus principales características, las cuales le permiten comportarse como una planta fuera de sitio o maleza en nuestras condiciones, se planteó el objetivo de evaluar la eficacia biológica de diferentes tratamientos químicos para el control de Caña

Silvestre (*Saccharum spontaneum*) bajo condiciones de la región Atlántica de Costa Rica.

B. Estrategias para su control: La Comisión de Caña Silvestre y la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal de Panamá recomiendan hacer investigación que en la medida de lo posible mejoren las prácticas ya conocidas, ya que, las medidas aplicadas son adaptadas de Filipinas y Panamá, pudiéndose resumir en (Benavides, 1997):

- La eliminación de inflorescencias (recogiéndolas en sacos y luego quemándolas) antes de que madure la flor.
- Chapia baja con cuchillo o motoguadaña.
- Colocar estolones sobre estacas para propiciar el gasto de reservas y posteriormente se aplica fuego.
- Aplicación de herbicidas como el fluazifop-p-butil (Fusilade) a los rebrotes cuando tengan entre cuatro y seis pares de hojas.
- Extracción de raíces con palín, esta práctica funciona cuando el control es bastante avanzado y el sistema radicular ha sido debilitado, lo negativo de esta práctica es que a profundidades mayores de 60 cm todavía se encontraron raíces.
- Inspección y seguimiento a parches aplicados con herbicida o en las que se les aplicaron prácticas culturales de cualquier índole.
- Inspección en áreas aledañas hasta en dos km a la redonda de los parches ubicados.

En condiciones controladas, Tewari *et al* (1992) reportan que con la aplicación de haloxyfop-methyl y fluazifop-methyl a la concentración de 0,25 kg/ha y aplicados a los 35 días después de la emergencia, obtuvieron un efectivo control de *S. spontaneum*, además de una apreciable reducción en la producción de rizomas.

A campo abierto, Balyan *et al* (1993) evaluaron glifosato en una concentración del uno al dos% en volúmenes de agua de 250 a 1000 l/ha adicionándole un surfactante (0,1%) y el efecto de coberturas (polipropileno blanco y negro) para el control de *S. spontaneum*, reportaron además que todos los tratamientos evidenciaron resultados entre el 76,7 – 99,3% de control. Los tratamientos que emplearon coberturas negras lograron el mejor control en mayor reducción de la maleza, además de una disminución en la producción de rizomas y de azúcares.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en la primera quincena de setiembre de 1998, en un lote al margen del cauce del río

Reventazón, en el caserío El Cocal, distrito El Carmen del Cantón de Siquirres en la provincia de Limón, Costa Rica. El área en el cual se estableció el experimento estaba con caña silvestre adulta, la cual, alcanzaba una altura superior a los dos m y en estado terminal de la floración, condición que obligó a homogenizar el lote, para tal efecto, se cortó la caña silvestre a una altura de 0,1 m del suelo, a los 15 días después del corte, los rebrotes alcanzaban el 25% de cobertura por m², bajo esas condiciones se facilitó el establecimiento en el área de un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, los herbicidas aplicados se describen en el Cuadro 1, los mismos se aplicaron sobre los rebrotes a los 15 días después del corte, estando ellos en un estado de desarrollo entre las cuatro y seis hojas. La parcela experimental fue de tres metros de largo por cuatro m de ancho, en la que se identificaron dos unidades de muestra conformadas por 20 puntos fijos para la toma de datos.

La aplicación de los tratamientos se hizo con una bomba de espalda marca Carpi de 16 litros de capacidad y se adicionó el penetrante NP-7 a razón de dos ml de producto comercial por litro de solución, las boquillas que se utilizaron fueron de abanico plano 8002 para un volumen de aplicación igual a 288 litros por hectárea. Las variables evaluadas fueron:

- Porcentaje de cobertura a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación –DDA- de los tratamientos según la escala descrita en el Cuadro 2.
- Evaluación del control de los herbicidas sobre la caña silvestre (eficacia biológica) a los 15 y 30 DDA de acuerdo a la escala descrita en el Cuadro 2.
- Altura (cm) de las plantas a los 0, 15, 30 y 45 DDA. Para tal efecto, se tomó la distancia entre la base del nudo que le dio origen al rebrote en cuestión, y la punta de la hoja más larga.

Cuadro 1. Tratamientos químicos evaluados para el control de Caña Silvestre. Limón, Costa Rica. 1999.

Nombre comercial	Nombre genérico	Familia	Dosis P.C./ha	Dosis i.a. /12 m ²
Facet 25 SC	Quinclorac	Carboxilico	4,0 l	0,03
Select 24 EC	Cletodim	Oxima ciclodiona	0,5 l	0,0288
Nabu-S 12.5 EC	Setoxidin	Ciclohexano	0,75 l	0,0144
Fusilade + urea	Fluazifop butil + 100 g ureal	Arioxi-fenoxi	1,5 l	0,023
Round-op 35.6 SL + Arsenal 24 SL	Glifosato + Imazapir	Fosfonico + Imidazolinona	4 l + 1 l	0,043 + 0,0288
Testigo absoluto				

P.C.= Producto comercial
i.a.= ingrediente activo

Cuadro 2. Escalas para evaluar el porcentaje de cobertura/abundancia y el control (según la ALAM) para Caña Silvestre. Siquirres, 1999.

Valor	Abundancia	Cobertura (%)	Control	Combate
1	Ocasionales	Menor de 1	Pobre	Menor 10
2	Pocas	1-5	Ligero	10-30
3	Comunes	6-30	Moderado	30-70
4	Abundante	31-66	Bueno	70-90
5	Dominante	67-100	Excelente	Mayor 90

ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuando se aplicaron los tratamientos, la caña silvestre había alcanzado un 25% de cobertura (Cuadro 3), a los 15 y 30 DDA se encontró con respecto al testigo, que el crecimiento de los rebrotes tratados se redujeron sustancialmente; a los 30 DDA el testigo alcanzó un 65% de cobertura, confirmándose que el crecimiento de las partes tratadas había cesado, tal y como se observa en las evaluaciones hechas a los 15 y 30 DDA, tanto en cobertura (Cuadro 3) como en altura de la planta -cm- (Cuadro 5).

Los síntomas de toxicidad que mostró la caña silvestre por la aplicación de los herbicidas se evidenciaron por una coloración violeta en las hojas más viejas del rebrote tratado. Los síntomas expresados por el Quinclorac fueron los más leves y para ningún caso se prolongaron por más de 10 días. El efecto de los herbicidas mostraron la particularidad de que cuando el rebrote se jalaba, éste se desprendía con mucha facilidad, mostrando una coloración café y liberando un olor desagradable.

El desarrollo vegetativo de las plantas tratadas se interrumpió con la aplicación de cualquiera de los tratamientos, inclusive hasta los 30 DDA (Cuadro 5). Este comportamiento se esperaba, ya que, el mecanismo de acción de los herbicidas evaluados, en general, es la interrupción del crecimiento, ya sea, inhibiendo la enzima sintetasa del acetolactato, lo que impide la biosíntesis de aminoácidos de cadena ramificada (valina, isoleucina y leucina) como el glifosato y el imazapir; o bien, inhibiendo la enzima carboxilasa de la acetil coenzima A, la cual interfiere en la síntesis de lípidos, como es el caso del Quinclorac, Cletodim, Setoxidin y Fluazifop-butil.

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos sobre la cobertura (%) de Caña Silvestre.

Tratamiento	0 dda	15 dda	30 dda
Quinclorac	26,7	40,0 b	40,0 b
Cletodim	26,7	43,3 b	43,3 b
Setoxidin	25,0	40,0 b	40,0 b
Fluazifop butil + 100 g urea	25,0	41,7 b	41,7 b
Glifosato + Imazapir	30,0	43,4 b	43,3 b
Testigo absoluto	25,0	55,0 a	65,0 a
CV(%)	14,54	8,74	8,74
LSD (5%)		6,98	6,98

Medias con la misma letra en una columna no dieron significativamente según LSD = 5%

DDA= Días después de la aplicación de los tratamientos

Además, estas moléculas tienen la particularidad de ser sistémicas, sin embargo, su translocación no fue más allá del entrenudo inmediatamente posterior al que le dio origen al brote tratado, lo anterior se propone que se debió a un inadecuado transporte hacia las partes subterráneas de la cepa, debido a que en el momento de aplicación de los herbicidas no se favorecía el movimiento basípeto de los asimilados.

Cuadro 4. Escala para el combate de Caña Silvestre con los herbicidas evaluados. Siquirres, 1999.

TRATAMIENTO	15 DDA	30 DDA
Quinclorac	3	3
Cletodim	3	4
Setoxidin	3	4
Fluazifop butil + 100 g urea	3	4
Glifosato + Imazapir	3	4
Testigo absoluto		

DDA= Días después de la aplicación de los tratamientos
Valor de combate de acuerdo a la escala ALAM (Cuadro 2)

La captura del herbicida se da por las células del parénquima (nudo) impidiéndole su avance a las partes subterráneas de la cepa de la planta, por lo tanto, es requisito fundamental para el control de esta maleza que el herbicida sobrepase esta barrera celular y le permita avanzar, caso contrario, la estrategia de control químico usarse estos mismos tratamientos podrían usarse únicamente para agotar las reservas de la cepa, teniéndose que hacer cuantas aplicaciones sean necesarias. Al no translocarse el herbicida hacia la cepa, el proceso fisiológico de la misma sigue sin alteración, por esto, en algunas parcelas, y con mayor énfasis las que habían sido aplicadas con Setoxidin mostraron una inducción a la formación de callo en el nudo siguiente, estructura a partir de la cual se evidenció la formación de las raíces. Llama la atención la respuesta fisiológica de la maleza y recalca aún más el calificativo de "especie cuarentenada", ya que, prácticas de control inadecuado pueden conducir a una mayor tasa de reproducción vegetativa y por ende a un riesgo potencial en el incremento de la diseminación.

La respuesta de estas plantas bajo las condiciones evaluadas, no permiten la recomendación de ninguno de los herbicidas aquí evaluados en este trabajo, ya que, se requiere de la aplicación de éstos cuantas veces se desarrollen de nuevo los rebrotes, aumentando el volumen de los plaguicidas y de mano de obra, condición que puede incrementar los costos para su control.

Es deseable iniciar estudios que conduzcan a la identificación del momento adecuado, en el ciclo vegetativo de la caña silvestre, en el que deben ser aplicadas esas moléculas para que superen el entrenudo de manera que puedan llegar a los puntos de crecimiento ubicados en la cepa o partes subterráneas de la planta.

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos sobre la altura de Caña Silvestre.

Tratamiento	0 dda	15 dda	30 dda
Quinclorac		99,6 b	100,7 b
Cletodim		92,0 b	102,0 b
Setoxidin		98,7 b	94,3 bc
Fluazifop butil + 100 g urea		84,7 b	89,7 cd
Glifosato + Imazapir		84,7 b	84,0 d
Testigo absoluto		129,0 a	138,0 a
CV(%)		2,77	4,31
LSD (5%)		15,64	7,962

Medias con la misma letra en una columna no dieron significativamente según LSD = 5%

DDA= Días después de la aplicación de los tratamientos

CONCLUSIÓN

Los herbicidas utilizados en este experimento no controlaron eficientemente caña silvestre. Debe aclararse que la eficacia de estos herbicidas se limitó en controlar el rebrote sobre el que fueron aplicados, sin tener la capacidad de trasladarse al resto de la cepa, induciéndose por tal motivo al enraizamiento de los últimos nudos, situación que no colabora en un control eficiente de la maleza.

RECOMENDACIONES

Hacer los estudios biológicos y fisiológicos correspondientes que logren identificar en los estados iniciales del ciclo biológico de la caña silvestre, bajo nuestras condiciones, el momento de desarrollo en el cual se empieza a favorecer el transporte basípeto de asimilados, los cuales a su vez, “arrastrarán” la molécula herbicida.

Se sugiere evaluar otras familias de herbicidas para tratar de penetrar la cepa y alcanzar los puntos de crecimiento.

Evaluar diferentes prácticas culturales que reduzcan su diseminación.

LITERATURA CITADA

- BALYAN, RS; MALIK, RK; SINGH, SM; PAHWA, SK. 1993. Effect of mulching and volume of glyphosate spray on the control of tigergrass (*Saccharum spontaneum*). Integrated weed management for sustainable agriculture. Proceedings of an Indian Society of Weed Science International Symposium, Hisar, India, vol. III, 240-243; 5 ref.
- BENAVIDES, L. 1997. Estrategias y avances en las acciones de monitoreo y control de la Caña Silvestre en Panamá. MIMEO. Resumen del Informe Técnico. Dirección Nacional de Sanidad Vegetal. MIDA. Panamá.
- COMISION CAÑA SILVESTRE. REGION BRUNCA. 1998. Memoria de trabajo 1996-1997. Sobre el manejo de la Caña Silvestre. Dirección Regional Brunca, Programa Defensa Agrícola. MAG.
- DE LA CRUZ, R. MIMEO Biología y ecología de malezas con énfasis en *Saccharum spontaneum*. EARTH. Limón, C.R..
- LINDEMAM, G. V. MIMEO. *Saccharum spontaneum*, maleza presente en el Continente Americano, Panamá: IDIAP - Región Oriental.
- GARCIA, B; y LOAICIGA, G. 1997. Situación actual de la Caña Silvestre en Costa Rica. Informe de Labores, Programa de Defensa Agrícola. MAG.
- MONTES PICO, L.; GARCIA, B. 1996. La “Caña Silvestre” una amenaza para los forrajes. Programa de Defensa Agrícola. MAG..
- LA GACETA. 1998. Decreto Ejecutivo No.26633-MAG. Periódico Oficial. San José, C.R. 8.
- TEWARI, AN; SING, V; DUBEY, RP. 1992. Effect of fluazifop buthyl and haloxyfop methyl on *Saccharum spontaneum* control in greengram. Indian Journal of Weed Science. 22: 3-4, 81-82..

Análisis económico sobre diferentes alternativas de combate a nematodos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*)

Tomás Rojas M.¹

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en Palmar Sur Cantón de Osa Costa Rica. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con cinco tratamientos y seis repeticiones, los tratamientos fueron Counter 10GR a 25 kg/ha, Counter10GR a 22,59 kg/ha (testigo relativo, lo que hace el agricultor), Counter 10GR a 15 kg/ha y el testigo absoluto sin nematicida. Se realizó un muestreo inicial para conocer la cantidad de nematodos en el suelo (inóculo inicial), por la naturaleza del trabajo sólo se tomaron datos de cosecha en campo, los costos de producción, se realizaron análisis de presupuestos parciales de dominancia, análisis de sensibilidad y tasa de retorno marginal. El nivel crítico o de daño económico encontrado en el suelo fue de dos juveniles (J2) por cc de suelo. Los tratamientos con mayor tasa de retorno marginal fue Counter 10GR 15 kg/ha con 0,39 y Counter 10GR 20 kg/ha con 5,98, esto nos dice que por cada unidad invertida el agricultor estaría ganando 5,98 unidades adicionales. Este tipo de trabajo da una mejor visión de los problemas que causan los nematodos, criterios de acción contra la plaga, racionalización de los nematicidas para tener una agricultura sostenible.

INTRODUCCIÓN

Los nematodos son organismos que afectan a los cultivos de manera directa e indirecta. Estos microorganismos con frecuencia pasan desapercibidos ya que se encuentran en las raíces de las plantas, por lo tanto no puede verse su efecto. El combate de los nematodos se ha realizado tradicionalmente con productos químicos de una manera irracional, con aplicaciones elevadas de nematicidas, contaminando el medio ambiente y perjudicando la salud humana.

El arroz es un cultivo muy susceptible a los nematodos, los cuales pueden disminuir su rendimiento entre un 5 a 30 % (Babatola 1980). Las investigaciones realizadas en Costa Rica

al respecto, se han orientado a describir él o los tipos de nematodos asociados al cultivo de arroz, siendo los más importantes *Meloidogyne salasi* y *Pratylenchus* sp (Rojas 1994). Los trabajos en este sentido son escasos; además no se han realizado análisis económicos respecto a los tratamientos.

La mayoría de los investigadores están familiarizados con la técnica de los análisis estadísticos para determinar diferencias entre tratamientos, pero pocos conocen algunas técnicas de análisis económico. Muchas veces se argumenta que no hay evidencias de diferencia estadística entre las medias de tratamientos, por lo tanto, no es necesario el análisis económico, esta afirmación no es cierta, es necesario que ambos análisis se lleven a cabo (Calvo y Siman 1992). Esto se puede realizar por medio de los Presupuestos Parciales, el cual nos ayuda a organizar los datos experimentales, información sobre los costos y beneficios de varias tecnologías, eficacia biológica de algunos productos cuando es difícil de medir como es el caso de los nematodos.

Además por medio de algunos procedimientos como, análisis de dominancia, análisis de sensibilidad y análisis marginal, se pueden derivar recomendaciones a partir de la información contenida en los presupuestos parciales e informar sobre riesgos que se puedan conocer cuando se utiliza una nueva tecnología o cuando un tratamiento es más rentable que otro (Calvo y Siman 1992).

Aguilar (1993) realizó una investigación en el combate de nematodos en el cultivo de arroz y el análisis estadístico entre la prueba de medias determinó que no había diferencias significativas, cuando se realizó el análisis económico, encontró una diferencia sustancial entre los tratamientos, donde se obtenía ganancias con uno de los tratamientos sugeridos.

1. Unidad de Fitonematología. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica

La disminución en el rendimiento de arroz de secano por problemas de fitonematodos en Costa Rica es evidente (Figueroa 1978, González 1978, Sancho *et al* 1987, Rojas 1994). Los trabajos realizados han dejado por fuera los análisis económicos respectivos. Se conoce que los agricultores hacen aplicaciones altas de nematicidas sin conocer la dosis más adecuada (contaminando los suelos, intoxicando animales silvestres y elevando los costos de producción), sólo saben que da buenos resultados.

El análisis biológico y económico de la problemática mencionada puede ayudar a aclarar mejor las interrogantes que se tienen al respecto. El objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes dosis de nematicidas para el control de nematodos fitoparásitos en el cultivo de arroz y determinar por medio de un análisis económico cual tratamiento es más rentable o conveniente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en una finca con tradición arrocera del cantón de Palmar Sur provincia de Puntarenas, Costa Rica, donde se conoce la existencia de poblaciones altas de nematodos (*Meloidogyne salasi* y *Pratylenchus sp.*). El diseño experimental fue bloques completos al azar con cinco tratamientos y seis repeticiones, la unidad experimental consistió en parcelas de tres m², a las cuales se le realizó análisis de varianza y prueba de Duncan. La variedad utilizada fue CR-8334. Los análisis económicos realizados fueron: presupuestos parciales, sensibilidad, dominancia y tasa de retorno marginal.

Tratamientos

Testigo relativo (tratamiento del agricultor Counter 10GR 22,59 Kg/ha)

Testigo absoluto (no se aplica nematicida)

Terbufos -Counter10 GR 25 kg/ha

Terbufos -Counter10 GR 15 kg/ha

Terbufos -Counter10 GR. 20 kg/ha

Variables Evaluadas

Se realizó un muestreo inicial por parcela para conocer las poblaciones antes de la siembra de ensayo y se llevaron todos los costos de producción para hacer los análisis económicos necesarios (costos fijos y costos variables), medición de la cosecha (rendimiento de campo) y precio del arroz al momento de cosecha.

RESULTADOS Y DISCUSION

La población inicial (Pi) en el suelo de todo el ensayo fue en promedio de dos segundos estados juveniles (J2) de *M. salasi* por un cc de suelo. Esto está por encima del nivel crítico encontrado por Candanedo que es de 1 J2 por cc de suelo y el encontrado por Aguilar(1993) que fue de 1,32 J2 por cc de suelo.

Los nematodos comienzan a invadir las raíces de la planta a los 15-20 días de haber sembrado el cultivo y se pueden recuperar poblaciones importantes de nematodos tanto en las parcelas testigos como las tratadas con el nematicida. A los 60 días, *M. salasi* alcanza una población mayor a los 130500 J2 y se mantiene hasta la cosecha. Resultados similares obtuvo Rojas (1994) cuando estudió la fluctuación poblacional a través del tiempo de este nematodo en el cultivo de arroz. Los primeros 60 días de edad son importantes en la protección del cultivo, ya que en esos días la planta está propensa a cualquier tipo de problemas patológicos y es cuando se prepara para su producción.

No existieron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) para la variable rendimiento neto de campo en los distintos tratamientos (Cuadro 1), aunque se observa un aumento con Counter 10 GR 20 kg/ha seguido por Counter 10 GR 15 kg/ha con respecto al testigo y al Counter 10 GR 25 kg/ha.

Cuando solo se miden las poblaciones en el suelo a través del tiempo, algunas conclusiones para el control de nematodos pueden ser erróneas, ya que una vez germinada la planta los nematodos van a la raíz cambiando el panorama en el suelo, de la misma manera cuando se mide solo raíz. El comportamiento de los nematodos en arroz varía mucho, es por ello que es necesario medir otros factores para sacar conclusiones más contundentes en el manejo o control de los nematodos en el cultivo.

Por lo anterior, se realiza el análisis económico que puede dar un criterio de acción en el control de nematodos en arroz. En consecuencia, se desestimó realizar muestreos a través del tiempo dentro de cada tratamiento, pues el comportamiento de *M. salasi* puede variar como lo sugieren Aguilar (1993) y Rojas (1994), además el efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de nematodos se mide también en el rendimiento.

Cuadro 1. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de campo de la variedad de arroz CR-8334. Costa Rica 1997.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO/ha
Counter 10GR 20 kg/ha	112,12 A
Counter 10GR 15 kg/ha	109,39 A
Counter 10GR 22,59 kg/ha	103,22 A
Testigo	101,72 A
Counter 10GR 25 kg/ha	80,61 A

Valores en la columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo con la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (alfa = 0,05)

Al no encontrar diferencias estadísticas significativas, se procedió al análisis económico, ya que se observan aumentos en el rendimiento del cultivo cuando se aplican los tratamientos de nematocida. Counter 10 GR a 25 kg/ha y Counter 10 GR a 20,32 kg/ha salen de los otros análisis económicos por ser dominados por el testigo (no aplicado).

La tasa de retorno marginal (TRM), indican que aunque no se determinaron diferencias estadísticas entre los tratamientos; Counter 10GR 20 kg/ha de producto comercial resultó la mejor opción con un beneficio neto de ₡452 700 y una tasa de retorno marginal de 598,73%, o sea, que por cada unidad invertida se obtienen 5,98 unidades adicionales.

El tratamiento Counter 10GR 15 kg/ha es la segunda opción con mejor respuesta económica con un beneficio neto de ₡440 875 y una tasa de retorno marginal de 39,04%, o sea, se obtienen 0,39 unidades adicionales por cada unidad invertida Cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis de presupuestos parciales dominados y no dominados. CYMMIT 1997.

Tratamiento	Rend. Prom. (qq/ha)	BeneficioBruto (₡/ha) ¹	Costo variable (₡/ha)	Beneficio neto (₡/ha)	Tasa Ret. Mar. % TRM
No Dominado					
Testigo	102,00	437000	0,00	437000	
Counter 15kg/ha	109,00	450800	9925,00	440875	39,04
Counter 20 kg/ha	112,00	464 600	11900,00	452700	598,73
Dominados					
Counter 25 kg/ha	83,00	331200	13875,00	317325,00	—
Counter 20.32 kg/ha	103,00	427800	12026,00	415774,00	—

¹ Precio de campo del producto ₡ 4600/qq para el año que se realizó el trabajo

Resultados similares obtuvo Aguilar (1993) cuando no encontró diferencias estadísticas significativas y realizó un análisis económico sobre los diferentes tratamientos utilizados, dándole como mejor recomendación económica Terbufos 10G a razón de 2,5 kg i.a/ha, con un nivel de inóculo 1,32 segundos estadios juveniles de *Meloidogyne salasi* por un cc de suelo.

Según Candanedo el nivel de infestación requerido o criterio de acción para el combate de *M. salasi* es de un juvenil de segundo estado/cc de suelo. El nivel de infección de *M. salasi* en este trabajo fue de dos juveniles de segundo estado (J2)/cc de suelo, superior al que obtuvo Aguilar (1993) en su trabajo.

La disminución de la población de nematodos y la eficacia biológica del nematocida se puede medir también por el beneficio que un tratamiento ejerce sobre las poblaciones de nematodos, que en la mayoría de los casos es difícil medir ya que estos organismos son difíciles de estudiar y de predecir las pérdidas que ocasionan.

Por lo anterior se recurre a otro tipo de análisis para comprender mejor la problemática de estas plagas tan difíciles de estudiar. En muchos casos no se determinan diferencias significativas entre los tratamientos de la plaga en estudio (nematodos en este caso) y rechazamos que los nematocidas no influyeron en el rendimiento del cultivo.

Estas suposiciones en muchos casos no son ciertas y los análisis económicos demuestran lo contrario como el presente caso, donde se observa que el nivel de inóculo inicial de dos J2/cc de suelo es perjudicial para el cultivo y que dosis de Counter 10GR (Terbufos) a razón de 20 kg/ha de producto comercial tienen un efecto positivo en el rendimiento del cultivo.

CONCLUSIONES

El nematodo de mayor importancia en el arroz es *Meloidogyne salasi*.

Con el nivel de inóculo obtenido en este trabajo (2 J2 por cc de suelo analizado), las dosis de nematicida recomendada para obtener una buena ganancia (tasa de retorno marginal TRM) es de Counter 10GR (Terbufos) a razón de 20 kg/ha con un TRM de 5,98, seguido de Counter 10GR a 15 kg/ha con un TRM de 0,39.

La efectividad de los tratamientos se pudo observar cuando se realizaron los análisis económicos, que es en última instancia lo que el agricultor necesita.

LITERATURA CITADA

AGUILAR, J.A. 1993. Evaluación de nematicidas, enmiendas orgánicas y resistencia varietal al nematodo agallador (*Meloidogyne salasi*, López) en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) en Panamá. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 110 p.

BABATOLA, J.D. 1980. Reactions of some rice cultivars to the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Nematropica 10(1): 5-9.

CALVO, G.; SOMAN, J.J. 1992. Uso de presupuestos parciales de beneficio neto en la evaluación financiera de tecnologías de manejo integrado de plagas. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 20p (Mimeografiado)

FIGUEROA, A. 1978. Estudio morfométrico y biológico sobre el nematodo cecidógeno del arroz *Hipsoperine* sp (Nemátoda: Heterodidae) y pruebas de susceptibilidad al mismo de once variedades y una línea de arroz (*Oryza sativa*). L). Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica. 51 p.

GONZALEZ, L. 1978. Nematodos fitoparásitos asociados con la rizosfera de arroz y maíz en varias zonas agrícolas de Costa Rica. Agronomía Costarricense. 2(2):171-173

ROJAS, M.T. 1994. Reconocimiento de nematodos en el cultivo de arroz en la Zona Sur en arroz de secano y Pacífico Seco en arroz inundado. Informe de la Dirección de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica.

SANCHO, C.L.; SALAZAR, L.; LOPEZ, R. 1987. Efecto de la densidad inicial del inóculo sobre la Patogenecidad de *Meloidogyne salasi* en tres cultivares de arroz. Agronomía Costarricense (Costa Rica) 11(2):233-238.

Evaluación sobre la resistencia varietal de 12 genotipos de arroz (*Oryza sativa*) al nematodo agallador *Meloidogyne salasi*

Tomás Rojas¹, Nelly Vásquez²

RESUMEN

Un total de 12 genotipos de arroz fueron evaluados para determinar su reacción al nematodo nodulador de la raíz *Meloidogyne salasi*. El ensayo se realizó en los Invernaderos del Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE) ubicados en Turrialba Costa Rica. Los genotipos utilizados fueron: CR1113, CR5272, CR2069, CR8341, Setesa 2, CR2198, CR1821, CR750, CR8334, CR2068, Setesa 9 y CR751. En maceteros de aproximadamente tres kg de capacidad, se sembraron diez semillas, las cuales se inocularon 15 días después con 5000 huevos y juveniles de *M. salasi*. A los 55 días de la inoculación se encontraron diferencias significativas para el índice de agallamiento ($P \geq 0,01$). Las variedades CR5272, Setesa 2, CR2068, CR1113 y Setesa 9 presentaron susceptibilidad al nematodo, mientras que CR2198, CR751, CR2069, CR8341 y CR1821 manifestaron una resistencia moderada, en tanto que CR8334 y CR751 mostraron resistencia. La variedad CR750 presentó una resistencia moderada aunque mostró una población final de nematodos y una tasa de multiplicación alta, aspecto que sugiere la existencia dentro de su genoma de genes que inducen alguna capacidad para soportar una mayor población del nematodo.

INTRODUCCION

Existen muchos factores que pueden afectar el rendimiento del cultivo de arroz, entre estos factores los fitonematodos causan problemas en el rendimiento del cultivo. Gómez (1981) menciona que los nematodos del genero *Meloidogyne* pueden estar causando pérdidas de hasta un 50 % en condiciones de campo. En Panamá, Aguilar (1993) menciona que las pérdidas pueden ser de un 5% a un 20%.

En Costa Rica se han encontrado varios géneros asociados al cultivo del arroz, entre los cuales se tienen: *Meloidogyne* sp,

Helicotylenchus sp, *Pratylenchus* sp, *Criconemella* sp, *Aphelenchoides* sp, *Aphelenchus* sp, *Xiphinema* sp, *Longidorus* sp, *Trichodorus* sp, *Hirschmanniella* sp y otros (González 1978, Rojas 1995). Figueroa (1973) propone una nueva especie de nematodo agallador el cual causa grandes pérdidas en el cultivo de arroz; posteriormente, López (1984) realizó estudios citogenéticos y morfométricos estableciendo que la especie obtenida por Figueroa corresponde a una nueva especie: *Meloidogyne salasi*.

Estudios de monitoreo realizados por Sancho *et al* (1987) y Rojas (1994) en la Zona Sur y el Pacífico Seco de Costa Rica encontraron poblaciones altas de nematodos relacionadas con daños severos al cultivo del arroz. Estos organismos disminuyen significativamente el rendimiento del cultivo y predisponen a la planta al ataque de otros patógenos como hongos y bacterias.

El combate de los fitonematodos se realiza por medio de sustancias químicas. El uso indiscriminado e irresponsable de los nematocidas en este cultivo, ha ocasionado problemas a la salud humana y al medio ambiente (Ramírez y Ramírez 1980, Glynn 1989).

Una alternativa de combate de nematodos fitoparásitos es por medio de la resistencia genética; en nuestro país se han realizado pocos esfuerzos en la selección de variedades resistentes o tolerantes al daño del nematodo agallador. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta de los genotipos de arroz más utilizados en la agricultura nacional, sobre la resistencia al nematodo agallador *Meloidogyne salasi*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó bajo condiciones de invernadero, para tal fin se utilizaron muestras de 2,5 l de capacidad con una mezcla de suelo y arena previamente esterilizada con calor, la mezcla tuvo una proporción de 2:1 (dos del suelo y uno de arena), dejándose

1. Unidad de Fitonematología. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica .

2. Unidad de Biotecnología, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

reposar por ocho días para prevenir cualquier efecto colateral que tenga el suelo después de esterilizado.

Los genotipos evaluados fueron: CR1113, CR1821, CR5272, CR8334, CR8341, CR751, CR2194, CR2198, CR2068, CR2070, SETESA 2, SETESA 9; estos se sembraron en las macetas, se colocaron diez gramos por maceta de cada material. El experimento se dispuso en un diseño completamente al azar, con 12 tratamientos y cuatro repeticiones.

La fuente de inóculo se obtuvo de plantas de arroz infestadas naturalmente con *M. salasi* y multiplicado en la variedad CR1113 ya que es uno de los materiales más antiguos que se disponen y es susceptible en el campo a *M. salasi*. A los 15 días después de la siembra se inoculó con una población inicial (Pi) de 5000 huevos y juveniles del nematodo por maceta. El ensayo tuvo una duración de 55 días después de la inoculación. Se realizó una fertilización para suplir la demanda de elementos esenciales.

Las variables evaluadas fueron:

- Índice de agallamiento (escala de Babatola 1980)
- Porcentaje de agallamiento
- Población final de *M salasi* en el suelo y raíces.
- Peso fresco de raíces.
- Tasa de Multiplicación del nematodo (Población final / Población Inicial)
- Peso del follaje

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,01$) entre tratamientos a la reacción de *M. salasi* para el porcentaje de agallamiento, población final, tasa de multiplicación y peso de follaje (Cuadro 1).

El menor porcentaje de agallamiento radical de 8,75% se encontró en la variedad CR751, seguido de la variedad CR8334

Cuadro 1. Reacción de 12 variedades de arroz (*Oryza sativa*) al nematodo agallador *Meloidogyne salasi* y efecto sobre el peso de las raíces y el follaje fresco. Turrialba Costa Rica 1996.

Tratamiento	% de agallas	Índice de agallamiento	Población final en 100 gr raíz	Tasa de multiplicación	Peso de Raíz en gramos	Peso del Follaje en gramos
CR 5272	90,00 a*	6 (AS)	71675 a	12,36 a	15,30 bc	12,65 dc
Setesa 2	77,50 a	6 (AS)	38500 ab	8,70 ab	10,60 cde	12,07 dc
CR 2068	71,25 abc	5 (S)	50400 a	10,47 a	6,67 def	7,87 ef
CR 1113	67,25abcd	5 (S)	29100 abc	5,82 ab	15,50 bc	13,10 bcd
Setesa 9	65,00 abcd	5 (S)	51600 a	14,33 a	4,37 f	5,47 f
CR 2198	42,50 bcde	4(MR)	32700 abc	5,89 ab	18,12 ab	15,07 abc
CR 750	41,25 cdef	4 (MR)	61800 a	11,49 a	8,05 def	7,30 ef
CR 2069	40,00 cdef	4 (MR)	29150 abc	6,51 ab	17,50 ab	16,80 a
CR 8341	35,00 cdef	4 (MR)	34500 ab	6,90 ab	21,17 a	16,32 ab
CR 1821	31,25 def	4 (MR)	57475 a	10,08 a	11,60 dc	10,27 ed
CR 8334	17,50 ef	3 (R)	14100 bc	2,82 b	5,37 ef	4,55 f
CR 751	8,75 f	3 (R)	11550 c	2,31 b	6,22 ef	5,65 f

*Medias con igual letra no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan.

con 17,50%. La variedad con más alto porcentaje de agallamiento fue CR5272 con un 90,00% (Cuadro 1). En muchos casos la reducción en el porcentaje de agallamiento podría establecer alguna resistencia en materiales evaluados (Hare 1965).

El índice de agallamiento permite diferenciar cuatro tipos de categorías (de acuerdo a la escala de Babatola, 1980) que se basa en la proporción del sistema radical con agallas: altamente susceptibles, susceptibles, moderadamente resistentes y resistentes.

De los 12 materiales evaluados (Cuadro 1) CR5272, Setesa 2, CR2068, CR1113 y Setesa 9 están en las dos primeras categorías (en términos generales susceptibles), donde la reacción a los nematodos fue muy alta y por lo tanto el porcentaje de agallamiento y la tasa de multiplicación fueron altas, estas mismas variedades presentaron poblaciones altas en campo en un estudio realizado por Rojas (1994). Las variedades CR2198, CR750, CR2069, CR8341 y CR1821 presentaron una moderada resistencia y las variedades CR8334 y CR751 presentaron resistencia, según el índice de evaluación utilizado.

La variedad CR750 se clasificó como moderadamente resistente según el índice de agallamiento propuesto, pero la tasa de multiplicación del nematodo fue alta, probablemente esta variedad puede soportar una alta población del nematodo y la reacción de la planta hacia la plaga no es tan visible como otras variedades, este tipo de reacción se puede vincular como tolerancia o resistencia moderada, resultados similares obtuvo Candanedo *et al* (1988) cuando relacionó el desarrollo radical con el índice de agallamiento observando agallas pequeñas en *Capsicum annum* y *C. frutescens*

Las variedades con menor peso de raíz fresca y follaje fueron las que expresaron resistencia. Algunas plantas tienen la capacidad de alterar su fisiología cuando son atacadas por los nematodos disminuyendo o aumentando el peso de raíces como mecanismo de defensa (Aguilar 1993, Hadisoeganda y Sasser 1982).

CONCLUSIONES

De los 12 genotipos de arroz evaluados CR8334 y CR751 presentaron el menor índice de agallamiento y tasa de multiplicación, razón por la que se consideran materiales resistentes, CR5272, SETESA9, SETESA2, CR2068 y CR1113 se clasifican en materiales susceptibles, en tanto que CR2198, CR751, CR2069, CR8341 y CR1821 fueron ubicados como moderadamente resistentes.

La variedad CR750 presentó una población final alta del nematodo y por lo tanto una tasa de multiplicación alta, no obstante, tuvo una moderada resistencia, esto puede indicar que esta variedad tiene algún mecanismo de defensa que le permite soportar una población más alta que otras variedades de arroz.

Es importante continuar la búsqueda de variedades de arroz resistentes a *M. salasi* para disminuir las aplicaciones de nematicidas y minimizar la contaminación y los costos de producción.

LITERATURA CITADA

- AGUILAR, J.A. 1993. Evaluación de nematicidas, enmiendas orgánicas y resistencia varietal al nematodo agallador (*Meloidogyne salasi*, López) en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en Panamá. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 110p.
- BABATOLA, J. D. 1980. Reaction of some rice cultivars to the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Nematropica 10(1): 5-9
- CALDANEDO, E.M.; PINOCHET, J.; ARANDA, G.; GRAY, B.1988. Evaluación de germoplasma de pimentón y ají picante a *Meloidogyne incognita* en Panamá. Nematropica 18(2): 87-91.
- FIGUEROA, A. 1978. Estudios morfométricos y biológicos sobre el nematodo cecidógeno del arroz *Hypoperine sp* (Nematoda: Heterodidae) y pruebas de susceptibilidad al mismo de once variedades y una línea de arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica. 51 p.
- GONZALEZ, L. 1978. Nematodos fitoparásitos asociados con la rizosfera de arroz y maíz en varias zonas agrícolas de Costa Rica. Agronomía Costarricense. 2(2): 171-173.
- GOMEZ, T.J.; PUERTA, D.R. GOMEZ, A.R.1991. Nematodos parásitos asociados a las siembras de arroz en la terraza de Ibagué. Arroz, Bogotá, Colombia. V. 30.Nº 313. 17-24 p.
- GLYNN, M. 1989. Water threat prompts California scientists to urge ban on use of aldicarb. The Packer, Los Angeles (USA). p. 3A.
- LOPEZ, R. 1984. *Meloidogyne salasi* sp. n./Nematoda: *Meloidogynidae*, a new parasite of rice (*Oryza sativa* L.) from Costa Rica and Panamá. Turrialba (Costa Rica) 34(3):275-286.

- HADISOEGANDA, W.W.; SASSER, J.N. 1982. Resistance of tomato, bean, southern pea and garden pea cultivars to root-knot nematodes based on host suitability. *Plant Disease* 66(2) : 145-150
- HARE, W.W. 1965. The inheritance of resistance of plants to nematodes. *Phytopathology* 55: 1162-1167.
- RAMIREZ, A.L. Y RAMIREZ, C.M. 1980. Esterilidad masculina causada por la explotación laboral al nematicida 1,2-Dibromo-3 cloropropano. *Act. Met. Cost. Vol. 23-Nº. 3*, 219-222p, Costa Rica.
- ROJAS, M.T. 1994. Reconocimiento de nematodos en el cultivo de arroz en la Zona Sur en arroz de secano y Pacífico Seco en arroz inundado. Informe a la Dirección de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Ganadería
- SANCHO, C.L.; SALAZAS, L.; LOPEZ, R. 1987. Efecto de la densidad inicial del inóculo sobre la patogenicidad de *Meloidogyne salasi* en tres cultivares de arroz. *Agronomía Costarricense Costa Rica* 11 (2): 233-238.

Extracción de nutrientes en cuatro variedades de papa, (*Solanum tuberosum* L.) en Pacayas de Alvarado, Cartago, Costa Rica

Oscar Gómez Vega ¹, Rodolfo Amador Pereira ²

RESUMEN

En una finca comercial, localizada a una altitud de 1735 msnm con una temperatura promedio de 17,6°C y una precipitación promedio de 2313 mm, se realizó un estudio de la extracción de nutrientes en cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). El objetivo del experimento fue determinar la extracción total de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn y Fe en la totalidad de la planta, y en sus partes, en las variedades Atzimba, Floresta, Idiafrit y Birris. Se usó una densidad de siembra de 40,000 plantas por ha, con una fertilización básica a la siembra de 150 - 375 - 100 kg/ha de N, P y K, respectivamente, y a la aporca: 37,5 - 5,0 - 55,0 kg/ha de N, P, K. Los muestreos de plantas para los estudios fenológicos y de extracción de nutrientes, se realizaron cada diez días, a partir de los 30 días después de la siembra (DDS). Los elementos más extraídos, en orden decreciente fueron K, N, Ca, Mg y P, cuya extracción fue constante hasta los 70-80 DDS. Idiafrit fue la variedad más extractora de nutrientes, a excepción del cobre en lo que fue superada por Atzimba y Birris, en segundo lugar se ubicó Birris, que fue superada por Floresta, la cual ocupa el tercer lugar en extracción de N, P, K, y el cuarto lugar en extracción de Cu, Mn y Fe a excepción de Ca, Mg y Zn. La de menor extracción es Atzimba en N, P, K, Ca, Mg y Zn, aunque ocupa el primer lugar en extracción de Cu y tercero en Mn y Fe. En la extracción por los tubérculos, Idiafrit extrajo más P, K, Ca, y Mg pero ocupó el segundo lugar en Mn y Fe, el tercero en Cu y el último en Zn. Birris mostró ser la principal extractora de N, Cu, Zn, Mn y Fe y ocupó el segundo lugar en P y Mg, tercera en K y última en Ca. Floresta ocupó el segundo en N, K y Ca, el tercero en Mg, Zn y Mn y cuarto en Cu, Atzimba fue la menos extractora en N, P, K, Mg, Mn y Fe, fue segunda en extracción de Cu y Zn y la tercera en Ca.

INTRODUCCIÓN

La extracción de nutrientes en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) ha sido ampliamente estudiada a nivel mundial, especialmente en los subtrópicos, ya que son zonas altamente productoras de este cultivo, sin embargo, la información para las condiciones tropicales es escasa. En Costa Rica solamente se reporta un trabajo realizado en la zona norte de Cartago realizado por Cortés y Moreira (1993), para las variedades Atzimba y Granola, y únicamente para la parte foliar.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la extracción de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, y Fe en las variedades Birris, Idiafrit y Floresta de reciente liberación, más Atzimba como comparadora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en una finca comercial de Pacayas de Alvarado, Cartago, a una altitud de 1735 msnm., con una temperatura promedio de 17,6 °C y una precipitación de 2313 mm (Estación Meteorológica de Pacayas, IMN).

Los tratamientos se dispusieron en parcelas de ocho surcos por ocho metros de largo, separadas a un metro entre sí y 0,25 metros entre plantas, para una densidad de siembra, de 40.000 tubérculos por hectárea. A la siembra se fertilizó al fondo del surco, con 150 - 375 - 100 kg/ha de N, P, K respectivamente y a la aporca con 37,5 - 5,0 - 55,0 kg/ha de N, P, K.

Los muestreos de plantas para los estudios fenológicos y de extracción de nutrientes, se realizaron cada diez días, a partir de los 30 días después de la siembra, en cada muestreo se extrajo una planta completa por surco, para un total de ocho plantas por variedad.

1. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, Costa Rica

2 Consultor Privado. CONTRIPLAGAS S. A., Costa Rica

Las plantas extraídas se lavaron y se separaron en sus diferentes órganos, agrupándolos en :

1. Tallos aéreos y follaje
2. Tallos subterráneos y raíces
3. Estolones
4. Tubérculos

Se evaluó el peso fresco y seco. El secado se realizó en una estufa a 65 °C. Se hizo la digestión con una mezcla nitro perclórica, en la cual se determinó el contenido de los diferentes elementos por absorción atómica y colorimetría. Además se hizo un análisis de suelos antes de la siembra en el sitio del experimento.

Tanto los suelos como las plantas se analizaron con la metodología utilizada en el laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

El suelo del área experimental se clasificó, preliminarmente, como Typic Haplustands y tiene una topografía casi plana y una textura franco arcillo arenosa. Las características físico-químicas del suelo se presentan en el Cuadro 1, en el que se observa que el suelo del experimento se caracteriza por tener un pH ácido y alta concentración de aluminio, el resto de los elementos se encontraron en niveles óptimos y altos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración foliar de nitrógeno fue alta durante los primeros 30-40 días después de la siembra (DDS) (Figuras 1, 3, 5 y 7), es decir en el período de crecimiento vegetativo, después disminuye paulatinamente al iniciarse el proceso de tuberización. Las mayores concentraciones de nitrógeno en este período se deben posiblemente a que es parte integrante de importantes componentes de la planta entre ellos: las albúminas vegetales, los fermentos que influyen en la migración de elementos desde las hojas hasta los tubérculos, la clorofila, los aminoácidos y las proteínas. En el Cuadro 2 se presentan las concentraciones de elementos para las cuatro variedades estudiadas.

Cuadro 1. Características físicas y químicas del suelo del experimento, Pacayas, Alvarado Cartago. 1997.

Características	Medida
Materia orgánica (%)	8,38
pH agua	5,0
Ca cmol(+) l ⁻¹	5,0
P μ/ml de suelo	52 ,0
K cmol(+) l ⁻¹	0,73
Mg cmol(+) l ⁻¹	2,1
Al cmol(+) l ⁻¹	1,08
Cu μ/ml de suelo	15,0
Zn μ/ml de suelo	4,0
Mn μ/ml de suelo	12,0
Arena (%)	47,2
Limo (%)	34,5
Arcilla (%)	16,6
Nombre textural	Franco
Densidad aparente g/cm ³	0,85

Potasio es el elemento más concentrado durante el ciclo vegetativo pero presenta un comportamiento irregular en todas las variedades (Figuras 1, 3, 5 y 7), excepto en Idiafrut en la que a partir de los 50 - 70 DDS empieza a disminuir, aunque sigue siendo alto.

Esto posiblemente se debe a que el K interviene en la síntesis de azúcares y almidones y es muy importante en el traslado de estos últimos de las hojas a los tubérculos, además favorece la síntesis de albúminas, disminuyendo la cantidad de compuestos nitrogenados solubles en los tubérculos, los cuales influyen negativamente en la calidad de la papa para consumo fresco.

Cuadro 2. Contenido de nutrientes en cuatro variedades de papa. Pacayas, Cartago. 1997.

	FOLLAJE							
	%				mg kg ⁻¹			
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn
BIRRIS	4,58	0,5	7,27	1,39	0,73	63	115	435
FLORESTA	4,16	0,52	6,75	1,33	1,08	73	115	430
IDIAFRIT	4,34	0,5	7,26	0,92	0,6	63	83	503
ATZIMBA	2,74	0,57	7,25	0,89	0,59	188	122	538

También le imparte firmeza al tejido celular, de ahí que las plantas afectadas por deficiencias de K no puedan conservarse bien y sean atacadas más intensamente por microorganismos patógenos.

A pesar de que el P es considerado como uno de los elementos más importantes, no sólo por ser parte importante de numerosos componentes de la papa, sino porque participa decididamente en los fenómenos metabólicos energéticos, las concentraciones fueron bajas en comparación con el Ca y Mg a los que no se les presta la debida importancia. El comportamiento del P indica que se concentra en mayor cantidad en los primeros 30 - 40 DDS (Figuras 2, 4, 6 y 8), luego descende, manteniéndose casi constante a partir de los 70 DDS, este comportamiento es casi igual para las cuatro variedades.

El Ca a pesar de formar parte de la membrana celular (Engelhard, 1989), la cual regula el metabolismo del jugo celular y ser el tercer elemento más concentrado en la planta, es poco móvil y se convierte en un elemento estable. En las variedades Birris, Floresta y Atzimba se alcanza el pico máximo de extracción a los 50 DDS (Figuras 2, 6, y 8), y luego descende, pero en Floresta se presenta un segundo pico a los 80 días, el cual coincide con el pico máximo de extracción de Idiafrit (Figura 4).

El Mg otro elemento importante, ya que ocupa el centro de la cabeza hidrófila de la molécula de clorofila (Libbert, 1976), la que a su vez incide directamente en el proceso fotosintético. En el Cuadro 3 se observa a la Floresta como la variedad más extractora de Mg, seguida por Birris, Idiafrit y Atzimba con picos máximos en la etapa de crecimiento vegetativo (Figuras 2, 4, 6 y 8).

El Cu es el microelemento que se encuentra en menor proporción, aunque es muy importante ya que se ubica en los cloroplastos que son el centro de numerosas enzimas, por lo que se deduce que tiene una participación muy activa en el proceso fotosintético. Este elemento presenta una mayor concentración a los 30 DDS, en pleno crecimiento vegetativo, luego descende conforme aparece el llenado de tubérculos.

El Zn tiene como una de las funciones más importantes la regulación del crecimiento, mediante el control de la síntesis del triptófano, el cual es precursor del ácido indol β acético (auxina). Las mayores concentraciones se presentan a los 30-40 DDS en todas las variedades, siendo Atzimba la más alta, seguida por Floresta, Birris e Idiafrit. Conforme avanza el período vegetativo la concentración de Zn disminuye debido a la estabilización del crecimiento, que ocurre a los 50 DDS. El comportamiento del Mn (cuya función principal se liga al potencial redox, con un papel de activador de enzimas y que

participa en la escisión de la molécula de agua en la fotosíntesis). Idiafrit y Birris tienen su pico máximo a los 80 días, mientras que Atzimba y Floresta lo tienen a los 70 días.

El Fe es importante por su capacidad de pasar de forma reversible de un estado reducido a uno oxidado, así como por su facilidad de formar complejos quelatados y ser un componente esencial en numerosas enzimas, con o sin grupos hemáticos (metaloporfirina de Fe). El comportamiento del Fe es irregular en todas las variedades, Birris la de mayor concentración y su pico máximo está a los 80 días, le sigue en importancia Idiafrit, cuya mayor concentración ocurre al final del ciclo vegetativo, luego Atzimba, que tiene sus picos máximos a los 30 y 90 DDS y la Floresta es la menos extractora y presenta dos picos, uno a los 40 y otro a los 80 DDS.

En el Cuadro 2, se observa que la variedad Birris presenta las mayores concentraciones de N, K, Ca y Fe, ocupando el segundo lugar en Mg y Zn y el tercero en Cu, P y Mn. En general, las variedades estudiadas muestran una secuencia de acumulación de nutrientes en el siguiente orden: $K > N > Ca > Mg > P > Fe > Mn > Zn > Cu$.

La variedad Floresta es la más extractora de Mg, la segunda en Ca, Cu y Zn, la tercera en N y cuarta en K, Mn y Fe, la Idiafrit, se coloca en segundo lugar en cuanto a extracción de N, K y Mn, además es tercera en P, Ca, Mg, Cu, Zn y Fe y la Atzimba es la variedad más extractora de P, Cu, Zn y Mn y ocupa el segundo lugar en cuanto a Fe, es tercera en K y cuarta en N, Ca y Mg.

Al analizar la extracción total, se obtuvieron los resultados presentados en las Figuras de la 1 a la 8 y en el Cuadro 3.

Nitrógeno

Se notó que Idiafrit es la planta más extractora de este elemento con 208 kg/ha, seguida de Birris con 201, en tercer lugar Floresta con 170 y por último Atzimba con 139 (Fig.1,3,5 y 7). Esta menor extracción de Atzimba, posiblemente se deba al ataque severo de *Liriomyza huidobrensis* (Mosca minadora) de que fue objeto esta variedad después de los 40 días. Idiafrit y Atzimba tienen su pico máximo de extracción a los 70 DDS, mientras que Birris lo tiene a los 80 y Floresta a los 105.

En relación con los tallos aéreos y follaje Idiafrit extrae 116 kg/ha a los 80 DDS, Birris 84, Floresta 79 y Atzimba 45 a los 70 DDS respectivamente.

Las raíces nos muestran que Floresta es la que más extrae más volumen con 6 a los 70 DDS, Idiafrit 6 a los 105, en tercer lugar aparece Birris con 4 y Atzimba con 3 a los 70 DDS.

Los estolones y tallos subterráneos indican que Idiafrit extrae 1,4 kg/ha 80 DDS, seguida por Floresta con uno, ambas con un pico máximo a los 80 DDS. En tercer lugar Birris con <1 kg/ha a los 70 DDS y por último Atzimba con <1 kg/ha a los 80 DDS.

Los tubérculos se convierten en la parte más extractora de N, siendo Floresta la variedad más extractora con 137 kg/ha (81 % del total) a los 90 DDS, seguida de Birris con 132 (47 % del total), en tercer lugar Idiafrit con 124 (58 % del total) y los 105 DDS respectivamente, por último Atzimba 101 (69 % del total) a los 90 DDS. Es necesario acotar que el incremento en el uso de este elemento se produce a partir de los 50 DDS en las fases de tuberización y llenado de tubérculos.

Fósforo

La extracción total de P indica que Idiafrit es la variedad más extractora (18 kg/ha), seguida por Birris (17, ambas con un pico máximo de extracción a los 80 DDS), en tercer lugar se ubica Floresta con 14,98 kg/ha a los 50 DDS y por último está Atzimba con 13 kg/ha a los 70 DDS. Igual que en N se observó que la extracción de este elemento se incrementa a partir de los 50 DDS.

Los tallos aéreos y el follaje son los órganos más extractores de P, y se acumula en mayor proporción en los tubérculos.

El pico máximo de extracción de P, se observa a los 50 DDS en tres variedades Idiafrit, Floresta Birris con 6 kg/ha respectivamente y por último Atzimba con 4 kg/ha a los 60 días DDS.

Los tubérculos mostraron ser el segundo órgano más extractor de fósforo, siendo Idiafrit la variedad más extractora con 14 kg/ha (76 % del total), le sigue Birris con 14 kg/ha (77 % del total), luego Floresta con 11 (88 % del total), a los 65 DDS respectivamente, por último se encuentra Atzimba que extrae 10 kg/ha (75 % del total) a los 70 DDS.

Las otras partes de la planta no merecen un análisis en particular, ya que al parecer son básicamente conductores de este elemento.

Potasio

El pico de la extracción de potasio se encuentra a los 80 DDS, a excepción de la Floresta que lo presenta a los 90 DDS pero aún continúa creciendo (fecha de la defoliación).

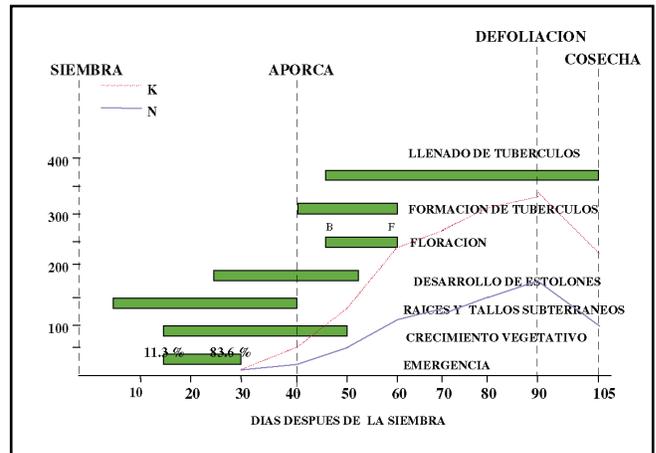


Figura 1. Extracción de N y K por etapas fenológicas en la variedad Floresta.

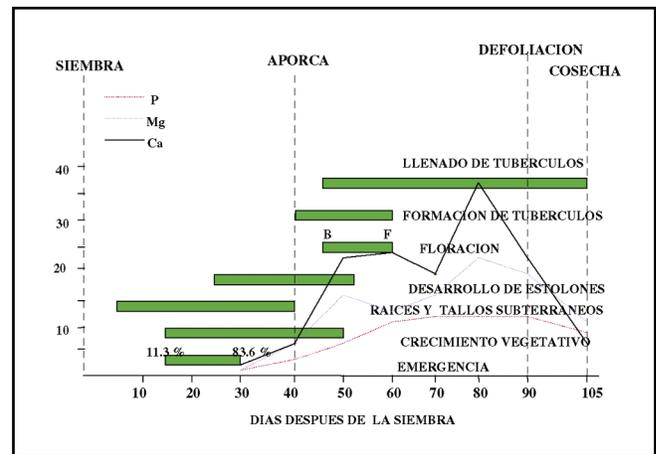


Figura 2. Extracción de P, Mg y Ca por etapas fenológicas en la variedad Floresta.

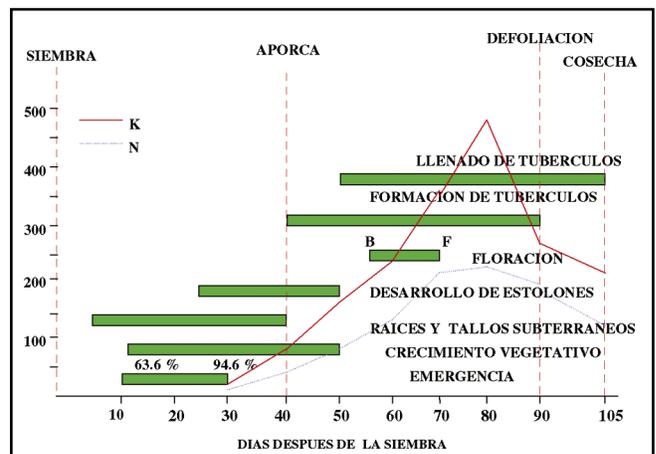


Figura 3. Extracción de N y K por etapas fenológicas en la variedad Idiafrit.

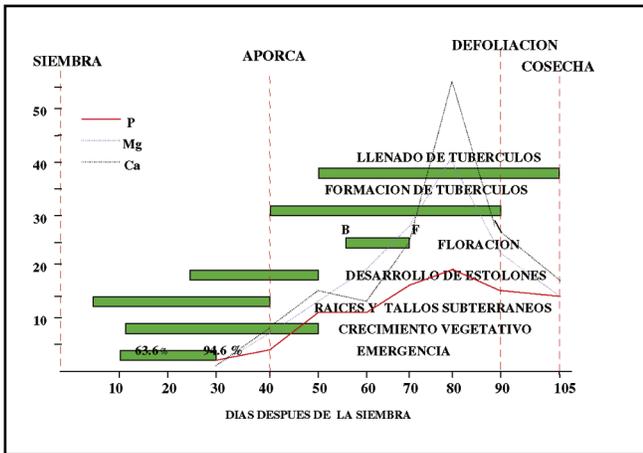


Figura 4 . Extracción de P, Mg y Ca por etapas fenológicas en la variedad Idiafrit.

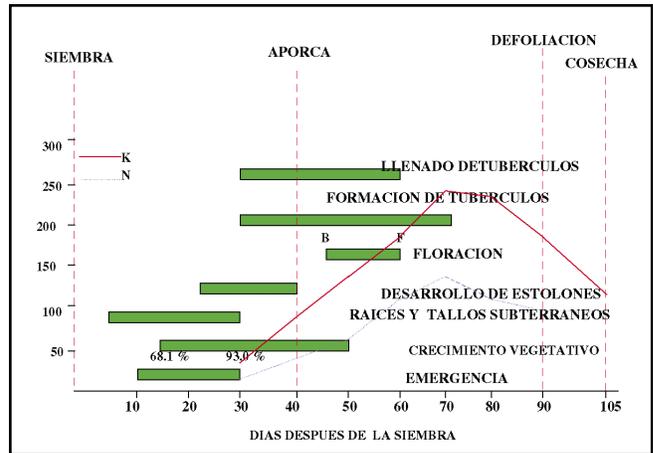


Figura 7. Extracción de N y K por etapas tecnológicas en la variedad Atzimba .

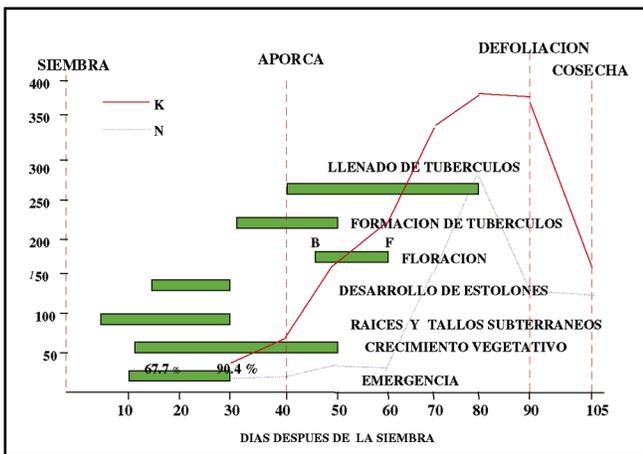


Figura 5. Extracción de N y K por etapas fenológicas en la variedad Birris .

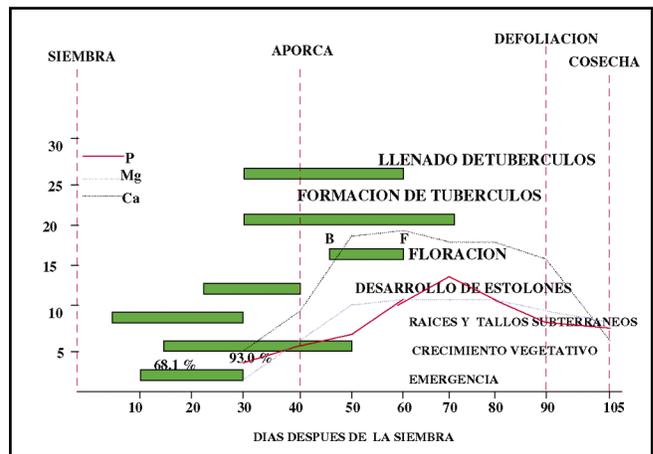


Figura 8. Extracción de P, Mg y Ca por etapas fenológicas en la variedad Atzimba .

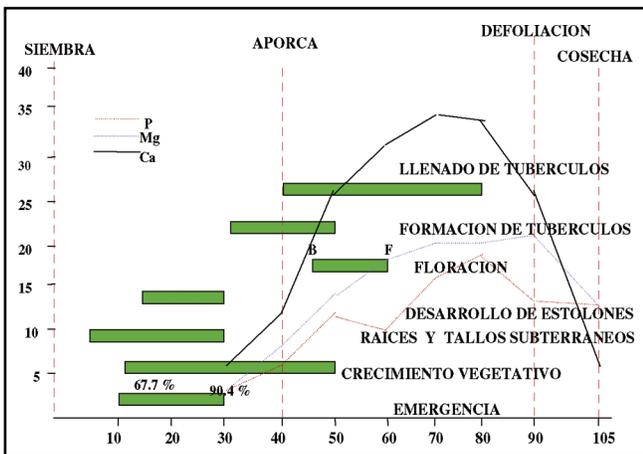


Figura 6. Extracción de P, Mg y Ca por etapas fenológicas en la variedad Birris.

Cuadro 3. Absorción total de nutrientes en cuatro variedades de papa, kg/ha.

	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe
FLORESTA	170,41	12,28	316,33	35,62	21,85	0,05	0,41	1,38	4,13
TUBERC.	137,26	10,81	215,22	8,1	11,71	0,03	0,2	0,11	0,97
IDIAFRIT	215,74	18,97	481,2	54,99	41,5	0,1	0,53	2,81	6,67
TUBERC.	124,42	14,44	225,51	16,66	14,44	0,06	0,19	0,14	1,28
BIRRIS	281,78	17,7	378,72	34,39	21,56	0,1	0,35	1,49	5,73
UBERC.	207	13,69	192,36	5,49	13,19	0,05	0,15	0,25	1,47
ATZIMBA	139,08	13,83	248,43	18,48	11,76	0,13	0,35	1,39	1,77
TUBERC.	96,8	10,33	127,29	6,49	6,57	0,04	0,12	0,1	0,86

La variedad Idiafrit resultó ser la más extractora de potasio, con 481,2 kg/ha seguida de Birrís con 378,72 kg/ha en tercer lugar Floresta con 316,33 kg/ha y por último Atzimba con 248,43 kg/ha.

Los tallos aéreos y follaje mostraron un comportamiento similar al de la totalidad de la planta o sea Idiafrit extrajo 289, Birrís 202, Floresta 183 y Atzimba 136 kg/ha, la primera y la tercera tuvieron su pico máximo de extracción a los 80 DDS, mientras que la segunda y cuarta lo tuvieron a los 60 DDS.

En relación con los tubérculos Idiafrit extrajo 225 kg/ha (53 % del total), Floresta 215 kg/ha (88 % del total), Birrís 169 kg/ha (50 % del total) y Atzimba 128 kg/ha (51 % del total).

Este dato es muy importante, ya que éstas son las cantidades reales que la planta extrae del terreno. Los tallos subterráneos y las raíces y estolones extraen cantidades insignificantes, razón por la cual no se analizan datos.

Todas las variedades incrementan la extracción de potasio después de los 50 DDS, en las fases de tuberización y llenado de tubérculos, aspecto de importancia a la hora de diseñar un programa de fertilización.

Calcio

La variedad Idiafrit es la más extractora de este elemento con 55 kg/ha, le sigue en importancia la Floresta con 35 kg/ha ambas tienen su pico máximo de extracción a los 80 DDS, luego se ubican Birrís y Atzimba con 34 y 18 kg/ha a los 50 DDS respectivamente.

Los tallos aéreos y el follaje muestran que Idiafrit es la que más extrae este elemento con 49 kg/ha, seguida por Floresta con 29, ambas con un pico Máximo a los 80 kg/ha DDS, en tercer lugar esta Birrís con 31 kg/ha a los 60 DDS y por último Atzimba con 15 a los 50 kg/ha DDS.

Los tubérculos de Idiafrit fueron los órganos más extractores de

calcio con 16 kg/ha (30 % del total), le sigue floresta con 8 kg/ha (22 % del total), en tercer lugar se ubica Atzimba con 6 kg/ha (35 % del total) a los 90 DDS, Birrís es la que extrae menos 5 kg/ha (16 % del total), su pico máximo de extracción se presenta a los 105 DDS igual que para las dos primeras variedades. Como en los casos anteriores, la absorción de calcio se incrementa a partir de los 50 DDS.

En vista de la escasa extracción de este elemento por los tallos subterráneos y raíces y estolones no se analizan estos datos.

Magnesio

El comportamiento de magnesio es un tanto similar al del calcio, la extracción de este elemento por la variedad Idiafrit, fue de 41 kg/ha seguida por Floresta con 22 kg/ha ambas presentan el pico máximo a los 80 DDS. Luego se ubica Birrís con 22 kg/ha a los 90 DDS y por último esta Atzimba con 12 a los 70 DDS.

En los tallos aéreos y follaje se encontró que Idiafrit extrae 32 kg/ha, seguida por Floresta con 14 kg/ha ambas tienen su pico máximo de extracción a los 80 DDS, en tercer lugar está Birrís 11 kg/ha a los 90 DDS, por último Atzimba con 8 kg/ha a los 60 DDS.

Al analizar los tubérculos, se observó que Idiafrit ocupa el primer lugar con 14 kg/ha (35 % del total), en segundo lugar Birrís con 13 kg/ha (61 % del total), en tercer lugar Floresta con 11 kg/ha (54 % del total) y finalmente Atzimba con 7 kg/ha (56 % del total). Todas las variedades tienen un pico máximo de extracción a los 105 DDS.

No se analizan los otros órganos por las razones anteriormente expuestas.

Cobre

La variedad más extractora de cobre fue Atzimba con 0,13 kg/ha y mostró su pico máximo de extracción a los 50 DDS, después están Birris e Idiafrit con 0,1 kg/ha y por último Floresta con 0,05 kg/ha, estas últimas tienen su pico máximo de extracción a los 80 DDS.

Con relación a los tallos aéreos y follaje se observó el mismo comportamiento, presentado por Atzimba. La máxima extracción fue de 0,1 kg/ha a los 50 DDS, seguida por Idiafrit con 0,054 kg/ha y Birris con 0,05 kg/ha y por último Floresta con 0,02 kg/ha estas tres últimas tienen su pico de extracción a los 80 DDS.

Los tubérculos de Idiafrit extrajeron 0,06 kg/ha, los de Birris 0,05 kg/ha los de Atzimba 0,04 kg/ha las tres tienen su pico máximo de extracción a los 105 DDS y Floresta 0,02 kg/ha a los 90 DDS.

Como se puede observar el cultivo de papa extrae muy poco cobre independientemente de la variedad.

Zinc

Idiafrit se constituye en la planta más extractora de Zn con 0,53 kg/ha, seguida por Floresta con 0,43 kg/ha. Ambas presentan la mayor extracción a los 80 DDS, en tercer lugar se ubica Birris con 0,36 kg/ha y por último Atzimba con 0,35 kg/ha las dos tienen su pico máximo de extracción a los 60 DDS.

Los tallos aéreos y el follaje indican que Idiafrit extrae 0,36 kg/ha, seguida por Floresta con 0,3 kg/ha luego Birris con 0,22 kg/ha y Atzimba con 0,2 kg/ha teniendo picos máximos a los 80 DDS Idiafrit y Floresta, Birris a los 90 DDS y Atzimba a los 60 DDS.

Los tubérculos de Birris son los más extractores de zinc con 0,25 kg/ha, le siguen los de Atzimba y Floresta con 0,2 kg/ha y por último los de Idiafrit con 0,19 kg/ha, con el mayor pico de extracción a los 105 DDS en todas las variedades, excepto Atzimba que lo tiene a los 70 DDS.

Igual que en los otros elementos el incremento en la extracción se produce después de los 50 DDS.

Manganeso

De las cuatro variedades estudiadas, Idiafrit es la más extractora con 2,8 kg/ha, seguida de Birris con 1,5 kg/ha luego está Atzimba con 1,4 kg/ha las tres tienen su pico máximo de extracción a los 80 DDS, Floresta con 1,3 kg/ha es la que extrae menos Mn su pico de máxima extracción se ubica a los 70 DDS.

Los tallos aéreos y el follaje de Idiafrit extraen 2,7 kg/ha, le sigue Birris con 1,4 kg/ha luego Atzimba con 1,3 kg/ha y por último Floresta con 1,3 kg/ha, excepto por Atzimba que tiene su pico 1,3 kg/ha. Excepto por Atzimba que tiene su pico máximo de extracción a los 50 DDS, el resto de las variedades lo tienen a los 80 DDS.

Los tubérculos de Birris son los más extractores de Mn con 0,25 kg/ha, seguidos por los de Idiafrit con 0,14 kg/ha luego los de Floresta con 0,11 kg/ha y por último Atzimba con 0,1. A excepción de Atzimba que tiene su pico máximo de extracción a los 90 DDS, el resto de las variedades lo tienen a los 105 DDS.

No se analizan los otros órganos por carecer de importancia desde el punto de vista de extracción.

Hierro

La secuencia de extracción de Fe es la siguiente: Idiafrit, Birris, Floresta y Atzimba con 6,7, 5,7, 4,1 y 1,8 kg/ha, respectivamente. Las primeras tienen su pico máximo de extracción a los 80 DDS, Atzimba lo tienen a los 60 DDS.

Los tallos aéreos y el follaje de Idiafrit extraen 5,7 kg/ha, los de Birris 4,6 kg/ha los de Floresta con 2,8 kg/ha y los de Atzimba 1,3 kg/ha, los picos máximos de extracción son iguales a los de la planta en general.

Los tubérculos de Birris son los más extractores de Fe con 1,5 kg/ha, le sigue Idiafrit con 1,3 kg/ha Floresta con un kg/ha y Atzimba con 0,9 kg/ha las dos primeras presentan un incremento sostenido con picos máximos a los 105 DDS, mientras que las dos últimas decrecen a partir de los 90 DDS.

No se analizan los demás órganos por la escasa importancia que tienen desde el punto de vista de extracción de nutrientes. A partir de los 50 DDS es que se nota un incremento en la extracción de este elemento.

El rendimiento por planta de las cuatro variedades bajo estudio, se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Rendimiento de cuatro variedades de papa. Pacayas, Cartago. 1997. (Fuente: Amador, R. sin publicar).

Variedad	Kg/planta	% tubérculo comercial
Idiafrit	1,661	59,8
Floresta	1,337	64,6
Atzimba	0,919	35,0

CONCLUSIONES

Todas las variedades evaluadas extraen nutrientes en el siguiente orden:

K> N> Ca> Mg> P> Fe> Mn> Zn> Cu. Esta secuencia se cumple en todas las variedades a excepción de Atzimba que extrae más fósforo que Magnesio.

Floresta es una variedad eficiente en el uso de los nutrientes; ya que a pesar ser menos extractora de N, P, K, Cu, Mn y Fe, presenta un buen rendimiento total y el mayor porcentaje de tubérculos comerciales.

Los órganos más extractores de nutrientes son los de la parte aérea de la planta y los tubérculos. Al analizar la extracción de nutrientes de los tubérculos, se observó que Floresta entre el 80 % del total de N y el 88 % del K extraído por la planta, que son los elementos que se exportan en mayor cantidad del suelo. Los estolones y las raíces al parecer se comportan como tubos conductores, ya que no acumulan nutrientes en cantidades importantes.

Las fases tecnológicas de mayor extracción son floración, tuberización y llenado de tubérculos, las cuales se inician a los 50 DDS coincidiendo con la finalización del período vegetativo.

La extracción intensiva de nutrientes se produce a partir de los 50 DDS en todas las variedades. Considerando los programas de fertilización utilizados en la actualidad se distribuyen a la siembra y a la aporca durante los primeros 40 DDS es conveniente investigar y la efectividad de tal manejo.

LITERATURA CITADA

- AMADOR, R. 1997. Estudio fenológico de cuatro variedades de papa en Pacayas de Alvarado, Cartago. Sin publicar.
- CORTÉS, J. ; MOREIRA, M. A. 1993 Análisis de absorción y concentración de nutrientes en dos cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L) en la Zona norte de Cartago, Costa Rica, Boltec 26(2) 15-28.
- ENGELHARD, W. A. 1989. Management of diseases with macro and microelements. The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota. 717 p.
- LIBBERT, E. 1976. Fisiología de las plantas(en ruso) Redac. MIR, Moscú. 584 p.

Resultados de la poda baja por calle en el café (*Coffea arabica* cv. Caturra) y en las poblaciones del nemátodo *Meloidogyne* spp.

Adrián Figueroa Morera¹, Jorge Meckbel Campos²

RESUMEN

El objetivo general de este trabajo fue la búsqueda del uso razonable y adecuado de sistemas idóneos en el combate de los nemátodos que afectan el café. Con ese propósito se investigó el efecto de la poda baja por calle en las raíces del cultivo y los nematodos endoparásitos que lo afectan. La poda baja a 40-50 cm del suelo, es una de las prácticas culturales más recomendadas y se usó en una área cultivada con café Caturra, en un sistema de poda baja por calle en lapsos de tres años. Esta situación permitió evaluar la evolución del sistema radicular a intervalos mensuales, lo mismo que los nematodos endoparásitos presentes en plantas con poda y sin podar, por el lapso de un año. Se relacionaron estas variables con el brillo solar y la precipitación. El trabajo se llevó a cabo en la finca La Isabel, Turrialba, Cartago, Costa Rica, en una elevación de 645 msnm, la precipitación de 2,640 mm y 1,536 horas de brillo solar, de enero a diciembre de 1991. En enero se podaron las plantas a 50 cm de altura y se realizó el primer muestreo de raíces 20 días después. Para recuperar las raíces, se hicieron hoyos con una pala de hoja angosta de 13 cm de ancho por 30 cm de profundidad y a 10 cm de la base o tronco de las plantas. Se muestreó un bloque de cinco hileras de plantas con y sin poda, de cuatro plantas por hilera se obtuvo una muestra compuesta y un total de 20 muestras por mes en ambas variables. En el laboratorio se midió el peso total e individual de cada muestra y el peso de las raíces finas o procesables en licuadora. De las raíces finas se recuperó el nematodo por el método convencional de licuado y tamizado. Las variables evaluadas fueron: poblaciones de nematodos y peso de raíces totales y finas a través del tiempo. Los resultados de estas variables se ajustaron para realizar análisis de regresión con coeficientes ortogonales cuadráticos. Los resultados obtenidos

indican que las poblaciones del nematodo monitoreado sufrieron una reducción drástica con la poda baja de las plantas, en concordancia con el deterioro registrado en las raíces del café. Razón por la que no se recomienda el uso de nematicidas el año de la poda. En las plantas con follaje (sin poda), el nematodo se incrementó en el primer cuatrimestre del año y mostró el máximo pico de población en abril en concordancia con la disminución pluvial y el incremento del brillo solar. De mayo hasta agosto ocurre lo contrario y el nematodo muestra la población mínima en agosto. Este comportamiento se puede relacionar con el hospedero.

INTRODUCCIÓN

En Costa Rica, de 22 géneros de nematodos fitoparásitos asociados con el café (*Coffea arabica*), sobresalen como parásitos del cultivo los géneros *Meloidogyne* y *Pratylenchus* según Figueroa (1978, 1984, 1990). La práctica de combate más corriente se ha restringido al uso de productos químicos nematicidas de acuerdo con Figueroa (1978, 1984).

Para minimizar el uso de nematicidas se ha recomendado una sola aplicación anual, escogiendo el momento más oportuno y las dosis más bajas posibles. También se ha tratado de concientizar al productor para que controle los nematodos, cuando el estado del cultivo y las poblaciones de los nematodos lo ameriten. Todo esto, como una política de transferencia tecnológica del Ministerio de Agricultura para el agricultor.

Trabajos de control biológico, uso de materia orgánica y de resistencia varietal realizados por Figueroa (1978, 1984) no rindieron los resultados esperados, en un sistema de cultivo intensivo.

1. Consultor Independiente

2. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, Costa Rica

Con la idea de buscar un método de control integrado que satisfaga las necesidades actuales y futuras, se ha pensado en estudiar alternativas en donde se incluyan también prácticas culturales idóneas. Con ese propósito se incursionó en el estudio de las podas y sus efectos en las plantas y los nematodos. Se han publicado trabajos de esta índole por Figueroa (1990,1998).

Se ha investigado en diferentes nichos ecológicos y métodos de cultivo, el sistema de poda baja o total de la planta a 30 hasta 50 cm de altura del suelo, que de acuerdo con Carvajal (1984) y el ICAFE-MAG (1989), se trata de una de las prácticas más recomendadas en este cultivo.

Con el fin de evaluar los efectos de la poda a 50 cm de altura en las poblaciones de los nematodos y en las raíces de las plantas, comparando estos efectos con plantas sin poda, se realizó este trabajo en una plantación de café Caturra con un ciclo de poda por calle a tres años, en un área ecológica no estudiada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se inició en enero y terminó en diciembre de 1991. Se ubicó en la finca La Isabel, Turrialba, Cartago, Costa Rica, a una altitud de 645 msnm, precipitación de 2,640 mm y 1,536 horas de brillo solar en el año considerado. La información climática se obtuvo de una estación ubicada contiguo a la finca a 602 msnm, latitud 9°53" N y longitud 83°38" O región tropical bosque húmedo montano.

El área escogida consistió en un cafetal de Caturra sometido a cultivo intensivo con sombra de poró (*Erythrina poeppigiana*) regulada y cultivado a 0,84 m entre plantas y 1,90 m entre calles, en un suelo plano, aluvial, franco arcillo arenoso (Tropept), con un sistema de poda baja por calle en un ciclo de tres años y a 50 cm de altura de las plantas.

La fertilización y el control de las enfermedades se realizaron según el programa del ICA-FE-MAG (1989) y no se usaron nematicidas.

El trabajo de campo se inició en la primera semana de enero de 1991 con la poda baja por calle, y el primer muestreo de raíces tuvo lugar el 23 de enero; el último se realizó el 22 de diciembre de ese mismo año. Las evaluaciones de raíces y nematodos se realizaron a intervalos mensuales. Con este propósito se usó un método propuesto por Figueroa (1971, 1990), que consiste en hacer un hoyo de cinco dm³ en el suelo y a 10 cm de distancia de la base de las plantas. Para esto se usó una pala de hoja angosta (palín) de 13 cm de ancho por 30 cm de

profundidad y se sacó un taco de suelo con raíces. Para ubicar la distancia entre el hoyo de muestreo y la planta, se tomaron en cuenta los estudios de Chandler *et al* (1934) y de Suárez de Castro (1960), así como las experiencias personales del autor).

La parcela experimental consistió de un bloque de plantas con cinco hileras de plantas podadas, alternadas con cinco hileras de plantas con follaje en su último año previo a la poda, en un ciclo de poda de tres años. El resto de las hileras de plantas con follaje fungieron como bordes del ensayo.

De cada hilera se muestrearon cuatro plantas distintas (submuestras) ubicadas a distancias adecuadas en el sentido longitudinal de la hilera y en su costado derecho. De esta manera se completó una muestra de raíces por hilera.

Del taco de suelo extraído del hoyo, se recuperaron todas las raíces y se incluyeron en una bolsa de polietileno a razón de cuatro tacos por bolsa para completar una muestra, la que se identificó para su traslado y proceso en el laboratorio.

Las muestras compuestas de raíces y tomadas de plantas con y sin poda, se procesaron individualmente en el laboratorio. Las raíces fueron lavadas con agua del grifo y se estimó su peso fresco total antes de separar las raíces gruesas de las finas (procesables en la licuadora). Las raíces finas o macerables se pesaron y procesaron por el método de li-cuado y tamizado sugerido por Figueroa (1971, 1975, 1984), reconocido actualmente como un método convencional para raíces. Con este método se recuperaron los nematodos endoparásitos de las raíces, se clasificaron al microscopio y se estimaron sus poblaciones. Las variables a evaluar fueron las poblaciones de los nematodos y el peso de las raíces de las plantas totales y finas a través del tiempo. Los resultados de estas variables se ajustaron para realizar análisis de regresión con coeficientes ortogonales cuadráticos.

Se compararon los resultados obtenidos con factores climáticos de la zona estudiada. En el Cuadro 1 se dan los datos de precipitación y brillo solar (totales mensuales) recabados en la zona del ensayo el año 1991, relacionados con la población de *Meloidogyne* en 100g de raíces vivas y los pesos de las raíces (g/5dm³ de suelo) en plantas sin podar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Considerando esta información y la presentada en la Figura 1, se pueden examinar aspectos relevantes como el clima y los nematodos relacionados con la planta. Similar a estudios conducidos por Jaramillo y Figueroa (1974,1976)

Cuadro 1. Relación del clima con la población de *Meloidogyne* sp y la cantidad de raíz en plantas de café no podadas.

Mes	Precipitación mensual (mm)	Brillo solar en horas por mes	<i>Meloidogyne</i> (en 100g raíz)	Raíz fina mata sin poda (g)	Raíz total (g) mata sin poda
Enero	19	141	48,000	97	147
Febrero	201	134	87,100	100	171
Marzo	41	226	90,300	85	153
Abril	180	148	121,300	111	193
Mayo	229	97	92,100	106	180
Junio	326	118	85,700	113	196
Julio	326	83	71,700	104	216
Agosto	441	87	35,700	97	195
Setiembre	152	124	37,600	111	222
Octubre	210	160	80,700	112	221
Noviembre	385	107	83,300	119	248
Diciembre	134	111	86,900	116	203

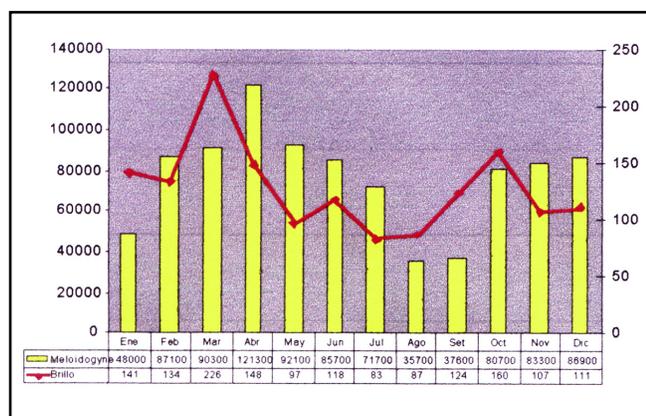


Figura 1: Relación entre el brillo solar y la población de *Meloidogyne* en plantas de café sin podar.

Factores climáticos como la temperatura y la humedad relativa, el viento y la evaporación, no mostraron relaciones con la dinámica poblacional del nematodo en plantas sin podar. El fotoperiodo, según lo cita Carvajal (1984), no tiene la importancia de la intensidad lumínica por ser una planta de día corto. La precipitación, la irradiación y principalmente el brillo solar, sí presentaron relaciones con la dinámica poblacional del nematodo a través del año estudiado. El brillo solar mide las horas sin nubosidad y estima la radiación solar.

La relación clima-nematodo se hizo más explícita con el brillo solar, el que mostró el mayor acumulado de horas en el primer cuatrimestre del año (649 horas) y el mayor incremento de nematodos del año, con el mayor pico de población registrado en abril, que coincidió con el máximo valor de brillo solar anotado en marzo.

El comportamiento del nematodo se puede relacionar con su hospedero, que entra en el periodo de floración y fructificación y se debe de enlazar con la etapa de máximo crecimiento de la planta en el año.

En el segundo cuatrimestre del año 1991 la población de *Meloidogyne* declinó a partir de mayo hasta agosto, mes en el que se dio la población mínima del nematodo en el año. En concordancia con la mínima expresión del brillo solar (385 horas) en el periodo y el valor más bajo del año en julio (83 horas).

El valor máximo o mínimo del brillo solar en el mes considerado, parece relacionarse con la población del nematodo en el mes siguiente. De setiembre a octubre se midieron incrementos importantes del brillo solar y una recuperación muy rápida en la población de *Meloidogyne*. El acumulado de brillo solar (502 horas) y la población del nematodo en el último cuatrimestre, se puede considerar un valor medio entre el primero y segundo cuatrimestre. La reducción del incremento de la población de *Meloidogyne* entre noviembre y diciembre, que concuerda con la reducción del brillo solar; lo mismo que la baja población de *Meloidogyne* en enero, pueden estar mostrando una vez más, la estrecha relación entre el nematodo, el clima y la planta, que debe crecer muy lento al final y después de la cosecha.

Resulta obvio que el nematodo tiene buenas condiciones para incrementar su población todo el año y que sus fluctuaciones dependen de la cantidad, pero sobre todo, de la calidad de su sustrato alimenticio representado en esta ocasión por las raíces de las plantas con follaje (sin podar).

Cuadro 2. Relación del clima con la población *Meloidogyne* sp y la cantidad de raíz en plantas de café.

Mes	Precipitación mensual (mm)	Brillo solar en horas por mes	<i>Meloidogyne</i> (en 100g raíz)	Raíz fina mata sin poda (g)	Raíz total (g) mata con poda
Enero	19	141	22,700	94	185
Febrero	201	134	29,500	78	133
Marzo	41	226	17,200	70	128
Abril	180	148	12,200	70	142
Mayo	229	97	3,900	62	137
Junio	326	118	6,500	55	140
Julio	326	83	10,500	56	166
Agosto	441	87	3,500	60	133
Setiembre	152	124	14,400	72	167
Octubre	210	160	29,400	61	163
Noviembre	385	107	71,700	70	154
Diciembre	134	111	64,000	62	118

En el Cuadro 2, se observan los resultados de las raíces y los nematodos relacionados con el clima, en plantas de café con poda baja.

Un mes después de realizada la poda baja, se midió una reducción en el peso de las raíces, las raíces finas resultaron más idóneas que la raíz total al medir su evolución a través del tiempo.

Al eliminar la mayor parte del follaje con la poda baja, las raíces mostraron reducciones en los pesos hasta agosto, con independencia de los factores de clima. A partir de setiembre, cuando las plantas contaban con más follaje nuevo, se midieron los incrementos de las raíces, con altibajos mensuales como los observados en las plantas sin poda. Estos altibajos pueden coincidir con el modo de absorción de nutrimentos importantes como el nitrógeno, el fósforo y el potasio por el café, según lo cita Carvajal (1984).

El nematodo *Meloidogyne*, como se observa en el Cuadro 2, mostró un deterioro altamente significativo hasta agosto. A partir de setiembre fue muy notorio el incremento de sus poblaciones hasta diciembre. La Figura 2 mide la evolución del nematodo y las raíces finas a través del año estudiado, consiste en dos líneas de regresión cuadrática. La del nematodo dio un ajuste de 83% y significancia alta y en la raíz resultó significativa con un ajuste de 74%.

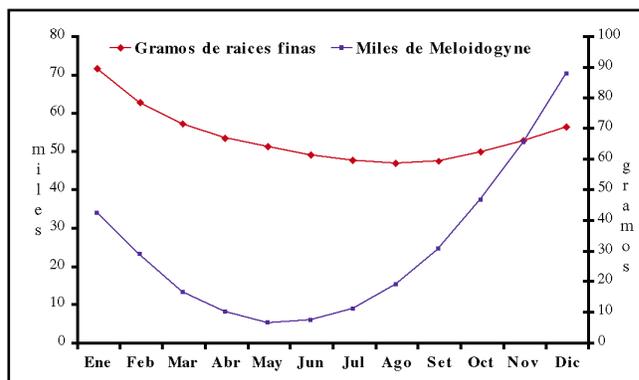


Figura 2: Relación entre la población de *Meloidogyne* y el peso de las raíces finas en café con poda.

Resultó evidente la dependencia del nematodo de la recuperación de las raíces de su hospedero, pero más que de su cantidad (peso) la calidad de nutrimentos de las raíces, parece tener más importancia. Como ejemplo, en agosto la población de *Meloidogyne* fue de 3.500 individuos con 60 gramos de raíces finas, en octubre con 61 gramos la población subió a 29.400. Situaciones similares se presentaron en dos estudios realizados por Figueroa (1990, 1998).

El lapso de seis a siete meses después de la poda, resultó detrimental para las raíces y los nematodos de las plantas, por lo que no parece prudente el uso de insumos como nematicidas y quizás fertilizantes, en ese periodo.

La dinámica poblacional de *Meloidogyne* en plantas con follaje y en las condiciones climáticas de la zona estudiada, es un fiel testimonio de que el nematodo cuenta con condiciones idóneas para proliferar todo el año.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en las plantas con poda baja, llevan a la conclusión de que las poblaciones de *Meloidogyne* sufren una reducción drástica, por un periodo que supera las expectativas de eficacia de cualquier nematicida ofrecido en el mercado. Se recomienda no usar nematicida el año considerado de la poda.

Se puede concluir que el deterioro determinado en las raíces en su cantidad y calidad, es el responsable de la disminución de la población del nematodo. Debido a la escasa funcionalidad de las raíces de enero hasta agosto, se recomienda restringir el uso de fertilizantes químicos en las plantas con poda baja o total, en ese periodo y en el año considerado.

El comportamiento de las raíces, su relación con los estadios de las plantas y el brillo solar, son resultados a considerar para el manejo agronómico de las plantaciones de café en la zona considerada.

LITERATURA CITADA

- CARVAJAL, J.F. 1984. Cafeto, cultivo y fertilización. 2 ed. Berna, Suiza, Inst. Internacional de la Potasa. 254 p.
- CHANDLER, J.V. ; ABRUÑA, F; y SILVA, S. 1934. Experimentación y su aplicación al cultivo intensivo del café en Puerto Rico. Río Piedras. Puerto Rico. Univ. de P.R. Est. Exp. 5 p.
- FIGUEROA, A. 1971. Estudio nematológico en banano. Mimeografiado. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José. Costa Rica. 18p.
- FIGUEROA, A. 1975. Cinco nematicidas en el control de *Radopholus similis* en la zona bananera de Guápiles. San José, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Boletín Técnico No.64.
- FIGUEROA, A. 1978. Efectos de Carbofuran 5G en la productividad del café Caturra. Nematrópica 9: 26-33.
- FIGUEROA, A. 1984. Nematodos del cafeto. Cafeto: cultivo y fertilización, 2 ed. Berna Suiza. Inst. Internacional de la Potasa. 121-133.
- FIGUEROA, A. 1984. Sistema de pronóstico y advertencia en el control de nematodos en banano. ASBANA. (C.R.) 9 (23): 10-13.
- FIGUEROA, A. 1990. La poda total del cafeto y su relación con las raíces y los nematodos endoparásitos. ASBANA (C.R.) 14 (33): 35-40.
- FIGUEROA, A.; MECKBEL, J. 1988. Influencia de la poda baja por lote en los nematodos endoparásitos y las raíces del cafeto (*Coffea arabica* cv. Caturra). Investigación Agrícola 7(1-2):9-14
- ICAFE/MAG. 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. San José (C.R.). Programa Cooperativo. ICAFE-MAG. 122p.
- JARAMILLO, R ; FIGUEROA, A. 1974. Analisis armónico de densidad de población de *R. similis* en la zona bananera de Guápiles (C.R.). Turrialba 24(4): 402-407.
- JARAMILLO, R. ; FIGUEROA, A. 1976. Relación entre el balance hídrico y la población de *R. similis* en la zona bananera de Guápiles (C.R.). Turrialba 26(2):187-192.
- NAVARRO, B. 1988. Efecto de la poda total sobre las poblaciones de nematodos endoparásitos en el cultivo del café (*Coffea arabica*). Tesis Inst. Tecnológico de Costa Rica Dpto. de Agronomía. Santa Clara, San Carlos. 56p.
- SUÁREZ DE CASTRO, F. 1960. Distribución de las raíces del cafeto *Coffea arabica* en el suelo de El Salvador. El café de El Salvador.

Efecto de la labranza sobre la resistencia a la penetración, crecimiento de raíces y rendimiento de maíz

Susana Schweizer¹, Warren Forsythe²

RESUMEN

Se realizó un experimento de campo, conducido durante 1992 y 1993, en la región de Cañas, Costa Rica, en el que se midió el efecto de la Siembra directa (mecanizada y con espeque), cincelado y labranza convencional sobre la resistencia a la penetración, peso de raíces y rendimiento en grano de maíz. Los resultados que se informan corresponden a 1993, después de dos años de tratamientos. La labranza convencional y el cincelado bajaron significativamente la resistencia a la penetración superficial de estos suelos, así como incrementaron el peso de las raíces. El rendimiento de grano de maíz del tratamiento con cincel, comparado con las parcelas de siembra directa mecanizada aumentó en un 37%. La siembra directa manual (con espeque) dio resultados buenos en rendimiento y además es un tratamiento de bajos insumos. Los resultados obtenidos sugieren que suelos como en el que se realizó el experimento, con napa de agua fluctuante que llega a 0,30 m durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo y que previamente se han labrado en forma tradicional por muchos años, pueden sufrir un deterioro en sus propiedades físicas con la eliminación de la labranza, debido a la pérdida o reducción de los poros formados mecánicamente. El deterioro de sus propiedades físicas tiene gran incidencia en su productividad.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha dado énfasis al efecto de las distintas operaciones de labranza sobre las propiedades físicas del suelo, ya que el deterioro en estas propiedades implica colapso estructural, decrecimiento en tamaño y porcentaje de agregados estables al agua, reducción en porosidad total y macroporosidad, formación de costras y sellamiento superficial y compactación en capas subsuperficiales. Esta degradación física es causa y consecuencia de acelerada erosión del suelo y

pérdida de productividad. El problema se agudiza en zonas tropicales. (Kayombo *et al*, 1991; Lal, 1993 a).

Para corregir los problemas originados en el uso continuado de maquinaria, para reducir la erosión y degradación y para conservar la humedad, se han propuesto distintos sistemas de labranza de conservación. Estos sistemas tienden a incrementar la producción y a la vez mantener una estructura favorable, mejorando la continuidad en el sistema poroso a través del suelo por medio de los canales hechos por raíces o por lombrices y otros animales (Franzen *et al*, 1994).

Están demostrados en distintas zonas ecológicas los beneficios reales de la labranza de conservación en cuanto a mantener y mejorar las características físico-químicas del suelo. Son alternativas con un uso reducido de insumos, pero sus resultados agronómicos y económicos son extremadamente específicos para cada zona (Benites y Ofori, 1993). Es conveniente estudiar dicha tecnología en Costa Rica, ya que puede proveer alternativas viables para la sostenibilidad de los recursos del suelo.

La resistencia a la penetración se usa a menudo como un criterio para diferenciar efectos de sistemas de labranza sobre la estructura del suelo (Benjamín, 1993; Tafur y Forsythe, 1985). Esta medida correlaciona muy bien con el desarrollo del sistema de raíces y está demostrado experimentalmente que, cuando se restringe el desarrollo de las raíces debido a limitaciones impuestas por las propiedades físicas del suelo, se afecta la producción (Greenland y Lal, 1986).

Por estas razones se realizó un experimento en un suelo clasificado como Aquic "fluventic" Ustropept, en la región de Cañas, Guanacaste, Costa Rica.

1. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, Costa Rica.

2. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica.

Cuadro 1. Análisis físicos y químicos del pedón representativo del ensayo, para el cultivo de maíz. Estación experimental Enrique Jiménez Nuñez, Cañas, Guanacaste, marzo, 1992. *

Horizonte	A	Bw	2A	2AB	3A	4A	C
Prof. (cm)	0- 14	14-30	30-39	39-59	59-85	85-103	103-135
pH _{H2O}	6,0	6,3	6,5	6,6	6,5	7,0	7,2
pH KCl	5,3	5,4	5,5	5,6	5,8	6,2	6,3
M. O. %	3,8	3,3	2,2	1,9	1,4	1,0	0,3
Cationes de Cambio	cmol(+) / kg						
Ca	36,5	34,8	49,5	29,3	44,0	39,2	26,9
Mg	10,4	9,2	10,9	6,7	10,8	9,3	7,0
K	1,7	0,8	0,4	0,2	2	0,24	0,33
CIC	36,4	37,5	43,6	29,2	38,5	37,5	23,2
Sat. bases %	100	100	100	100	100	100	100
CE (mS/cm)**	0,22	0,35	0,23	045	0,22	0,24	0,23
Arena %	15,0	10,2	34,6	17,9	20,0	38,2	60,1
Limo %	58,1	58,4	38 1	50,5	34,7	36,0	27,2
Arcilla %	26,9	31,4	33,3	31,6	45,3	25,8	12,7
Nombre T	AL-FAL	FAL	FA	FA	A	F	FA
Dens Ap.	1,28	1,21	1,06	1,15	1,10	1,14	1,03
D.sólidos	2,46	2,47	2,47	2,45	2,44	2,43	2,45
Porosidad %	48,0	51,0	57,0	53,0	55,0	53,0	58,0

* Fuente: Hernández, 1993.

** Conductividad eléctrica del extracto saturado (miliSiemens / cm)

El propósito del estudio es evaluar los cambios en: resistencia a la penetración, crecimiento de raíces y rendimiento de maíz en este suelo, en relación con sistemas de labranza convencional y de conservación, después de dos años de tratamientos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante dos años consecutivos (1992 y 1993) y los resultados que se adjuntan son los que se obtuvieron en el segundo año. Se llevó a cabo en la Estación Experimental Enrique Jiménez Nuñez (EEEJN) del Ministerio de Agricultura y Ganadería, en el cantón de Cañas, Guanacaste, Costa Rica, a una altitud de 14 msnm. La temperatura promedio mensual es de 28,20°C y la precipitación promedio anual de 1 253 mm (Hargreaves, 1976). La distribución de lluvias en la zona, que corresponde al trópico seco, resulta en una estación seca (de diciembre a abril) y una estación lluviosa (de mayo a noviembre).

El suelo en estudio fue clasificado como Aquic "fluventic" Ustropept, con un buen nivel de fertilidad. De origen fluvio-lacustre, tiene alta capacidad de intercambio catiónico y una saturación de bases mayor al 50% en todos sus horizontes. La

textura del horizonte superficial es franco arcillo limosa y tiene un nivel freático fluctuante entre 0,30 m y dos m de profundidad. En el Cuadro 1 se presentan las características físicas y químicas del suelo representativo del área en estudio.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y seis repeticiones. El tamaño de la parcela fue de siete metros por ocho metros. Los tratamientos fueron:

- S.E.: Siembra con espeque más herbicida.
- S.D.: Siembra directa mecanizada (Labranza cero más herbicida).
- L.Cl.: Labranza con cincel más siembra directa mecanizada.
- L.C.: Labranza convencional (una arada, dos rastreadas) y siembra mecanizada.

El maíz se sembró el 20 de agosto y se cosechó el 20 de diciembre de 1993. Se utilizó la variedad Tico V7 con un espaciado entre surcos de 0,80 m y entre plantas de 0,25m. Se realizó un control químico de malezas en todas las parcelas, aplicando cuatro días antes de la siembra atrazina más alaclor como pre-emergente (Gesaprim, 1,5 kg de i.a./ ha + Lazo, 1,0 kg i.a./ ha) y Paracuat como quemante (Gramoxone,

0,4 kg de i.a./ ha) y se realizó un control químico de plagas en todas las parcelas.

Se evaluó la resistencia a la penetración y contenido de humedad gravimétrica a 0; 0,10; 0,20 y 0,30 m de profundidad, para lo que se tomaron dos muestras diametralmente opuestas por cada parcela, a una distancia de 0,10 m de la planta. La resistencia se midió con un penetrómetro tipo estático, con pistón de acero inoxidable de 0,005 m de diámetro (Forsythe, 1985). El peso de raíz por planta se obtuvo como un promedio de tres plantas por parcela y el rendimiento fue medido al cosechar el grano.

La fertilización base a la siembra consistió en una fórmula completa (10-30-10) y también se mezcló con el fertilizante el insecticida granulado Clorpirifos (Lorsban, a razón de dos kg de i.a./ha).

A los 30 y 45 días de la siembra se agregó N como urea. La fertilización/ha total fue de: 115 kg de N, 18,5 Kg de P y 12,45 kg de K.

Para el control de malezas durante el experimento se realizaron aplicaciones dirigidas de Paraquat en una concentración de 0,4 kg de i.a./ ha a los 30 y 50 días después de la siembra y controles manuales de malezas a los 15 y 65 días después de la siembra.

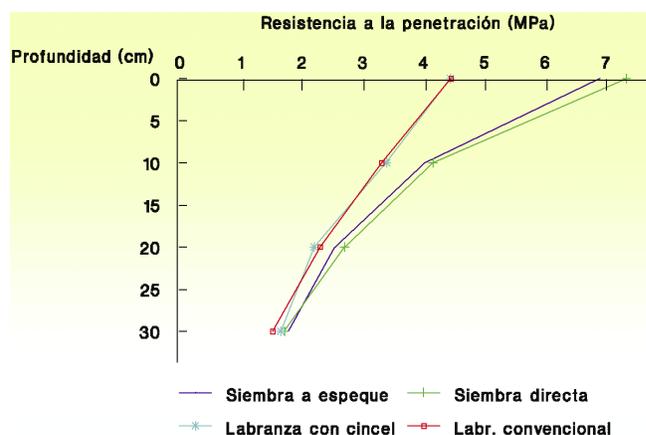
Para prevenir el ataque de insectos al follaje se realizó una aplicación de Lorsban a los 20 días después de la siembra y aplicaciones localizadas de acuerdo con las observaciones.

Para poder interpretar mejor los resultados, se corrigió la variación producida en las medidas de resistencia debido a la humedad, mediante el análisis de covarianza, ajustando el contenido de humedad gravimétrica correspondiente a capacidad de campo en cada caso considerado.

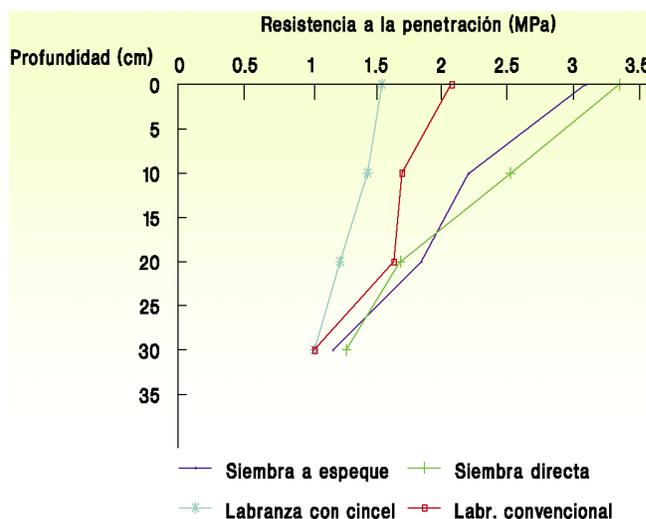
RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de resistencia a la penetración durante la estación de crecimiento del cultivo se observan en la Figura 1. Se puede ver un aumento de la resistencia entre los 0-20 cm, en los dos tratamientos en que se usó siembra directa, ya sea con espeque o con el uso de maquinaria. Estas diferencias fueron significativas al 0,05% en la medida superficial.

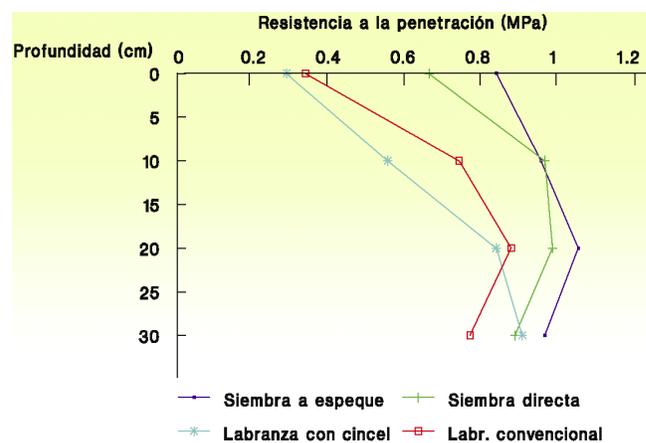
Los resultados concuerdan con lo informado por varios investigadores (Pikul, *et al*, 1990; Sauer *et al*, 1990; Soane y Pidgeon, 1975), que encontraron sobre ciertos suelos, que un cambio de sistemas tradicionales a un sistema de no-labranza,



1a) 15 días de la siembra



1b) 45 días de la siembra



1c) 120 días de la siembra

Figura 1. Variación de la resistencia a la penetración con la profundidad en un Aquic "fluventic" Ustropept con distintos tipos de labranza, para tres etapas de desarrollo del cultivo. (Promedio de 12 datos).

conduce a un incremento en la densidad aparente y la resistencia a la penetración y una reducción de la porosidad para los sistemas de siembra directa, debido a la pérdida o reducción de los poros formados mecánicamente. Vorhees y Lindstrom (1984) mostraron que las variables físicas consideradas cambiaban a medida que avanzaba el experimento y concluyeron que la medida de las propiedades del suelo es más representativa de los distintos sistemas de labranza después de cuatro a siete años del inicio y enfatizan la necesidad de realizar estudios a largo plazo para medir el efecto de la labranza sobre las propiedades físicas del suelo. Gregorich *et al* (1993), midieron variables físicas y rendimiento de maíz en un suelo degradado estructuralmente, bajo monocultivo de maíz por más de 20 años, después de tres años de cultivarlo con un sistema de labranza cero. Obtuvieron aumentos significativos en las medidas de resistencia a la penetración entre los cinco cm y veinte cm de profundidad.

En la misma figura puede apreciarse el aumento de la resistencia a la penetración, para todos los tratamientos y en todas las profundidades a los 45 y a los 120 días de la siembra.

Este resultado está estrechamente relacionado con la disminución en el contenido de humedad del suelo. Pero la diferencia se mantiene eliminando el efecto de la humedad en la resistencia a la penetración, ajustando los datos a un contenido de humedad de campo. Los resultados obtenidos en la época de cosecha son significativamente diferentes al 0.05% entre 0-10 cm al compararlos con las dos fechas anteriores. Esto puede explicarse por el acomodamiento de las partículas de suelo a medida que transcurre el tiempo a partir de las operaciones de labranza y por la influencia de factores externos como las condiciones ambientales, tráfico humano, entre otros.

En la Figura 2 se presenta la biomasa radicular obtenida a los 45 días de la siembra para los distintos tratamientos. En siembra directa mecanizada se produjo una reducción significativa al 5% en el peso seco de las raíces, esto puede ser debido a varias causas interactuantes: este tratamiento tiene el promedio de rata de infiltración más bajo; posiblemente, hay una menor eficiencia en la utilización del fertilizante nitrogenado y además un aumento en la resistencia a la penetración.

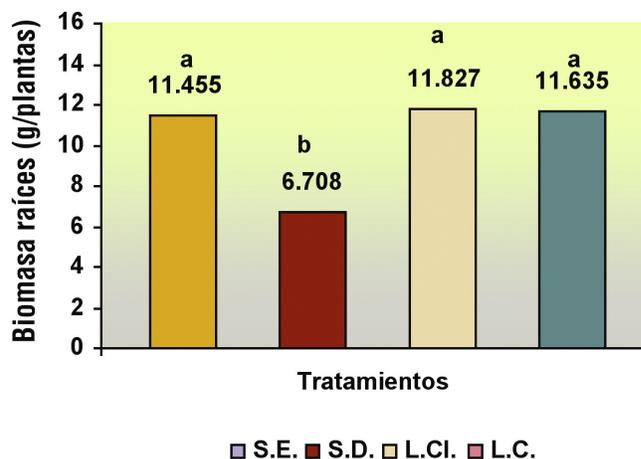


Figura 2. Biomasa radicular de maíz a los 45 días de la siembra, con distintos sistemas de labranza (g/planta).

Se debe considerar un posible encharcamiento durante lluvias muy intensas y problemas de saturación de estos suelos, porque durante los primeros 45 días de desarrollo del cultivo, el nivel freático fluctuante se mantuvo en un nivel de 0.30 m. Si bien esta condición se dio en todos los tratamientos, hay investigaciones que aseveran que sus efectos son más evidentes en S.D. Lal y Taylor (1969), citados por Cannell (1985), indican que cortos períodos de saturación de agua en la zona radical, tienen grandes efectos sobre el crecimiento de las raíces y del cultivo, fundamentalmente porque hay menos espacio aéreo y se dificulta de esta manera la difusión de O_2 hacia las raíces. Herrera y Zandstra (1979) y Campbell y Drew (1983), informan que la anaerobiosis causada por inundaciones intermitentes o napa de agua poco profunda, reduce el número de hojas, restringe el desarrollo de las raíces y afecta la toma de nutrientes y el rendimiento de grano. Sharma *et al* (1988), en un experimento realizado en un suelo tropical con napa de agua poco profunda (0,20 m), obtuvieron después de dos años de tratamientos, que la densidad de raíces en todas las profundidades fueron significativamente menores en las parcelas no aradas, en comparación con las parcelas aradas. El número de las raíces de maíz en una profundidad de 0-0,10 m en las parcelas aradas fue aproximadamente el doble que el obtenido en las parcelas no-aradas. La labranza reduce el contenido de humedad y la densidad aparente e, incrementa el espacio aéreo de la capa superficial, de esta manera se aumenta significativamente el crecimiento de las raíces y del cultivo. El maíz es muy sensible a la anaerobiosis.

Con respecto al rendimiento de grano de maíz (Cuadro 2) la tendencia se confirma. Las parcelas no-aradas y fundamentalmente aquellas tratadas con siembra directa mecanizada manifestaron una reducción del rendimiento hasta de 37%, con respecto a las parcelas tratadas con cincel.

El mejor rendimiento que se obtuvo con la labranza con cincel, posiblemente fue porque ayuda a romper una capa un poco compacta del suelo y deja en superficie residuos vegetales que protegen al suelo de la caída directa de la lluvia y evita el encostramiento superficial. Además, al roturar el suelo se aumenta la porosidad y el espacio aéreo, el área de contacto superficial con la atmósfera, hay mayor intercambio gaseoso y más difusión de oxígeno hacia las raíces.

El pobre rendimiento con S.D. puede tener varias causas, entre ellas: la menor velocidad de infiltración que presentó este tratamiento, un menor intercambio gaseoso entre la atmósfera y el suelo, con influencia de una napa de agua que se mantuvo a 0,30 m durante los dos primeros meses del cultivo, posible influencia nociva del barbecho en la germinación y menor eficiencia en la utilización del fertilizante nitrogenado. Serias depresiones en el rendimiento se han observado cuando los cultivos se desarrollan sobre suelos con drenaje interno lento o pobre. Lindsay *et al* (1983) observaron que sobre un inceptisol tropical con drenaje impedido, los rendimientos de grano de maíz fueron de 5, 6, 1,9 y 1,3 para labranza convencional, no-labranza y mínima labranza respectivamente. Sharma *et al* (1988), encontraron que la labranza incrementó el rendimiento de grano de maíz en un 242% con respecto a las parcela no-aradas, en suelos con problemas de drenaje.

Gupta y Abrol (1993), realizaron varios experimentos en la India sobre prácticas de labranza en distintas clases de suelos, que iban desde textura franco-arenosa hasta textura arcillo-limosa en su horizonte superficial. En todos los tipos de suelo, ellos obtuvieron aumentos en el rendimiento de grano de maíz y mejoras en las propiedades físicas de suelo, como infiltración, porosidad, así como disminución de la resistencia a la penetración y mayor desarrollo y profundidad de raíces cuando aplicaron el tratamiento de cincelado.

Gregorich (1993), después de tres años de no-labranza en suelos que estuvieron bajo monocultivo de maíz por más de 20 años afirma que la labranza tuvo un importante efecto sobre la población de plantas de maíz y sobre el rendimiento. Si se comparan los rendimientos obtenidos en 1992 y 1993, se nota una reducción de rendimiento en el segundo año para todos los tratamientos, pero con distinta intensidad.

Cuadro 2. Efectos de cuatro sistemas de labranza sobre el rendimiento del grano de maíz (kg/ha).

Tratamientos	Año	
	1992*	1993
Siembra con espeque	5145,8 a	4620,5 b
Siembra mecanizada	4312,5 a	3799,5 c
Labranza con cincel	6236,1 a	5991,8 a
Labranza convencional	4965,2 a	4826,7 b
Promedio	5164,9	4809,6

Menor nivel de significancia ($P < 0,05$). Comparación de datos dentro de cada columna. *Fuente: Hernández (1993)

Se obtuvieron disminuciones de rendimiento en grano de maíz del orden de 10%, 12%, 4% y 3% para los tratamientos correspondientes a siembra directa con espeque, siembra directa mecanizada, labranza con cincel y labranza convencional respectivamente.

En 1993, la labranza con cincel dio rendimientos significativamente mayores al resto de los tratamientos al 0,05% y la siembra directa mecanizada tuvo rendimientos significativamente menores en ese mismo año. Lal (1993b), en un estudio de muchos años, para evaluar la sostenibilidad agronómica de diferentes sistemas de cultivo sobre alfisoles de Nigeria, obtuvo disminución en los rendimientos de maíz en todos los tratamientos para el segundo año y para los años sucesivos. La diferencia radicó en la tasa de disminución de cada uno de los diferentes tratamientos.

CONCLUSIONES

La siembra directa mecanizada en estos suelos, cultivados anteriormente con labranza convencional y que tienen además napa de agua superficial en gran parte de la época de desarrollo del cultivo, produjo el menor rendimiento en grano de maíz. En este tratamiento también se obtuvo la medida más alta de resistencia a la penetración.

La siembra directa con espeque no muestra una reducción tan drástica de rendimiento y debe considerarse que es una alternativa con menos insumos en energía.

El desarrollo de raíces se vio afectado por situaciones adversas en el tratamiento de siembra directa mecanizada y se produjo una disminución significativa del peso seco de raíces del 42,30% con respecto al promedio de los otros tres tratamientos.

La medida de resistencia a la penetración superficial fue significativamente mayor en los dos tratamientos en los que se utilizó la siembra directa, ya sea con espeque o mecanizada.

La labranza con cincel es el tratamiento que dio los mejores resultados, en cuanto a que permitió obtener mejores rendimientos que la labranza convencional y a la vez mejorar las propiedades físicas del suelo. Este tratamiento requiere menos gastos de energía que la labranza convencional y al dejar el rastrojo encima protege la superficie del suelo del intercambio gaseoso y más difusión de O₂ hacia las raíces.

Los rendimientos de grano de maíz disminuyeron en el segundo año de cultivo para todos los tratamientos, pero la máxima reducción se obtuvo para la siembra directa mecanizada (12%).

ABSTRACT

The effect of No- tillage, chiselling and conventional tillage on penetration resistance, root growth and on the grain yield of maize were studied in field experiments conducted during 1992 and 1993, in Cañas, Costa Rica. The results are fit to 1993. Tillage and chiselling lowered significantly surface penetration resistance and increased maize root height. Chiselling increased grain yield of maize by 37% as compared with no tillage. Direct seeding, just by placing the grain at the bottom of the hole, yielded some good results and this has a low input. This data suggests that soils with shallow water table and that had been moldboard tillage for a long time, may suffer further deterioration with the elimination of tillage, owing to the loss or reduction of mechanically formed pore. It lowered the crop yields

LITERATURA CITADA

BENITES, J. C.; OFORI, C. 1993. Crop production through conservation-effective tillage in the tropics. *Soil & Till. Res. (Nedl.)* 27: 9-33.

BENJAMÍN, J.; BLAYLOCK, A.; BROWN, H. y CRUSE, R. 1990. Ridge tillage effects on simulated water and heat transport. *Soil & Till. Res.* 18: 167-180.

BENJAMÍN, J. 1993. Tillage effects on near-surface soil hydraulic properties. *Soil & Till. Res.* 26: 277-288.

BRUCE, R.; LANGDALE, G. y DILLARD, A. 1990. Tillage and crop rotation effects on characteristics of a sandy surface soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54: 1744-1747.

CAMPBELL, R.; DREW, M. 1983. Electron microscopy of gas space (aerenchyma) formation in adventitious roots of *Zea mays* L. subjected to oxygen shortage. *Planta* 157: 350-357.

CANNEL, R. 1979. Effects of soil drainage on root growth and crop production. *In* Soil physical properties and crop production in the tropics. Ed. by R. Lal and D.J.Greenland. New York. John Wiley & sons. pp.183-197.

CULLEY, J.; LARSON, W. y RANDALL, C. 1987. Physical properties of a typic Haplaquoll under conventional and no-tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51: 1587-1593.

FORSYTHE, W. 1985. Física de Suelos. Manual de Laboratorio. San José, C. R., IICA. 212 p.

FORSYTHE, W.; TAFUR, N.. 1985. The effect of various methods of land preparation on soil resistance to penetration and yields of corn (*Zea Mays* L.), cassava (*Manihot esculenta crantz*) and sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) in association. *In*: Effect of cropping systems and land preparation on the soil. Turrialba (C.R.) 35:357-370.

FRANZEN, H; LAL, R.; EHLERS, W. 1994. Tillage and mulching effects on physical properties of a tropical Alfisol. *Soil & Till. Res. (Nedl.)* 28(3-4):329-346.

GREENLAND, D. y Lal, R. 1979. Towards optimizing soil physical characteristics for sustained production from soils in the tropics. *In* Soil physical properties and crop production in the tropics. Ed. by R. Lal and D.J.Greenland. New York. John Wiley & sons. pp.529-530.

GREGORICH, E.; REYNOLDS W., CULLEY J.; MCGOVERN, M; CURNOE, W. 1993. Changes in soil physical properties with depth in a conventionally tilled soil after no-tillage. *Soil & Till. Res. (Nedl.)* 26: 289-299.

GUPTA, R.; ABROL, I. 1993. A study of some tillage practices for sustainable crop production in India. *Soil & Till. Res. (Nedl.)* 27: 253-272.

HARGREAVES, G. 1976. Monthly precipitation probabilities and moisture availability for Costa Rica. Utah State University. Working paper 76-E162. 34 p.

- HEARD, J.; KLADIVKO, E.; MANNERING, J. 1988. Soil macroporosity, hydraulic conductivity and air permeability of silty soils under long-term conservation tillage in Indiana. *Soil & Till Res.* 11: 1-18.
- HERNANDEZ, X. 1993. Efecto de cuatro sistemas de labranza sobre algunas propiedades edáficas para el cultivo del maíz (*Zea mays L.*). Tesis Mg. Sc.. San José, C. R., Universidad de Costa Rica. 75p.
- HERRERA, W.; ZANDSTRA, H. 1979. The response of some major upland crops to excessive soil moisture. *Philipp. J. Crop Sci.* 4: 146-152.
- KAYOMBO, B.; LAL R.; MREMA, G.; JENSEN, H. 1991. Characterizing compaction effects on soil properties and crop growth in southern Nigeria. *Soil & Till. Res. (Nedl.)* 21:325-345.
- LAL, R. 1989. Conservation tillage for sustainable agriculture: Tropics versus temperate environments. *Adv. in Agron.* Nº 42. pp 85-197.
- LAL, R. 1993a. Soil tillage for agricultural sustainability: proceedings of the 12th conference of ISTRO, 8-12 July 1991, Ibadan, Nigeria. *Soil & Till. Res. (Nedl.)* 27(1-4), pt. 2, special issue, 398 p.
- LAL, R. 1993b. Agronomic sustainability of different farming systems on Alfisols in Southwestern Nigeria. *J. Sustain. Agric.* 4(2): 33-51.
- LINDSAY, J.; OSEI-YEBOA, S. Y GUMBS, F. 1983. Effect of different tillage methods on maize crop growth on a tropical inceptisol with impeded drainage. *Soil & Till. Res.* 3: 185-204.
- MIELKE, L.; DORAN, J.; RICHARDS, K. 1986. Physical environment near the surface of plowed and no-tilled soils. *Soil & Till. Res.* 15: 355-366.
- PIKUL, J. ZUZEL, J.; RAMIG, R. 1990. Effect of tillage-induced soil macroporosity on water infiltration. *Soil & Till. Res. (Nedl.)* 17: 153-165.
- RHOTON, F.; BRUCE, R.; BUEHRING, N.; ELKINS, G.; LANGDALE, C.; TYLER, D. 1993. Chemical and physical characteristics of four soil types under conventional and no-tillage systems. *Soil & Till. Res.* 28: 51-61.
- ROTH, C.; MEYER, B.; FREDE, H.; DERPSCH, R. 1988. Effects of mulch rates and tillage systems on infiltrability and other soil physical properties of an Oxisol in Parafra, Brazil. *Soil & Till. Res.* 11: 81-91.
- SAUER, T., CLOTHIER, B.; DANIEL, T. 1990. Surface measurement of the hydraulic character of tilled and untilled soil. *Soil & Till. Res. (Nedl.)* 15: 359-369.
- SHARMA, P.; DE DATTA, S.; REDULLA, C. 1998. Response of maize (*Zea mays L.*) and mungbean (*Vigna radiata L.*) to tillage in relation to water table depth in tropical lowland rice soils. *Soil & Till. Res.* 12:65-79.
- SOANE, B.; PIDGEON, J. 1975. Tillage requirements in relation to soil physical properties. *Soil Sci.* 119: 376-384.
- VOORHEES, W.; LINDSTROM, M. 1984. Long term effects of tillage method on soil tilth independent of wheel traffic compaction. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48: 152-156.

Producción de leche en vacas de doble propósito pastoreando *Brachiaria brizantha* cv. La Libertad, sola y asociada con *Arachis pintoii* cv Porvenir en el trópico subhúmedo de Costa Rica

Marco Vinicio Lobo Di Palma¹ , Vidal Acuña Redondo²

RESUMEN

Costa Rica tiene una extensión territorial de 51023 km² de los cuales 25100 km² (49,2%) se encuentran bajo explotación agropecuaria. La ganadería bovina se encuentra distribuida en 51000 explotaciones y su población se estima en 2150000 cabezas de ganado. Entre los principales problemas que afectan el buen desarrollo de la ganadería bovina en Costa Rica, está la baja productividad de carne y leche, los bajos índices reproductivos, la deficiencia nutricional, especialmente por la baja disponibilidad y calidad de los forrajes durante la época seca, y los problemas sanitarios. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la producción de leche de vacas de doble propósito en una pastura recuperada con *Brachiaria brizantha* cv La Libertad sola y asociada con *Arachis pintoii* cv Porvenir y *Centrosema brasilianum*. Al inicio de la época de lluvias de 1996, se prepararon cuatro hectáreas en una pastura degradada de *Brachiaria ruziziensis*, estableciendo en ellas *Brachiaria brizantha* cv La Libertad sola y asociada con *A. pintoii*. Se utilizó un grupo promedio de 26 vacas en producción, las cuales pastorearon por cuatro días la pastura en monocultivo y por cinco días la pastura asociada, se midió la producción de leche en ambas pasturas y se comparó con la producción en la pastura nativa (*B. ruziziensis*). El sistema de pastoreo es rotacional durante la época de lluvia, con un ciclo de pastoreo entre cuatro y cinco días de ocupación y 27 de descanso. La recuperación de pasturas degradadas con el establecimiento de pastos mejorados, produce un incremento sobre la producción de leche así como también una mayor capacidad de carga. La introducción de leguminosas como *Arachis pintoii* produce un incremento mayor sobre la producción de leche y un aumento de la capacidad de carga animal con respecto a la pastura nativa y mejorada.

INTRODUCCIÓN

Costa Rica tiene una extensión territorial de 51023 km² de los cuales 25100 km² (49,2%) se encuentran bajo explotación agropecuaria, según el Censo Agropecuario Nacional de 1984. De esta área en cultivo, la mayor superficie está ocupada por pastos con un total de 16500 km² (65,7%). La ganadería bovina se encuentra distribuida en 51000 explotaciones y su población se estima en 2150000 cabezas de ganado, de las cuales el 75 % tienen diferentes niveles de encaste con razas cebuinas.

Entre los principales problemas que afectan el buen desarrollo de la ganadería bovina en Costa Rica están, la baja productividad de carne y leche, los bajos índices reproductivos, la deficiencia nutricional, especialmente por la baja disponibilidad y calidad de los forrajes durante la época seca, y los problemas sanitarios.

El forraje es el recurso alimenticio más barato y de mayor disponibilidad con que cuenta la ganadería en Costa Rica, pero actualmente un alto porcentaje de las pasturas se encuentran degradadas, de ahí que su disponibilidad y calidad sean bajas.

El mejoramiento, tanto en calidad como en cantidad del recurso forrajero, mediante la recuperación de pasturas degradadas, son dos de los aspectos más importantes que contribuyen a aumentar la productividad de la ganadería en general. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la producción de leche de vacas de doble propósito en una pastura recuperada con *Brachiaria brizantha* cv La Libertad sola y asociada con *Arachis pintoii* cv Porvenir y *Centrosema brasilianum*.

La actividad pecuaria en la región es de uso extensivo, basado principalmente en ganado de carne y doble propósito para un

1. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, Costa Rica.

2. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, Costa Rica.

hato aproximado de 175000 cabezas distribuidas entre 2000 productores. La base forrajera donde se desarrolla la ganadería es principalmente pasto Jaragua (*Hyparrhenia rufa*), pasto natural (*Axonopus compressus*), estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) entre otros.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevo a cabo en una finca localizada en San Jerónimo de Esparza, en la región Pacífico Central, trópico subhúmedo. Dicha región se caracteriza por presentar una estación seca y lluviosa bien marcadas, las cuales van de diciembre a mayo y de junio a noviembre, respectivamente. La temperatura promedio es de 26°C, con una altura media de 250 msnm y una precipitación anual promedio de 2500 mm.

Al inicio de la época de lluvias de 1996, se prepararon cuatro hectáreas en una pastura degradada de *Brachiaria ruziziensis*, con un pase de subsolador a 20 cm aproximadamente más dos pases de rastra. Posteriormente, se inició con el establecimiento de la *Brachiaria brizantha* cv La Libertad con semilla sexual a razón de cuatro kg/ha. Al mes de sembrada la gramínea, se controló la maleza de hoja ancha utilizando 1,5 l/ha de 2,4-D. El área se dividió en dos, para asociar dos ha con *A. pintoi* CIAT 18744 cv Porvenir y *C. brasilianum* CIAT 5234. El *A. pintoi* se estableció con material vegetativo a razón de una t/ha y el *C. brasilianum* con cuatro kg/ha de semilla, sembradas en surcos distanciados entre sí cada 70 cm. El costo promedio de establecimiento fue de \$60 000/ha.

Se determinó la disponibilidad de forraje en base seca y la composición botánica de ambas pasturas (sola y asociada), por el método de Botanal, (Haydock y Shaw, 1975).

Se utilizó un grupo de 26 vacas en producción de diferentes grupos raciales con predominio de la raza Pardo Suizo con un peso promedio de 450 kg y un toro Brahaman. Este grupo pastoreó durante cuatro días consecutivos las dos hectáreas de la pastura en monocultivo y cinco días la pastura asociada. La producción de leche se midió los días uno y cuatro en la pastura en monocultivo y, los días uno, tres y cinco en la pastura asociada, comparando la producción de estas con los pastos utilizados en la finca regularmente (*Brachiaria ruziziensis*).

El manejo que reciben las pasturas durante la época de lluvia es rotacional, con un ciclo de pastoreo entre cuatro y cinco días de ocupación y 27 de descanso, mientras que durante la época seca el pastoreo es continuo.

Se utilizó la prueba de t de student (Steel y Torrie, 1986) para comparar los promedios de producción de leche. Se compararon los promedios de los que pastorearon la pastura en monocultivo vs los promedios que se mantuvieron en la pastura nativa. Igualmente, se usó este grupo para compararlo con la pastura asociada.

La carga animal estimada tanto para la pastura nativa como para la pastura sola y asociada, se calculó por medio del método propuesto por Paladines, O. y Lascano, C. 1983, tomando en cuenta las unidades animales y el sistema de pastoreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 presenta el promedio de disponibilidad forrajera en base seca y la composición botánica en ambas pasturas durante la época de lluvia por tres periodos consecutivos. Es necesario aclarar que el porcentaje de *Centrosema brasilianum* encontrado

Cuadro 1. Disponibilidad forrajera y composición botánica en una pastura de *Brachiaria brizantha* cv La Libertad sola y asociada con *Arachis pintoi* y *Centrosema brasilianum* durante la época de lluvia de 1997, 1998 y 1999.

Disponibilidad (kg MS/ha)										
	Pastura en monocultivo					Pastura asociada				
Año	kg/ha	% Gra	% A.p	% Leg	% Mal	kg/ha	% Gra	% A.p	% Leg	% Mal
1997	4113	62	0	22	16	5105	57	18	13	12
1998	4483	67	0	18	15	5408	58	24	4	14
1999	6306	88,2	0	8,5	3,3	7155	52,7	41,9	4,7	0,7
Promedio	4967	72,4	0	16,2	11,4	5889	55,9	27,9	7,2	8,9

% Gra: Gramíneas, principalmente *B. brizantha* cv La Libertad y *B. ruziziensis*.

% A. p: *Arachis pintoi* cv Porvenir

% Leg: leguminosas, *Calopogonium muconoides*, *Zornia spp*, *Aeschynomene spp* entre otras, además del *C. brasilianum*.

% Mal: malezas, principalmente *Mimosa pudica*, *Amaranthus spp*, *Borreria spp* y otras.

en la pastura asociada es tan bajo, que se incluye dentro del porcentaje de leguminosas presente en la pastura asociada.

El establecimiento de las pasturas mejoradas o bien la recuperación de una pastura degradada, produce un aumento en la disponibilidad y calidad de forraje con respecto a una pastura nativa, ya que al inicio del ensayo se determinó un valor promedio de 3000 kg/ha MS, siendo este valor inferior al presentado tanto por la pastura en monocultivo como por la asociada. Para todos los años evaluados, hay aumento en la disponibilidad de forraje para los dos tipos de pasturas, sin embargo, la pastura asociada produce en promedio un 19 % más que la pastura en monocultivo.

Esta situación se refleja en la carga animal promedio estimada para las pasturas. En el caso de la pastura natural, el valor estimado es de 1,5 UA/ha, mientras que para la pastura sola y asociada es de 2,0 y 2,4 UA/ha, respectivamente. Esto indica, que al mejorar la pastura va a existir una mayor disponibilidad de forraje y por ende una mayor capacidad de carga, con lo cual se puede lograr una mayor productividad por ha/año.

Con relación a la composición botánica, se presentó un mayor porcentaje de leguminosas en la pastura asociada con respecto a la pastura en monocultivo, lo cual se relaciona con un mejoramiento en el valor nutritivo del forraje disponible y por ende un beneficio en el suelo, así mismo, se produce una disminución del porcentaje de malezas en la pastura asociada.

El Cuadro 2 y 3, presentan la producción promedio de leche por animal por día obtenida en el pasto nativo y en la pastura sola y asociada durante la época de lluvias de 1997, 1998 y 1999.

Cuadro 2. Producción promedio de leche (kg/vaca/día) en vacas de doble propósito utilizando diferentes tipos de pasturas durante la época de lluvia, 1997, 1998 y 1999.

Año	kg/vaca/día *	
	Pastura nativa **	Pastura monocultivo
1997	8,6	9,0
1998	7,5	7,7
1999	7,6	7,8
Promedio	7,9 a	8,2 a

* Promedio de 26 vacas en ordeño.

** Pasto nativo *Brachiaria ruziziensis* principalmente.

Comparación de promedios utilizando prueba de t, $p = 0,2271$.

Cuadro 3. Producción promedio de leche (kg/vaca/día) en vacas de doble propósito utilizando diferentes tipos de pasturas durante la época de lluvia, 1997, 1998 y 1999.

Año	Kg/vaca/día *	
	Pastura nativa **	Pastura monocultivo
1997	8,6	9,3
1998	7,5	7,9
1999	7,6	8,1
Promedio	7,9 a	8,4 b

* Promedio de 26 vacas en ordeño.

** Pasto nativo *Brachiaria ruziziensis* principalmente.

Comparación de promedios utilizando prueba de t, $p = 0,0246$

Cuando se comparó la producción promedio de leche por vaca entre la pastura nativa y la pastura en monocultivo (Cuadro 2 a), no se presentaron diferencias significativas, ($p = 0,2271$), sin embargo, el mayor valor promedio se presenta en la pastura en monocultivo. Al comparar la producción promedio obtenida de la pastura nativa con la asociada (Cuadro 3), sí se presentaron diferencias significativas ($p = 0,0246$). Ambas pruebas se realizaron de manera independiente, considerando la pastura nativa como testigo para mostrar el beneficio tanto de la pastura sola como asociada.

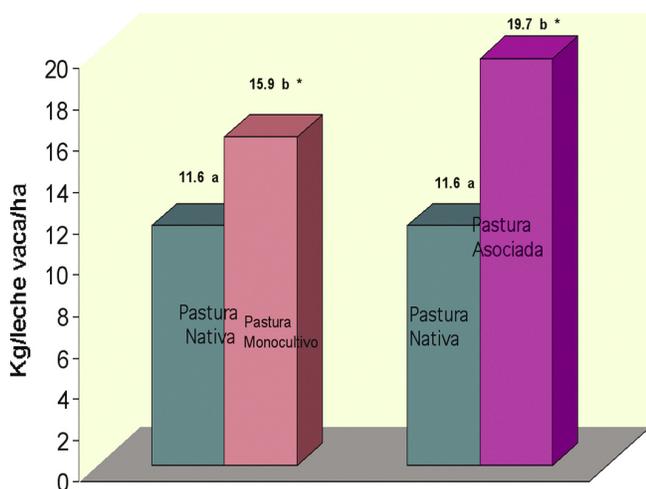
Durante el año 1997, se presentó un incremento mayor en la producción de leche con respecto a los otros dos años, debido a que las vacas recibieron una suplementación diaria de cinco kg de pollinaza y 1,5 de "barredura de soya".

Ullrich, *et al* 1994, encontraron que vacas de doble propósito pastoreando *Brachiaria decumbens* sola y asociada con una mezcla de leguminosas durante la época de lluvia, obtuvieron ganancias diarias que varían entre los 100 a 780 g/animal/día. La diferencia de producción por animal por día en el presente trabajo entre la pastura asociada y en monocultivo, se encuentra entre el rango citado, 250 g/animal/día.

El incremento promedio sobre la producción de leche durante los tres años de evaluación en la pastura sola con respecto al pasto nativo fue de 3,8%, mientras que las vacas consumiendo la pastura asociada, el incremento fue de 6,3%. Aparte de este aumento sobre la producción, también se produjo un incremento en los ingresos del productor por la mayor cantidad de leche vendida.

En la Escuela Centroamericana de Ganadería, ubicada en Balsa de Atenas Costa Rica, a una pastura de *B. decumbens* se le incorporó por medio de material vegetativo *Arachis pinto* cv Porvenir, llegando a los dos años de establecido a representar un 40 % de la composición de la pastura y los incrementos en la producción de leche fueron de un 9 % a pesar del uso concentrado en las vacas lecheras, Jersey, en una proporción de 3:1, leche:concentrado, (Romero *et al*, datos sin publicar). Estos resultados, son similares a los encontrados en este estudio, a pesar de ser vacas especializadas en la producción de leche recibiendo concentrado, notándose así el efecto de las leguminosas sobre la producción de leche.

A parte del beneficio sobre la producción de leche por animal por día presentado anteriormente, cuando se utilizan pasturas mejoradas y asociadas, hay un incremento altamente significativo en la producción de leche por hectárea como se muestra en la Figura 1, el cual consideró la pastura nativa (Pasto Ruzi) como testigo.



Comparación de promedios utilizando prueba de t, * p=0,0001 y **p=0,0253

Figura 1. Producción promedio de leche (kg/ha) en vacas de doble propósito pastoreando *B. brizantha* sola y asociada con *Arachis pinto* comparados con la pastura nativa de la finca durante la época de lluvia de 1997, 1998 y 1999.

Cipagauta, M. *et al* 1998, encontraron que vacas lecheras cruzadas media sangre Holstein x Cebú pastoreando *Brachiaria decumbens* sólo y asociado con leguminosas (20% de la pastura) en el Piedemonte Amazónico del Caqueta, Colombia, producen un estimado por hectárea de un 52 % más en monocultivo con respecto a la pastura nativa y un 94 % más en la pastura asociada, mientras que al comparar la producción de leche estimada por hectárea entre la pastura asociada con respecto a la pastura en monocultivo, la diferencia en producción por hectárea fue de un 23%. Para el caso del presente trabajo,

los incrementos obtenidos para ambas pasturas con respecto a la pastura nativa son ligeramente inferiores, 37 y 70%, respectivamente, mientras que, el incremento entre pastura asociada y en monocultivo fue de un 24%.

González, M, *et al* 1996, encontraron que vacas Jersey, criollo lechero Centroamericano y el cruce entre estas, manejadas bajo un sistema de lechería especializada con dos ordeños por día, pastoreando estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) fertilizada con 100 kg/ha de Nitrógeno por año y en una pastura de estrella asociada con *Arachis pinto*, se produce un incremento de un 14 % en la producción de leche por hectárea cuando ésta consumen la pastura asociada con una carga animal promedio de 2,6 UA/ha. Este incremento sobre la producción de leche, es inferior al encontrado en este trabajo, pero la carga animal si es similar. Lo anterior se debe a una mayor disponibilidad de forraje.

Lascano y Avila, 1991, citan que en asociaciones de *B. dictyoneura* con *C. acutifolium* y con *C. macrocarpum*, la producción diaria de leche corregida de grasa aumentó un promedio de 20 % más con relación a la gramínea sola y, para el caso de *A. gayanus* asociada con las mismas leguminosas, el incremento sobre la producción en las pasturas asociadas fue en promedio un 15 % con respecto a la gramínea sola. Dicho incremento en la producción de leche, ligeramente inferior al encontrado en el presente trabajo, es producto de una mejor calidad de la dieta dado el efecto positivo de las leguminosas sobre al producción, independientemente del estado de lactancia y del genotipo de las vacas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La recuperación de pasturas degradadas con el establecimiento de pastos mejorados, produce un incremento sobre la producción de leche, así como también una mayor capacidad de carga.

La introducción de leguminosas como *Arachis pinto* produce un incremento mayor sobre la producción de leche y un aumento de la capacidad de carga animal con respecto a la pastura nativa y mejorada.

La mejora de pasturas en los sistemas de alimentación de doble propósito, conlleva a un incremento en los ingresos por concepto de venta de leche.

La recuperación de pasturas con la introducción de gramíneas y leguminosas mejoradas, promueven una mayor disponibilidad de forraje y, por consiguiente, una mayor capacidad de carga animal.

La inversión realizada para la recuperación de pasturas degradadas se paga rápidamente con el incremento en la producción de leche.

Se recomienda establecer un área de *Arachis pintoii*, con el propósito de establecer un semillero y así poder contar con material vegetativo para el establecimiento de futuras pasturas.

AGRADECIMIENTO

Se agradece la colaboración y el apoyo incondicional prestado por parte del dueño de la finca, Luis Emilio Mora Badilla y a su familia, ya que sin su aporte no hubiera sido posible desarrollar este trabajo.

Se agradece al Dr. Pedro Argel y al Ing. Carlos Hidalgo, tanto por su asistencia técnica como por su apoyo en la elaboración de este trabajo; así mismo se agradece a la Ing. Beatriz Sandoval por el apoyo estadístico y análisis de los datos.

LITERATURA CITADA

BRACHIARIA: Biology, agronomy, and improvement. 1996. Edited by: Miles, J.W.; Maass, B.L. and do Valle, C.B. CIAT-EMBRAPA. 288 p.

GONZÁLEZ, M.S.; Van Heurck, L.M.; Romero, F.; Pezo, D.; ARGEL, P. 1996. Producción de leche en pasturas de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) sólo y asociado con *Arachis pintoii* o *Desmodium ovalifolium*. Pasturas Tropicales. 18(1):2-12.

HAYDOCK, K. P.; SHAWN, N.H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Aust. J. Animal. Husb. 15:663-670.

LASCANO, C.; AVILA, P. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. Pasturas Tropicales. 13(3):2-10.

LUCAS, H.L. 1983. Design and analysis of feeding experiments with milking dairy cattle. 2da series n° 18. North Carolina State University. Mimeografiado.

PALADINES, O.; LASCANO, C. 1983. Recomendaciones para evaluar germoplasma bajo pastoreo en pequeños potreros. In: Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Metodologías de Evaluación. CIAT, Cali, Colombia. 165-183 pp.

STEEL, R.D.G.; TORRIE, J.C. 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. 2da edic. Trad. Por Ricardo Martínez. México, Mc Graw-Hill. 622 p.

ULLRICH, C., VERA, R.; WENIGER, J.A. 1994. Producción de leche con vacas de doble propósito en pasturas solas y asociadas con leguminosas. Pasturas Tropicales. 16(3):27-30.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. 1985. Analysis of forrages and fibrous foods. Cornell University. Ithaca, New York. 165 p.

Caracterización de una explotación lechera en estabulación

William Sánchez L.¹

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en una finca de lechería especializada manejada bajo el sistema de estabulación, ubicada en San Jerónimo del cantón de Moravia, provincia San José a 1.350 msnm, donde la precipitación y temperatura promedio anual son de 1.744,4 mm y 25,4 °C, respectivamente. El objetivo fue caracterizar el comportamiento biológico, productivo y económico de la empresa. Se inició con un diagnóstico estático y mediante una visita quincenal por un período de seis meses, se obtuvo la información de campo por analizar. En la finca se explotan las razas Holstein y Jersey, predominando en un 88% la primera. Se dedican 5,5 has a la lechería, con una carga animal de 16,8 U.A./ha, donde el 80,6% del total de vacas adultas están en ordeño. Las terneras menores de seis meses, las de seis meses a un año, novillas de uno a dos años y las vacas en producción disponen de 2,1, 3,5, 4,6 y 4,6 m² por animal, respectivamente. Diariamente se ordeñan 54 vacas, con una producción promedio por animal y hectárea de 16,4 y 16,1 kg de leche, respectivamente. Se obtuvo un consumo diario de 3,4% de M.S. por cada 100 kg de peso vivo, donde el concentrado, el pasto y la cebada son los que aportan la mayor cantidad de P.C. y E.D. Sin embargo, el costo unitario de dichos nutrientes aportados por el concentrado, es hasta tres veces superior al proporcionado por el pasto y la cebada. Del costo total de producción el rubro alimentación y mano de obra son los de mayor importancia, correspondiéndoles un 63 y 24,4%, respectivamente. En cuanto a alimentación, el 55,3% corresponden al uso de concentrados, los cuales a la vez son responsables del 35,0% de los costos totales.

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina de leche se explota bajo tres categorías; el doble propósito, el especializado de bajura y de altura (Villegas, 1995). Cada categoría puede ser manejada bajo el sistema de pastoreo o mediante el semi o estabulación completa. Según Mares (1984), en el sistema pastoril el animal pasa la mayor parte del día en la pradera, por lo que

existe una interacción entre el animal y la pastura, encargándose por sí mismo de recolectar la totalidad o parte de sus requerimientos alimenticios.

Se considera que un sistema es semi-estabulado cuando el animal se maneja parte del día en la pastura e instalaciones. En este caso, el animal recolecta parte de los alimentos en la pradera y es suplementando en el establo durante un corto período del día. Por otra parte, Fernández *et al*, 1975, considera que la estabulación completa se da cuando los animales se manejan todo el día y la noche dentro de las instalaciones, sin o escasa libertad de movimiento. Esta es una práctica muy común en países de gran trayectoria lechera, caracterizándose el sistema por permitir manejar un mayor número de animales por unidad de área, lo que consecuentemente repercute en la producción por hectárea.

Según el último Censo Nacional (1984), en Costa Rica el 70% de las fincas lecheras ubicadas dentro de la Región Central, son inferiores a 20 ha, donde el activo tierra es el de mayor valor y una de las principales limitantes. Sin embargo, son escasas las fincas que han adoptado el manejo en estabulación, por lo que se carece de información práctica del sistema.

Por tal razón, con la finalidad de ofrecer información actualizada sobre dicho sistema, el presente trabajo tuvo como objetivo describir y analizar las diferentes actividades que se desarrollan en un modelo de producción láctea manejado bajo estabulación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en una finca manejada bajo el sistema en estabulación, ubicada en el distrito de San Jerónimo de Moravia, provincia San José, donde con una altitud de 1.396 msnm, predomina el bosque pluvial premontano tropical y la temperatura, precipitación y humedad relativa promedio anual son de 19,9 °C, 1.744 mm y 83%, respectivamente.

Se realizó un diagnóstico estático y con los resultados y sin alterar el sistema operacional de la finca, se programó una visita quincenal por un período de seis meses, durante el cual se recopiló

1. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, Costa Rica.

la información y se realizaron todas las mediciones respecto a:

- Instalaciones
- Manejo de los forrajes
- Producción
- Estratificación del hato
- Manejo del hato
- Egresos e ingresos

Un promedio de la información recopilada en cada visita, se presenta en los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Generalidades de la finca

La explotación dispone de un área de 5,5 ha, de las cuales cuatro están ocupadas por pasto Gigante (*Pennisetum purpureum*), 1,4 por Estrella africana (*Cynodon nlemfluensis*) y el área restante la conforman las instalaciones y caminos de acceso. Ambos pastos son utilizados como forrajes de corte y se trabaja con las razas Holstein y Jersey, predominando en un 88% la primera de ellas.

La topografía de la finca es irregular, situación que se aprovecha para distribuir por gravedad el estiércol sobre la pastura.

Instalaciones

Se dispone de un edificio de aproximadamente 800 m² conformada por siete áreas; crianza de terneras, descanso de los animales adultos, alimentación, ordeño, maternidad, enfriamiento de leche y bodega. Un detalle del espacio por animal, según la categoría y edad se presenta en el Cuadro 1.

Como se deduce del Cuadro 2, para la crianza de reemplazos se cuenta con un área total de 108,2 m², conformada por diez corrales comunales, donde se manejan las terneras desde su nacimiento hasta los siete meses de gestación. En estos corrales al igual que en el área de descanso la cama es de aserrín.

CUADRO 1. Espacio disponible según categoría y edad del animal.

ÁREA	EDAD O CATEGORÍA	ÁREA/ ANIMAL m ²	ÁREA, TOTAL m ²
Crianza de terneras	Menor 0,5 año	2,1	14,7
	0,5 a 1 año	3,5	35,0
	1 a 2,5 años	4,6	58,5
Descanso	Vaca/adulta	4,6	310,0
Alimentación	Vaca/ adulta	2,1	110,0
Ordeño	Vaca/ adulta	3,2	12,8

CUADRO 2. Estratificación del hato bovino.

CATEGORIA	CANTIDAD		UNIDAD ANIMAL (U.A)		
	Número	%	Equivalente	Cantidad	%
Vacas en producción	54,0	55,1	1,2	64,8	69,8
Vacas secas	13,0	13,2	1,0	13,0	14,0
Vaquillas de 2 a 2,5 años	3,0	13,1	0,9	2,7	2,9
Novillas de 1 a 2 años	10,0	10,2	0,6	6,0	6,5
Terneras men. 1 año	17,0	17,4	0,3	5,1	5,5
Toro	1,0	1,0	1,2	1,2	1,3
TOTAL	98,0	100,0	-	92,8	100,0

U.A.: Unidad animal de 450 kg.

El área de alimentación está conformada por tres canoas separadas a 4,5 m entre sí. Cada canoa tiene 13 m de largo y dispone de 14 cepos de madera de 0,2 m de ancho y separados a 0,9 m. El piso es de concreto, con un pequeño desnivel hacia un canal central, el cual conduce el agua de boñiga fuera de las instalaciones.

El área de ordeño dispone de piso de concreto y de cuatro cepos con sus respectivas canoas.

Estratificación del hato

El hato está conformado por un total de 98 animales, el cual presenta la siguiente estratificación. Con base en los datos del Cuadro 2, se puede decir que del total de vacas adultas el 80,6% está en producción, lo que muestra que la finca no tiene problemas reproductivos. Por otra parte, el grupo de animales de reemplazo permite desechar anualmente el 21% del hato adulto. Situación que nos inclina a concluir, que los valores antes citados se encuentran dentro de la ideal distribución de un hato lechero, los cuales a la vez superan los datos encontrados en el tipo de lechería especializada a nivel nacional (Villegas, 1995).

Ante las circunstancias expuestas, se extrae que en la finca se maneja una carga animal de 16,8 U.A./ha, valor que supera en más de cinco veces a las cifras encontradas (3,1 U.A/ha) en Costa Rica, bajo el sistema convencional (MAG-IICA, 1991).

Manejo de los forrajes

En cuanto a la fertilización, al estrella se le aplican 60 kg/ha de N, después de cada corte (80 días), lo que es equivalente a 275

kg de N/ha/año. Con dicha dosis se obtienen 134 y 25,8 kg de M.S.D y P.C., respectivamente, por kg de N aplicado.

El estiércol se distribuye por gravedad sobre el pasto Gigante. Un detalle del contenido nutricional del estiércol producido por U.A. se presenta en el Cuadro 3.

CUADRO 3. Contenido nutricional del estiércol producido por el ganado bovino.

PARÁMETRO	ESTIERCOL, M.S.	
	SÓLIDO	LÍQUIDO
Producción kg/u.a./día	3,81	0,54
Nitrógeno %	0,32	0,95
Fósforo (P2O5) %	0,21	0,03
Potasio (K2O) %	0,16	0,15

FUENTE: Reaves y Pegran, 1965.

Con base en el Cuadro 3 y considerando el total de U.A., anualmente en la finca se producen 626,0, 293,0 y 406,0 kg de N, P2O5 y K2O, respectivamente, con lo que en el mismo orden se estarían aplicando 157, 73 y 102 kg/ha/año sobre la pastura de Gigante. Fertilización que nos indica que por cada kg de N orgánico aplicado, el pasto Gigante es capaz de producir 254 y 27,4 kg de M.S.D y P.C., respectivamente.

CUADRO 4. Manejo y valor nutritivo de las especies forrajeras utilizadas.

ASPECTOS	ESPECIE	
	GIGANTE	ESTRELLA
Cosecha días	112,0	80,0
Cosecha hh/t	2,8	4,3
M.S. % *	21,0	18,6
P.C. % *	5,3	11,1
D.I.V.M.S. %*	49,0	57,7

* Laboratorio de Agrostología U.N.A. 1995.

hh: Horas hombre

DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de MS

t: Tonelada métrica

Como se observa en el Cuadro 4, la cosecha tardía se refleja en la baja D.I.V.M.S. de ambos forrajes y el contenido de P.C. del pasto Gigante, condición que debe ser considerada, ya que forrajes con digestibilidad y P.C. inferiores a 65 y 8,0%, respectivamente, pueden limitar el consumo por mecanismo físico del animal (Pezo, 1981).

Según los datos del Cuadro 5, el pasto Gigante produce 17,5 y

3,0 t más de M.S. y M.S.D./ha/año, respectivamente, que el Estrella. Sin embargo, el último produce 2,8 t P.C./ha/año más que el Gigante.

CUADRO 5. Producción de materia seca y proteína cruda.

ASPECTOS	ESPECIE	
	GIGANTE	ESTRELLA
M.S., t/ha/año	81,4	63,9
M..S.D., t/ha/año	39,9	36,9
T.C., kg./ha/día	223,0	175,0
P.C., t/ha/año	4,3	7,1

T.C.: Tasa de crecimiento

Según Jiménez y Rojas (1985), el punto de equilibrio entre producción de M.S., P.C. y D.I.V.M.S. se logra cuando el pasto Gigante se cosecha a los 56 días. Mediante un corte realizado a los 60 días sobre la pastura de Gigante se obtuvo una producción de 9,5 t M.S./ha, con un contenido de P.C. y D.I.V.M.S. de 12 y 65%, respectivamente. Esto significa que si el pasto Gigante se utiliza a los 60 y no a los 112 días, anualmente la producción de P.C. incrementaría en 2,7 t/ha/año y a la vez, se suministraría un material de mayor aprovechamiento.

Para suplementar el hato en ordeño, diariamente en la finca es necesario preparar alrededor de una tonelada métrica de forraje fresco, conformada por tres partes de Gigante y una de Estrella. Un detalle del costo de dicha preparación y suministro en las canoas se presenta en el Cuadro 6.

Del Cuadro 6 se deduce que el costo por kg de forraje fresco puesto en la canoa es de ¢2,20, del cual, a las actividades de transporte, picado y cosecha les corresponde el 87%. Situación que muy probable se deba a la distancia existente entre las pasturas y las instalaciones, lo que aumenta el tiempo de transporte. Por otra parte, para realizar el picado se necesitan dos personas, una introduce el pasto en la máquina y la otra saca el mismo ya picado que cae debajo de la picadora.

Es importante destacar que el área de pasto Gigante y la porción de este, por tonelada de forraje suministrada es mayor a la del Estrella. Sin embargo, el costo de fertilización química del Estrella es 95% superior a la orgánica del Gigante.

CUADRO 6. Costo de una tonelada métrica de forraje fresco distribuido en la canoa.

Insumo/Actividad	Cantidad	Costo/ Unidad ¢	Costo Total ¢	Contribución Al Costo %
Nutrán, kg.	54,9	0,7	38,4	1,74
Aplicación nutrán, min.	0,5	2,8	1,4	0,06
Aplicación estiercol, min.	0,7	2,8	2,0	0,09
Cosecha, hh	3,3	171,8	566,9	25,80
Transporte, hc	1,2	600,0	720,0	32,70
Picado, hh	3,2	3,6	171,8	22,3
Eletricidad, Kw	549,8	80,3	25,00	3,65
Distribución, hh	1,4	171,8	240,5	10,90
TOTAL	-	-	2.199,3	100,00

min: Minutos hc: Hora caballo hh: Hora hombre
kw: Kilo watts

Manejo del hato

A diferencia del sistema convencional, donde las vacas en producción se manejan bajo un sistema rotacional de pastoreo y son llevados a la lechería dos veces al día para su respectivo ordeño y alimentación suplementaria, bajo el manejo de estabulación, todos los animales permanecen constantemente dentro de las instalaciones, donde reciben su correspondiente alimentación y ordeño, así como todas aquellas prácticas sanitarias, reproductivas y de manejo en general.

Los animales de remplazo se manejan en tres grupos; las menores de seis meses, de 0,5 a un año y de uno a 2,5 años, cada grupo recibe la alimentación y manejo correspondiente a su crianza, incorporándose al lote de vacas secas y gestantes dos meses antes de parir.

El hato adulto se maneja en dos lotes, las vacas en producción y las secas y gestantes. Durante la mañana, el primer lote se moviliza del área de descanso hacia la de alimentación y de aquí, vaca por vaca pasa a la sala de ordeño, regresando a su posición original dentro del área de alimentación después de ser ordeñada. Terminado el ordeño y su respectiva alimentación, el hato en producción regresado al área de descanso, momento en que el segundo lote ingresa al área de alimentación, donde permanecen por un período semejante al otorgado a las vacas en producción. Para el ordeño de la tarde, se sigue el mismo procedimiento,

finalizando las labores del día cuando todos los animales se encuentren en su respectiva área de descanso.

Alimentación

Durante los primeros ocho días las terneras reciben diariamente seis kg de calostro suministrado con chupón, la mitad en la mañana y la otra en la tarde. A partir de esta edad y hasta los cuatro meses, se brinda en balde la misma cantidad de leche por animal/día, suministrando pasto verde y agua *ad libitum* y 0,5 kg/animal/día de concentrado para vacas en producción. A partir de los cuatro meses y hasta los 18, además del pasto y el agua, se suministra 1,0, 2,5 y 0,07 kg de concentrado, banano y minerales, respectivamente. Después de los 18 meses de edad, cada ternera sigue recibiendo forraje y agua *ad libitum* y 1,5, 4,5 y 0,08 kg/día de concentrado, banano verde y minerales, respectivamente. Esta última dieta se mantiene hasta el momento del parto, la cual es la misma que recibe el lote de vacas secas.

Además del suministro de agua a libre voluntad, las vacas en producción reciben una ración diaria a base de forraje, cebada, banano verde, melaza, concentrado y minerales. De la ración ofrecida, todos los alimentos suministrados fueron consumidos en su totalidad, con excepción del forraje, el cual presentó un rechazo diario cerca del 40%, remanente que posteriormente es aprovechado por el lote de vacas secas, vaquillas y novillas. Un detalle del consumo de M.S., P.C. y E.D. se presenta en el Cuadro 7.

CUADRO 7. Consumo diario de M.S., P.C. y E.D. por vaca en producción.

ALIMENTO	M.S. kg	P.C. g	E.D. Kcal
Forraje	4,7	09,4	8.930,0
Banano v.	1,4	67,0	4.640,0
Cebada	2,2	553,0	7.095,9
Concentrado	5,1	707,0	15.150,0
Melaza	0,9	53,0	2.852,0
Minerales	1,0	--	--
TOTAL	15,3	1.789,4	38.667,9

Según los datos del cuadro anterior, el consumo de M.S. fue de 3,4% por cada 100 kg de peso vivo, donde el concentrado, el forraje y la cebada, son las fuentes que mayor aporte hacen a dicho consumo, proporcionando el 93 y 80,6% de la P.C. y E.D., respectivamente, mientras que la melaza y el banano, son las que menor aporte hacen de dichos nutrientes.

Considerando que cada vaca en ordeño pesa 450 kg y produce 16,4 kg de leche con un 3% de grasa y que el 35% del hato esta conformado por vacas de primer y segundo parto, el requerimiento promedio de P.C. y E.D., según las tablas del National Research Council (N.R.C.) se presenta en el Cuadro 8.

CUADRO 8. Consumo y requerimiento de P.C. y E.D. por vaca/día en producción.

CONSUMO/ REQUERIMIENTO	P. C. g	E.D. Kcal
Consumo	1.789,4	38,667,9
Requerimiento *	1,638,0	36,048,0
Diferencia	+151,4	+ 2,619,9

* N.R.C., 1988 (Incluye 15% en vaca joven)

Como se aprecia en el cuadro anterior, mediante la ración alimenticia suministrada no hay déficit de P.C. y E.D., por lo contrario, se presenta un excedente de ambos nutrientes.

En cuanto a los gastos de alimentación, el concentrado es el de mayor costo. Un detalle del costo de cada fuente alimenticia puesta en la canoa se presenta en el Cuadro 9.

CUADRO 9. Costos de alimentación diario por vaca en ordeño.

ALIMENTO	M.V. kg/vaca/día	¢/kg	¢/VACA	CONTRIBUCIÓN AL COSTO %
Forraje	21,2	2,2	47,1	11,5
Banano v.	8,7	4,1	35,8	8,8
Cebada	11,7	5,3	61,9	15,1
Concentrado	5,8	35,4	205,7	50,4
Melaza	1,2	16,9	20,8	5,1
Minerales	0,1	141,8	14,2	3,31
Agua, l	70,0	0,3	23,1	5,6
TOTAL	48,8	-	408,6	100,0

Como se observa en el Cuadro 9, el forraje es la fuente alimenticia de menor costo por unidad, mientras que los minerales y el concentrado los de mayor. Es importante resaltar que el 50,7% de los costos de alimentación por vaca corresponden al concentrado, ocupando la cebada y el pasto, la segunda y tercer posición, respectivamente.

Como se citó anteriormente, el concentrado es el que aporta la mayor cantidad de P.C. y E.D. Sin embargo, el costo de dichos

nutrientes es alrededor del 60,8% superior al ofrecido a través del pasto y la cebada.

El costo de alimentación diario por vaca es de ¢405,10, lo que significa que con una producción promedio por día de 16,4 kg/vaca, el costo de alimentación por kg de leche producido es de ¢24,70.

Ordeño

Realizada la limpieza de la ubre y el masaje respectivo, se procede a ordeñar. El proceso sigue cierto orden, ordeñando primero las vacas de menor producción, sin importar la raza ni el estado de lactancia.

Se utiliza un equipo de instalación fija y cubeta móvil, con capacidad para ordeñar tres vacas al mismo tiempo, lo que permite que dos vaqueros ordeñen un promedio de 54 vacas dos veces al día. Un detalle del tiempo requerido de ordeño se presenta en el Cuadro 10.

CUADRO 10. Tiempo requerido en el ordeño.

TIEMPO	MAÑANA	TARDE	DIA
Hato, min	185,50	142,25	327,75
Vaca, min	3,43	2,63	6,06
kg leche, seg	20,16	25,41	--

Del cuadro anterior se deduce que para realizar el ordeño del hato y por vaca durante la mañana, es necesario disponer de un 30,4% más de tiempo que en la tarde. Sin embargo, al analizar el tiempo requerido por kg de leche, se determinó que durante el segundo ordeño se tardan 5,25 segundos más que durante el primero.

Producción

Como se aprecia en el Cuadro 11, de la producción obtenida por hato, vaca y hectárea diariamente, el 62% se produce durante el ordeño de la mañana.

Cuadro 11. Producción de leche diaria por kg.

PRODUCCION	MAÑANA	TARDE	DIA
Por hato	550,0	335,6	885,6
Por vaca	10,2	6,2	16,4
Por hectárea	100,0	61,0	161,0

La producción promedio diaria por vaca fue 17,8 y 11,2 kg de leche con las vacas Holstein y Jersey, respectivamente, valores que son inferiores a los estimados a nivel nacional. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que en la finca se trabaja con lactancias largas, lo que indudablemente baja la producción promedio diaria por animal. Además, al realizar una comparación con respecto a la producción por hectárea, se aprecia que los 161 kg de leche obtenidos en la finca por hectárea, es más de cuatro veces superior a los 37 kg/ha/día, mencionado como promedio nacional a través del método convencional (MAG-IICA,1991).

Egresos e ingresos

Como se citó anteriormente, de los egresos de producción, el rubro alimentación es de mayor costo, correspondiéndole el 61%. Los concentrados aportan el 57% a dicho costo y a la vez, son responsables del 35% de los costos totales de producción.

La mano de obra es el segundo rubro de importancia, el cual contribuye en un 24,4% al costo total de producción. Por otra parte, el pago de electricidad, planillas y agua, la compra de aserrín, semen, medicamentos, aceite y varios, son los rubros que menor aporte hacen a los costos correspondiéndoles en forma conjunta el 14,3%.

Lo anterior implica que en la finca se incurre en un gasto total de ¢41,10 por cada kg de leche producido.

Los ingresos dependen únicamente de la venta de leche y animales de desecho. Durante un período de seis meses se vendieron tres vacas de desecho en ¢180.000 y dos terneros en ¢8.000, lo que equivale a un ingreso bruto mensual de ¢31.333 por venta de animales.

Los 885,6 kg de leche producen diariamente un ingreso bruto de ¢47.822,40, lo que es equivalente a un ingreso bruto mensual de ¢1,454.757 por venta de leche.

Los gastos y ventas citadas anteriormente, nos indican que la finca percibe un ingreso bruto y neto mensual de ¢1,486.090 y ¢378.858, respectivamente, lo que equivale a un ingreso neto mensual por hectárea y vaca en producción de ¢68.883 y ¢70167, respectivamente. Es importante resaltar que de los ingresos obtenidos, el 96,9% es por concepto de venta de leche.

Mediante un flujo de caja, se determinó que el 56,9% de los egresos de producción corresponden a los costos variables y el 43,1% a los fijos. Por otra parte, si se considera la venta de animales, el punto de equilibrio es 655 kg/leche/día y en el caso de no considerar, dicho valor aumentaría 674

kg/leche/día. Todo esto permite que la finca opere con un 25% de rentabilidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Considerando las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el presente trabajo, es posible formular las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Mediante la explotación de la ganadería de leche a través de un sistema intensivo de estabulación, es posible aumentar la carga animal y producción por unidad de área, lo que repercute satisfactoriamente en la eficiencia de la empresa.

Mantener una adecuada distribución del hato es de suma importancia en un sistema estabulado, ya que de lo contrario se podría incurrir en costos innecesarios por concepto de alimentación, medicamentos y manejo en general.

Mediante la fertilización a través del estiercol, además de proporcionar nutrientes al forraje y disminuir los costos de producción, se contribuye a la conservación del medio ambiente y muy probable, se obtiene un producto de mejor calidad para el consumo humano.

Dentro de las labores de la lechería, el manejo y preparación del forraje es una de las que mayor cantidad de mano de obra requiere, sobresaliendo la cosecha, el transporte y el picado como los de mayor costo.

La utilización de los forrajes de corte en la alimentación del ganado lechero provoca un aumento en los costos de producción. Por tal razón, su uso dependerá en gran medida del rendimiento y calidad del mismo.

De las fuentes alimenticias suministradas, el concentrado y la cebada son las que proporcionan la mayor cantidad de M.S., P.C. y E.D. Sin embargo, el costo unitario de dichos nutrientes, es alrededor del 60,8% superior al proporcionado por el forraje.

El costo total por kilogramo de leche producido es de ¢41,10, valor inferior al reportado por el Ministerio de Economía Industria y Comercio, según el modelo de producción de leche bajo el sistema convencional.

Es recomendable cosechar el pasto Gigante (*Pennisetum purpureum*) alrededor de los 60 días de edad, ya que bajo estas condiciones es posible ofrecer un forraje de mejor calidad y de mayor aprovechamiento, con lo que podría disminuirse la ración de otros alimentos de mayor costo.

Es recomendable manejar los animales en la sala de alimentación por grupo según producción y días de lactancia, lo que facilitaría el suministro de concentrado y otras fuentes alimenticias, así como las prácticas generales de manejo.

Es necesario buscar alternativas que permitan reducir los requerimientos de mano de obra en la labor del transporte y picado del forraje, ya que a pesar de ser estas labores sencillas, contribuyen en el 65.6% de los costos totales de la preparación de dicho material.

LITERATURA CITADA

- FERNÁNDEZ, J.; GALVEZ, J. 1975. Estabulación libre en ganado vacuno. A.E.D.O.S. Barcelona, España. 257 p.
- JIMÉNEZ, C., ROJAS, W. 1985. Establecimiento y manejo del pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*). In: Revisión de Aspectos Técnicos del Programa Nacional de Fomento de la Producción de Leche. U.C.R. San José, Costa Rica. p 49-81.
- MARES, V. 1984. Bases fisiológicas para el manejo de praderas tropicales. In: Aspectos en la utilización de forrajes en el trópico. Vol. 3. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 7p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. Dirección General de Estadísticas y Censos. 1984. Censo Agropecuario 1984. San José, Costa Rica. 266 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA-INSTITUTO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. 1991. Estudio a nivel nacional para mejorar la tecnología de alimentación de ganado lechero a través del uso de forrajes de corte. San Jose, Costa Rica. 269 p.
- N.R.C. 1976. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Fifth Revised Edition. Washington, D.C. National Academy of Sciences.
- PEZO, D. 1981. La calidad nutritiva de los forrajes. In: Compendio de producción y utilización de los forrajes en el trópico. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p 70-112.
- REAVES, P.; Y PEGRAN, C. 1965. El ganado lechero y las industrias lácteas en la granja. Limusa-Wilex, S.A. México. p 70-132.
- VILLEGAS L. 1995. Actividad lechera. In: Atlas Agropecuario de Costa Rica. U.N.E.D. San José, Costa Rica. 459-465 p.

Tasas de morbilidad y mortalidad de terneras de lechería especializada en el Trópico Húmedo de Costa Rica

Jorge Mario Bolaños¹, Guillermo Quesada¹, Róger Meneses²

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue conocer algunos índices relacionados con la morbilidad y mortalidad en terneras menores de 90 días, procedentes de lecherías especializadas, localizadas en el Trópico Húmedo de Costa Rica. En el estudio se utilizaron 377 terneras seleccionadas para ser reemplazos. La tasa de morbilidad por problemas respiratorios y umbilicales, así como por diarreas, que se presentó, en las terneras, durante el periodo de estudio fue de 12,7. La misma tasa para los animales que presentaron solo diarrea fue de 9,3. En el caso de los problemas respiratorios y umbilicales, la tasa fue de 2,4 y 0,3 respectivamente. La tasa de mortalidad en esos animales fue de 12,5, siendo las diarreas las causantes del 54,6% de las muertes. El peso al destete no fue afectado por la diarrea. El peso promedio de los animales que no presentaron diarrea fue de 109 kg, y el de los que si, fue de 108 kg. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la presentación de diarreas y el mes de nacimiento, principalmente entre los meses de julio y octubre y los meses de noviembre y diciembre.

INTRODUCCIÓN

Dentro de una explotación lechera, las terneras son animales de gran importancia, por ser el reemplazo (cualitativa- y cuantitativamente) de las vacas viejas, cumpliéndose así el objetivo de mantener la explotación lechera con un nivel de producción económicamente aceptable, por un periodo de tiempo prolongado (Azkal, Javed y Anjum, 1983; Cordero y Osorio 1988).

La morbilidad y mortalidad son elementos que afectan directamente la eficiencia productiva de las explotaciones de ganado bovino, ya que el nacimiento de una cría constituye el momento más relevante en la producción pecuaria. Por lo tanto

la muerte de una ternera no sólo representa una pérdida económica, sino que también limita la posibilidad de mejorar genéticamente el hato, al reducirse la intensidad de selección por carecer de suficientes animales de donde seleccionar (González, 1989).

En el primer trimestre de vida, es cuando las terneras sufren de una mortalidad y morbilidad elevadas (Hartman 1975; Acres, 1985; James, Mcguilliard y Hartman 1984; Pérez *et al* 1990; Jenny, Grambling y Glaze, 1991). Las principales causas de mortalidad y morbilidad en esta etapa, son los problemas gastrointestinales y respiratorios (Hartman 1975; Bryson 1978; Stott 1979; Roy 1983; Acres, 1985; Waltner-toews 1986; Pérez *et al* 1990 y 1992).

El objetivo de esta investigación fue conocer las tasas de morbilidad y mortalidad en terneras menores de 90 días, procedentes de lecherías especializadas, localizadas en el Trópico Húmedo de Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se realizó en la Zona Huetar Norte, en los cantones de San Carlos y Grecia, provincia de Alajuela.

Las fincas evaluadas se encontraban entre los siguientes rangos: altitud 150 a 750 msnm, temperatura 20 a 27 °C y precipitación anual 2125,7 a 6574,1 mm³.

El criterio empleado para utilizar las fincas fue: tener más de 10 vacas en producción, selección de terneras para reemplazo, utilización del sistema informático de control (VAMPP) y deseo del dueño a cooperar.

1. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica

2. Escuela de Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica

Población en estudio

Como población de estudio se utilizó las terneras (N = 377) que sobrevivieron las primeras 24 horas y que además fueron seleccionadas para ser criadas, como posibles reemplazos. Todos los animales eran de la raza Holstein.

El 80% de las vacas parieron en potreros de maternidad, el restante 20% lo hicieron en el potrero de rotación en que la vaca pastorea. Los terneros se amamantaron directamente de las madres en el potrero. El tiempo que las terneras permanecieron con sus madres fue de tres días. El promedio de producción de leche por vaca fue de 15,5 kg.

Recolección de Datos

La hoja de recolección de datos y el formulario que se utilizó, fue una modificación del utilizado por Cordero y Osorio (1988). Las fincas fueron visitadas cada semana y los datos se validaron con la persona encargada de las terneras. Se estandarizaron las definiciones sobre prácticas de manejo y enfermedades con la persona encargada de los terneros y el responsable de la finca.

Análisis Estadístico

Para el almacenamiento y análisis de los datos, se utilizó el sistema Panacea 2.0. Los datos obtenidos mediante el formulario se sometieron al análisis observacional y de estadística descriptiva simple, realizando cálculos de porcentajes, promedios y desviaciones estándar. Los pesos al destete de acuerdo a si tuvo o no diarrea, fueron sometidos a un análisis de varianza.

Para el análisis de los datos generados sobre morbilidad y mortalidad, se establecieron grupos sobre la base de presentación de los signos clínicos, los cuales fueron excluyentes entre sí; lo que quiere decir, que aunque una ternera durante la investigación presentara problemas respiratorios y también diarreicos, esta pertenece a un grupo y solo a uno que comprende esta combinación de variables, los grupos establecidos se describen en los Cuadros 1 y 2.

Con el fin de estandarizar conceptos, una diarrea se definió como un aumento en el número y frecuencia de evacuaciones intestinales, así como un cambio de la consistencia normal de las mismas y/o acompañadas de olor fuerte (Merk, 1988).

Los problemas respiratorios, se definieron como la presencia prolongada de tos y secreciones nasales y los problemas umbilicales fueron definidos por inflamación del ombligo y tejidos adyacentes, así como secreción de flujos anormales (pus y sangre principalmente).

Cuadro 1. Descripción de los grupos establecidos para las variables de morbilidad.

Estado de morbilidad	Descripción
Diarréico un evento	Terneras que durante la investigación sólo presentaron una diarrea.
Diarréico dos eventos	Terneras que durante la investigación sólo presentaron dos diarreas.
Respiratorio un evento	Terneras que durante la investigación sólo presentaron un problema respiratorio (neumónico).
Umbilical	Terneras que durante la investigación sólo presentaron problemas umbilicales.
D. 1+ R	Terneras que presentaron un evento diarréico y un problema respiratorio.
D. 2 + U	Terneras que presentaron dos eventos diarreicos y problemas umbilicales
Sanas	Terneras que durante la investigación nunca registraron eventos patológicos.

Cuadro 2. Descripción de los grupos establecidos para las variables de mortalidad.

Estado de mortalidad	Descripción
Diarréico un evento	Terneras que mueren registrando un evento diarréico
Diarréico dos eventos	Terneras que mueren registrando dos evento diarreicos.
D. 1 + U	Terneras que mueren y que registraron un problema diarréico y también umbilical.
Ninguno	Terneras que murieron por causas no patológicas o causas patológicas no comprendidas en la investigación.

Se calcularon las tasas de morbilidad y mortalidad utilizando las siguientes fórmulas:

Tasa de morbilidad proporcional = # de terneras enfermas debido a una causa específica dividido entre el # total de enfermas.

Tasa de morbilidad = # de casos de diarreas, problemas respiratorios y umbilicales dividido entre el # de terneras nacidos durante el periodo de investigación (Población en riesgo).

Tasa de mortalidad = # de terneras muertas por diarreas problemas respiratorios y umbilicales, dividido entre el # de casos que presentó el síntoma clínico dado.

Tasa de mortalidad proporcional = # de muertas debido a una causa específica dividido entre el # total de muertas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 377 nacimientos registrados en el periodo de recolección de datos el comportamiento de los eventos de morbilidad y mortalidad registrados se presentan en los cuadros 3 y 4.

La tasa de morbilidad para las diarreas, problemas respiratorias y umbilicales que se presentó en las terneras, durante el periodo de estudio fue de 12,7. La misma tasa, para los animales que enfermaron de diarrea fue de 9,3, siendo mayor en aquellos animales que la presentaron una vez. La tasa de morbilidad para el caso de problemas respiratorios y umbilicales fue de 2,4 y 0,3 respectivamente.

De los 48 animales que enfermaron, seis murieron, siendo la diarrea el único síntoma manifestado por esos animales. La tasa de mortalidad fue de 12,5. Del total de muertes ocurridas en las fincas, durante el periodo de estudio, el 54,6% fue por problemas diarreicos.

El peso al destete no fue influenciado por la diarrea. No hubo diferencias significativas; $P > 0,05$ en cuanto al peso promedio de los animales que no presentaron diarrea (109 kg), y los que si lo hicieron (108 kg).

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en la aparición de diarreas, respecto al mes de nacimiento, principalmente entre los meses de julio y octubre, y los meses de noviembre y diciembre.

Datos ofrecidos, sobre la tasa de morbilidad, por otros autores (Waltner-Toews *et al* 1986; Curtis *et al* 1988; Pérez *et al* 1990) que van desde un 9,9% y hasta un 24,6, muestran diferencias con las obtenidas en nuestro estudio.

Cuadro 3 Distribución de frecuencias de los grupos en estado de morbilidad presentado por las terneras de toda la investigación.

Estado de morbilidad	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia acumulada
Diarréico un evento	29	7,9	29
Diarréico dos eventos	6	1,6	35
Respiratorio un evento	9	2,4	44
Umbilical	1	0,3	45
D. 1 + U	1	0,3	46
D. 2 + U	2	0,5	48
Sanas	321	87	

Nota: No están incluidas las terneras que murieron aunque estas registraran eventos clínicos.

D. 1 + U = Terneras que presentaron un evento diarreico y problemas umbilicales.

D. 2 + U = Terneras que presentaron dos eventos diarreicos y problemas umbilicales.

Cuadro 4. Distribución de frecuencias de los grupos de mortalidad presentado por las terneras de toda la investigación.

Causa de mortalidad	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia acumulada
Diarréico un evento	4	36,4	4
Diarréico dos eventos	1	9,1	5
D. 1 + U	1	9,1	6
Ninguno	5	45,4	

Nota: Ninguno = terneras que murieron por causas no patológica o causa patológica no comprendidas en la investigación. D. 1 + U. = Terneras que murieron y presentaron un evento diarreico y también problemas umbilicales

Estas diferencias podrían deberse al manejo sanitario preventivo practicado en las fincas. En nuestro caso, el tratamiento anti-diarréico preventivo se practicó en el 73,3 % de las fincas del estudio. En los otros estudios, este procedimiento no se menciona.

La tasa de morbilidad de enfermedades respiratorias fue de 2,37, valor diferente a los reportados por Pérez *et al* (1990) de 5,8; por Curtis, White, Erb (1988) en un hato Holstein en New York de 7,4, y también diferente del reportado por Waltner-Toews, Martin, Meek (1986) quienes encontraron que éste era de 15. En nuestro estudio, los problemas respiratorios se

presentaron en una finca, en que las terneras desde que nacieron se alojan en cuerdas colectivas, donde algunas veces se encontraban terneras de bastante más edad que ellas, por lo que el riesgo de que una enfermedad de alta patogenicidad, como la neumonía, se diseminara, en un gran número de terneras a la vez, era mucho más alto, que en las fincas donde las terneras se alojaban en cuerdas individuales.

Entre los problemas estudiados sólo la diarrea ocasionó muertes (12,5). Otros estudios colocan la tasa de mortalidad en valores menores; así, Waltner-Toews *et al* (1986) reportaron un 7,1, mientras que Pérez *et al* (1990), encontró valores de 10,4. El mismo autor afirmó que las diferencias encontradas en esta variable, se pueden atribuir a las diferencias en la virulencia de los agentes causantes de la enfermedad.

La tasa de mortalidad (0) para las enfermedades respiratorias, difiere de las reportadas por Waltner-Toews, Martin, Meek (1986) de un 5,5 y por Pérez *et al* (1990) de un 9,8.

La tasa de mortalidad proporcional encontrada en este estudio para la diarrea fue de 54,6; 0 para problemas respiratorios y de 45,4 para otras enfermedades no definidas en la investigación, valores que son similares a los reportados por Pérez *et al* (1990) de un 46% para diarreas, lo que a su vez es consistente de los otros dos reportes antes mencionados.

La tasa de mortalidad proporcional nos indica que siendo las diarreas la principal causa de muerte, las prácticas sanitarias que colaboren con la prevención de este problema, deberían convertirse en rutina en las explotaciones lecheras.

LITERATURA CITADA

- BRYISON DG, MCFERMAN, J.B.; BALL, H.J.; NEIL, J.D. 1978. Observations on outbreaks six respiratory disease in housed calves. I Epidemiological, clinical and microbiological findings. *Vet Rec*, 103(25):485. 1988.
- CORDERO, R.R.; OSORIO, L.S. 1988. Factores de riesgos sobre la morbilidad y mortalidad en terneras menores de tres meses, en tres zonas lecheras de costa Rica. Tesis. Médico Veterinario, Heredia, Costa Rica, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional. 78 p.
- CURTIS, C.R.; WHITE, M.E.; ERB, H.N. 1988. Descriptive epidemiology of calffood morbidity and mortality in New York Holstein herds. *Prev Vet Med*, 5:293.
- HARTMAN, D.A.; EVERETT, R.W.; SLACK, S.T.; WARNER, R.G. 1975. Calf mortality. *J Dairy Sci*, 57(5):576.
- JAMES, S.E.; MCGUILLIARD, M.L.; HARTMAN, D.A. 1983. Calf mortality in Virginia dairy herd improvement herds. *J Dairy Sci*, 60:908.
- MERK AND CO., INC. 1988. Manual Merk de Veterinaria. 3 ra Ed. Madrid, España.
- PÉREZ E, NOORDHUIZEN, JPTM.; VAN WUIJKHUISE, L.A.; STOSSEN, I.N. 1990. Management factors related to calf *morbidity* and mortality rates. *Livest Prod Sci*, 25:70.
- PÉREZ, E.; HIRD, D.W.; KASS, P.H.; BRAND, A.; NOORDHUIZEN, J. 1992. Epidemiological aspects of early calffood *morbidity* and mortality in Costa Rican tropical cloud-forest Dairy farms: Effect of management practices on *morbidity* and mortality. I. *J Dairy Sci*.
- PÉREZ, E.; HIRD, D.W.; KASS, P.H.; BRAND, A.; NOORDHUIZEN, J. 1992. Epidemiological aspects of early calffood morbidity and mortality in Costa Rican tropical cloud-forest Dairy farms: Age breed patterns of morbidity and mortality. II. *J Dairy Sci*.
- PÉREZ E, HIRD, D.W.; KASS, P.H.; BRAND, A.; NOORDHUIZEN, J. 1992. Epidemiological aspects of early calffood morbidity and mortality in Costa Rican tropical cloud-forest Dairy farms: Effect of intrinsic factors and management practices. III. *J Dairy Sci*.
- PÉREZ E, HIRD, D.W.; KASS, P.H.; BRAND, A.; NOORDHUIZEN, J. 1992. Epidemiological aspects of early calffood morbidity and mortality in Costa Rican tropical cloud-forest Dairy farms: Time -event analysis. IV. *J Dairy Sci*.
- ROY, J.H.B. 1980. Factors affecting susceptibility of calves to disease. Symposium : Disease prevention in calves. *J Dairy Sci* 63(4):650.
- STOTT, G.H.; MARX, D.B.; MENEFE, B.E.; NIGHTERGALE, G.T. 1979. Colostral immunoglobulin transfer in calves. II. The rate of absorption. *J Dairy Sci*, 62:1766.
- STOTT GH, MARX, D.B.; MENEFE, B.E.; NIGHTERGALE, G.T. 1979. Colostral immunoglobulin transfer in calves. III. Amount of absorption. *J Dairy Sci*, 62:1902.
- WALTNER-TOEWS D.; MARTIN, S.W.; MEEK A.H. 1986. Dairy calf management, morbidity and mortality in Ontario Holstein herds. III Association of management with morbidity. *Prev Vet Med*, 4:137.

Comportamiento de leguminosas herbáceas de uso potencial en sistemas de producción de leche de altura

María Mesén V.¹ , William Sánchez L.¹, Leticia Badilla R.² , Beatriz Molina B.²

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el distrito Cot, cantón Oreamuno, provincia Cartago. La altitud es 2100 msnm y la temperatura y precipitación promedio anual son de 20,7 °C y 2121 mm respectivamente. El objetivo de este trabajo fue evaluar la adaptabilidad de una colección de 23 cultivares de leguminosas proporcionados por la Red de Pastos Andinos (REPPAN). Los cultivares utilizados pertenecen a los géneros, *Astragalus*, *Lupinus*, *Lotus*, *Medicago*, *Pisum*, *Trifolium* y *Vicia*. Se establecieron 23 parcelas con sus respectivos cultivares, con el fin de utilizar la técnica de Análisis de conglomerados ("Cluster Analysis"). Sin embargo no se pudo aplicar debido a que cuando se sometieron a corte, sobrevivieron únicamente tres cultivares, los *Trifolium pratense*, *Redquin* y *Kuhz* y el testigo local (*Trifolium repens*), con promedios de producción de materia seca de 6,60, 5,24, 1,49 t/ha/corte respectivamente. La *Vicia villosa*, Namoy, no fue sometida a cortes por ser una variedad anual, se cosechó al estar en floración obteniéndose un rendimiento de materia seca de 7,12 t/ha. Se concluye que según sus altos rendimientos de materia seca, la *Vicia villosa*, Namoy y los *Trifolium pratense*, *Redquin* y *Kuhz* son los cultivares que se adaptan a las condiciones bajo las cuales se desarrolló el estudio.

INTRODUCCIÓN

La leche es un producto básico en la dieta de la población costarricense, además de representar un rubro de mucha importancia en la economía nacional, ya que logra llenar la demanda interna y genera divisas provenientes de las exportaciones.

Dada la importancia de la producción láctea nacional y ante la eventualidad de tratados de libre comercio de Costa Rica con otros países, se hace necesario la búsqueda de alternativas

forrajeras que propicien mayor eficiencia en los sistemas de producción, de manera que les permita mayor capacidad de competencia, tanto interna como externa (Villegas, 1993).

Los forrajes de este país, basados prácticamente en gramíneas, son el recurso más abundante y de menor costo para la alimentación de rumiantes. Sin embargo, generalmente no se llenan los requerimientos nutricionales en animales de alto potencial genético.

Por otra parte las leguminosas forrajeras han sido reconocidas como excelentes fuentes de 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 mayoría de las praderas (Bernal, 1991).

El presente trabajo, tiene como objetivo evaluar el comportamiento de 23 cultivares de leguminosas proporcionados por la Red de Pastos Andinos (REPAAN).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló 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; la altitud 2100 msnm y la temperatura y precipitación promedio anual son de 20,7 °C y 2121,2 mm respectivamente, con una humedad relativa del 85 %.

El terreno utilizado había sido cultivado anteriormente con forrajes de piso. Geomorfológicamente es de origen volcánico y taxonómicamente corresponde al orden de los andisoles (Bertsch *et al*, 1993).

El análisis de suelo (Cuadro 1) presenta valores adecuados de pH y Aluminio, como consecuencia el porcentaje de acidez, 8,8 es bajo. Los contenidos de Ca, Mg, K, P y la relación Ca/Mg se

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

2. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica

encuentran dentro del rango óptimo. Sin embargo las relaciones Ca/K, Ca+Mg/K y Mg/K presentan un desbalance. En cuanto a los microelementos, los contenidos de Zn y Mn están dentro del rango óptimo, mientras que el Cu y el Fe se encuentran en un nivel alto (Bertsch, 1987). La preparación del suelo fue mecánica, utilizando una arada, dos rastreadas y surcando cada 0,5 cm.

Cuadro 1. Resultados de análisis de suelo antes de la siembra.

Suelo				Ug/ml suelo							Textura	Materia Orgánica
pH	Al	Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe		%	
5,5	0,35	5,1	2,2	1,16	17,0	4,9	13,0	32,0	+100	Franco		
										Arcilloso	6,17	

La siembra se realizó el 13 de julio de 1995 y se hicieron evaluaciones de altura, cobertura e incidencia de plagas y enfermedades durante la fase de establecimiento a partir de los 30 días de crecimiento. Al inicio de las lluvias se realizó el corte de uniformización, realizando evaluaciones cada seis semanas, para finalizar el período de muestreo el 22 de octubre del año siguiente.

Para el presente estudio, se utilizó una colección de semillas proporcionada por la Red de Pastos Andinos (REPAAN) y la metodología de evaluación que se utilizó, fue una modificación de la utilizada por la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Los cultivares que se evaluaron, se encuentran en el Cuadro 2.

Descripción de la unidad experimental

La unidad experimental fue de seis m² con tres hileras de tres m de largo y distanciadas entre ellas a 0,5 m.

Dadas las cantidades tan limitadas de semillas, se estableció el ensayo sin repeticiones con el fin de utilizar la técnica de Análisis de conglomerados (Cluster Analysis); (Pezo, 1994). Sin embargo la técnica no se pudo aplicar ya que quedaron muy pocos cultivares al final del estudio.

Fertilización

Las dosis aplicadas fueron 50, 50, 20, 20 kg/ha de P₂O₅, K₂O, Mg y S respectivamente. El Fósforo, Magnesio y Azufre se incorporaron al suelo a la siembra, el Potasio se aplicó 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, Schultze-Kraft, 1982). Se aplicó Nitrógeno ya que las plantas presentaron síntomas de deficiencia de este elemento, realizando cuatro aplicaciones a razón de 20 kg de Nitrógeno/ha (Bradley, 1982).

Cuadro 2. Cultivares de leguminosas que se evaluaron.

Cultivares	Simbología	Procedencia
<i>Astragalus cicer</i> , Oxley	ACO	Francia
<i>Lupinus angustifolius</i> , Gungurru	LAG	Australia
<i>Lupinus angustifolius</i> , Danja	LAD	Australia
<i>Lotus corniculatus</i> , Upstart	LCU	Francia
<i>Medicago murex</i> , Zodiac	MMZ	Australia
<i>Medicago polymorpha</i> , Circle valley	MPCV	Australia
<i>Medicago sativa</i> , Hunter fiel	MSHF	Australia
<i>Medicago sativa</i> , Hunter river	MSHR	Francia
<i>Medicago sativa</i> , Lucerne europe	MSLE	Francia
<i>Medicago sativa</i> , Du puits	MSDP	Francia
<i>Medicago sativa</i> , Lucerne euver	MSLU	Francia
<i>Medicago sativa</i> , Glory	MSG	Francia
<i>Medicago truncatula</i> , Parabinga	MTP	Australia
<i>Pisum sativum</i> , Wirrega	PSW	Australia
<i>Pisum sativum</i> , Alma	PSA	Australia
<i>Pisum sativum</i> , Dundale	PSD	Australia
<i>Pisum sativum</i> , Pennat	PSP	Australia
<i>Trifolium fragiferum</i> , Palestine	TFP	Australia
<i>Trifolium pratense</i> , Redquin	TPR	Australia
<i>Trifolium pratense</i> , Kuhz	TPK	Francia
<i>Trifolium subterraneum</i> , Nungarin	TSN	Australia
<i>Vicia villosa</i> , Namoy	VVN	Australia
<i>Trifolium repens</i> , testigo local	TR	Costa Rica

Variables evaluadas

Germinación

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

- 1 = 0 germinación
- 2 = < 25%
- 3 = > 25% y < 50%
- 4 = > 50% y < 75% (Toledo y Schultze-Kraft, 1982)

Plagas (Insectos y enfermedades)

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) (Adaptado de Calderón 1982 y Lenne, 1982)

Cobertura

Esta variable se evaluó como porcentaje del área que no presenta suelo desnudo. Durante la fase de establecimiento estas mediciones se hicieron cada 30 días y cuando los pastos fueron sometidos al régimen de corte, 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 x 1,0 m, con cuadrículas de 0,25 x 0,25 m.

Altura

Durante la fase de establecimiento, la variable altura se midió a 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 estirla y sin considerar la inflorescencia. Cuando las parcelas estuvieron sometidas al régimen de corte, también se hicieron estimaciones de altura de la planta (Toledo, Schultze-Kraft, 1982).

Producción de Biomasa

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 10 cm sobre el nivel del suelo y las de porte alto a 15 cm. 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 500g se llevó al laboratorio para la determinación del contenido de la materia seca a 60°C.

RESULTADOS Y DISCUSION

La germinación de los cultivares estuvo en el rango de 25 a 50%, excepto los *Trifolium pratenses* que germinaron menos del 25% y la *Vicia villosa*, más del 75%.

El Cuadro 3 presenta la información de las evaluaciones realizadas durante la fase de establecimiento. Se puede observar que al tercer muestreo efectuado a los 120 días de crecimiento de las plantas, persiste solamente un 35% de los cultivares.

Cuadro 3. Evaluaciones durante el establecimiento realizadas cada 30 días.

Cultivar	Evaluaciones					
	1		2		3	
	Altura cm	Cobertura %	Altura cm	Cobertura %	Altura cm	Cobertura %
ACO	5,0	2	p			
LAG	19,0	5	p			
LAD	21,0	5	p			
LCD	6,0	2	p			
MMZ	4,0	2	5		p	
MPCV	4,0	2	14	5	p	
MHF	18,0	5	19	6	p	
MSHR	19,0	2	20	10	20	40
MSLE	7,0	2	10	10	20	40
MSDP	9,0	2	11	10	16	45
MSLU	8,0	2	p			
MSG	6,0	2	7	10	7	40
MTP	8,5	3	9,5	3	p	
PSW	35,0	5	p			
PSA	62,0	5	p			
PSD	38,0	5	p			
PSP	35,0	5	p			
TFP	3,5	2	p			
TPR	3,5	2	8	20	19	100
TPK	10,5	5	11	20	12	100
TSN	3,2	5	6,0	5	p	
VVN	15,0	20	18	30	45	100
TR	7,0	10	10	20	12	100

p = parcelas perdidas

El Cuadro 4 presenta un resumen de los cultivares persistentes con sus principales características.

Cuadro 4. Cultivares sobresalientes durante el establecimiento.

Cultivar	Altura cm	Cobertura %	Floración días
MSHR	56	40	250
MSLE	44	40	250
MSDP	55	45	250
MSG	35	40	250
TPR	23	100	205
TPK	26	100	195
VVN	60	100	150
TR	12	100	160

La *Vicia villosa* por ser un cultivar anual, se le hizo un corte al estar en floración, obteniéndose un rendimiento de 7,12 t/ha en base seca, el cual es superior a los 4,33 t/ha reportado por Rodríguez, 1979, con 50% de floración. A los demás cultivares se les hizo un corte de nivelación al inicio de las lluvias, con el objetivo de realizar cortes cada seis semanas (Cuadro 5). Durante el período de corte no hubo presencia de enfermedades o plagas importantes.

El Cuadro 5 presenta a la *Medicago sativa* variedad Hunter River como la de mayor producción entre las de su género. Sin embargo, bajó la producción para el segundo corte; caso contrario sucedió con las variedades Lucerne Europe, Du Puits y Glory que prácticamente mantuvieron su producción, correspondiendo el valor más alto a la Du Puits. Valores similares; 1,23, 1,27 y 1,93 toneladas de materia seca/ha, para 90, 120 y 150 días de crecimiento respectivamente, fueron encontrados por Sánchez, 1977. Borrajo, 1965, en un alfalfar de tres años de utilización, encontró rendimientos de 0,98, 1,20 y 1,84 toneladas de materia seca/ha, para emergencia floral, 50% y 100% de floración respectivamente.

Los cultivares de *Trifolium pratense* fueron los que presentaron mayores rendimientos (Cuadro 5) con valores superiores a 2,5 t de M.S./ha reportados por Bernal, 1991.

El testigo (*Trifolium repens*) tuvo un rendimiento inferior a las demás variedades. Sin embargo fue superior que el reportado por Bernal, 1991, de 1,0 t de M.S./ha.

Para el tercer corte (Cuadro 5) se mantenían solamente tres cultivares de los 23 con que se inició el estudio.

Cuadro 5. Comportamiento de las leguminosas bajo corte.

Cultivar	Evaluaciones cada 42 días								
	1			2			3		
	Altura cm	Cob. %	M.S. t/ha	Altura cm	Cob. %	M.S. t/ha	Altura cm	Cob. %	M.S. t/ha
MSHR	56	50	3,30	45	40	1,66	p		
MSLE	50	50	1,48	40	40	1,12	p		
MSDP	51	50	2,36	45	40	2,45	p		
MSG	28	50	0,95	31	30	0,78	p		
TPR	45	100	8,23	31	85	5,94	31	85	5.60
TPK	49	100	5,31	37	85	5,30	37	85	5.10
TR	11	100	1,80	10	100	1,36	10	100	1.30

p = parcelas perdidas

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 altos rendimientos de materia seca de la *Vicia villosa*, Namoy, y de los *Trifolium pratense*, Redquin y Kuhz demuestran la adaptabilidad de estos cultivares a la zona.

Se debe continuar investigando con *Medicago sativa*, Hunter river y Du puits bajo diferentes techos altitudinales y tipos de suelos.

Se debe continuar la investigación con diferentes variedades de *Trifolium repens* y otras variedades de leguminosas perennes.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al Dr. Danilo Pezo Q. y al Ing. Luis Villegas Z. por la orientación científica que le brindaron a este trabajo.

LITERATURA CITADA

- BERNAL, J. 1991. Pastos y forrajes tropicales. Editorial Banco Ganadero. 2 Edición. Colombia. 273 p.
- BERTSCH, F. *et al.* 1993. Características de los principales órdenes de suelos presentes en Costa Rica. Congreso Nacional Agropecuario y de Recursos Naturales. U.C.R. 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.
- BORRAJO, J. 1965. Rendimiento, consumo y digestibilidad del heno de alfalfa, cortado en tres estados de madurez y bajo dos métodos de preparación. Tesis Mag. Sc. Instituto interamericano de ciencias agrícolas de la O.E.A. Uruguay. 84 p.

BRADLEY, R.S. 1982. Manejo de las leguminosas forrajeras para los estudios de fijación de nitrógeno por *Rhizobium*. In: Toledo, J.M. (ed.), Manual para la Evaluación Agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) CIAT, Cali, Colombia. p. 83-89.

CALDERON, M. 1982. Evaluación del daño causado por insectos. In: Toledo, J.M. 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.

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.

RODRIGUEZ, H. 1979. Determinación de la densidad de siembra de la *Veza villosa* 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. Manual para la Evaluación Agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), CIAT, Cali, Colombia. p. 91-109.

SANCHEZ, A. 1977. Asociaciones de dos gramíneas (*Lolium* y *Festucas*) con tres leguminosas forrajeras (*Medicago* y *Trifolium*) en Nuevo León. Facultad de Agronomía. México. 54 p.

VILLEGAS, L. 1993. Situación actual de la actividad lechera en Costa Rica. In: Congreso Agronómico Nacional. San José. Costa Rica. p. 53.

Evaluación de 13 cereales forrajeros de corte en Oreamuno de Cartago

William Sánchez L.¹, María Mesén V.¹

RESUMEN

El estudio se desarrolló en una finca ubicada en San Juan de Chicué de Oreamuno, provincia de Cartago, donde con una altitud de 2.800 msnm, predomina el bosque muy húmedo montano, el suelo es de origen volcánico del orden Andisol y la temperatura, precipitación y humedad relativa promedio anual es de 15 °C, 2.100 mm y 85%, respectivamente. El objetivo de este trabajo fue evaluar la adaptabilidad, producción y valor nutritivo de 13 cereales forrajeros de grano grande, conformados por nueve variedades de avenas (*Avena sativa*), dos trigos (*Triticum aestivum*), un triticale (*Triticum secale*) y una cebada (*Hordeum vulgare*). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, realizando un análisis de varianza para la altura, cobertura, incidencia de Roya (*Puccinia sp.*), producción de M.S., M.S.D. y P.C. Además, se realizó un análisis de correlación entre las variables evaluadas. En cuanto altura y cobertura, se determinó una alta diferencia significativa ($P>0,0001$) entre variedades, indicando la prueba de Weller/Duncan que la avena Gaviota fue la de mayor altura y la cebada Hart la de mayor capacidad de cobertura. Solamente las avenas Dula, Gaviota, Llaofén y Nehuén presentaron susceptibilidad a la Roya (*Puccinia sp.*), con significancia a las diferencias entre variedades ($P>0,0195$) y edad de la muestra ($P>0,0001$), no así la interacción variedad x edad de la planta ($P>0,097$). La prueba de Weller/Duncan mostró que la Dula fue la variedad más susceptible al hongo, diferenciando de la Gaviota, Llaofén y Nehuén. En cuanto a producción de M.S. y M.S.D. por corte y día (tasa de crecimiento), se encontró significativa ($P>0,0001$) a las diferencias entre variedades, indicando la prueba de Weller/Duncan que en términos de M.S., la avena Gaviota fue la de mayor rendimiento y la Aguila en M.S.D., mientras que el triticale Lasko el de menor rendimiento en ambos casos. Por otra parte, la producción de P.C. presentó diferencia significativa ($P>0,0001$) entre variedades, indicando la prueba de Waller/Duncan que la avena Amby logró el mayor rendimiento, no difiere de la variedad Nehuén, Nobby y del trigo Chablis, mientras la cebada Hart la de menor producción. Por otra parte, se encontró correlación positiva, entre la tasa de crecimiento y la producción de materia seca por hectárea +0,84 ($P>0,0007$), altura y

producción de materia seca por hectárea +0,66 ($P>0,019$), altura y tasa de crecimiento +0,59 ($P>0,041$), mientras que la correlación fue negativa entre el crecimiento por día y la edad de la planta - 0,79 ($P>0,002$), edad y contenido de proteína cruda - 0,76 ($P>0,004$), cobertura y contenido de proteína cruda - 0,61 ($P>0,034$), edad y digestibilidad *in vitro* de la materia seca - 0,60 ($P>0,041$) y contenido de proteína cruda e incidencia de Roya - 0,57 ($P>0,056$).

INTRODUCCIÓN

La producción de leche depende en gran medida de la disponibilidad y calidad de los alimentos suministrados al hato durante todo el año. En Costa Rica, desde tiempo remoto la alimentación en las lecherías se ha basado principalmente en la utilización de los forrajes, tanto de piso como de corte.

No obstante, la baja disponibilidad y calidad de las pasturas, principalmente durante la época seca, aunado a los requerimientos nutricionales de los animales explotados, han obligado a los productores a utilizar alimentos concentrados. Sin embargo, la demanda creciente de granos para la alimentación humana, la escasez y el alto costo de los mismos, dejan en duda el beneficio económico y la sostenibilidad de esta práctica alimenticia.

Consecuentemente, se hace necesario buscar nuevas fuentes de alimentación, que permitan disminuir los costos de producción e incrementar la productividad por unidad de área, lo que permitirá al sector lácteo competir tanto en el mercado nacional como en el internacional.

El uso de cereales forrajeros de corte, de alto rendimiento y valor nutritivo como la avena forrajera (*Avena sativa*), trigo (*Triticum aestivum*), triticale (*Triticum secale*) y cebada (*Hordeum vulgare*), constituyen una alternativa tanto para suplir parte de los requerimientos nutricionales de las vacas lecheras, principalmente durante la época seca, como para reducir el uso de concentrados y a la vez aumentar la carga animal por hectárea.

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

En Costa Rica existen algunas experiencias sobre el uso de la avena como recurso forrajero, principalmente como material fresco, cosechado y distribuido en canoas y recientemente bajo la tecnología del ensilaje. Se ha trabajado con variedades como la Criolla, Nehuén, Cuchumatanes, Icta 9 y Llaofén, las cuales además de adaptarse satisfactoriamente a las condiciones edafoclimáticas de la región alta de nuestro país, presentan buen rendimiento y excelente valor nutritivo (Abarca y Barquero 1993, Chacon 1993, Chacón y Sánchez 1993, MAG-IICA 1991, Mesén 1997 y Rojas 1988). Sin embargo, a través del tiempo estas variedades han presentado susceptibilidad al hongo *Puccinia sp.* (Roya). Por consiguiente, se hace necesario evaluar nuevas especies, para aprovechar en ellas sus mejoras genéticas, tanto en producción como resistencia a plagas y enfermedades.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la adaptabilidad, producción y valor nutritivo de nueve avenas, dos trigos, una cebada y un triticale, como materiales forrajeros.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en una finca ubicada en la localidad de San Juan de Chicué de Oreamuno, provincia Cartago, donde con una altitud de 2.800 msnm, predomina el Bosque Muy Húmedo Montano y la temperatura, precipitación y humedad relativa promedio anual es de 15 C°, 2.100 mm y 85,0%, respectivamente.

La investigación la conforma 13 cereales forrajeros de corte de grano grande. Un detalle de los materiales evaluados se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Especies objeto de estudio.

ESPECIE	IDENTIFICACIÓN	PROCEDENCIA
A. Nehuén	AN	Chile
A. LLaofén	AL	Chile
A. Aguila	AU	Bolivia
A. Gaviota	AG	Bolivia
A. Riel	AR	Australia
A. Culgoa II	AC	Australia
A. Amby	AA	Australia
A. Nobby	AB	Australia
A. Dula	AD	Inglaterra
T. Axona	TA	Inglaterra
T. Chablis	TC	Inglaterra
TR. Lasko	TL	Inglaterra
C. Hart	CH	Inglaterra

FUENTE: Servicios Científicos Agropecuarios, 1996.

A: Avenas T: Trigo
TR: Triticale C: Cebada

El suelo utilizado es de origen volcánico y taxonómicamente pertenece al grupo de los Andisoles y al sub-grupo Typic Distrandept (Bertsch, 1987). Según el análisis químico, el pH (6,1) y el contenido de Al (0,2) son favorables, por lo que la saturación de acidez (2,43%) es baja, lo que no afecta el crecimiento de las gramíneas, ya que según Borel (1981), esta familia de plantas soportan hasta un 25,0% de acidez. Los contenidos de Ca, Mg y K se consideran dentro del rango óptimo, por lo que las relaciones se encuentran en equilibrio. El contenido de P (67 mg/ml) es alto, mientras que los niveles de microelementos son adecuados para este tipo de cultivo (Bertsch, 1987).

Previo al establecimiento se realizó un control químico de malezas (glifosato), rastreando 22 días después y surcando a 0,5 m entre sí. La siembra se realizó el 14 de agosto de 1996, depositando manualmente la semilla a chorro seguido al fondo del surco, a razón de 70 kg de S.P.V./ha. La semilla quedó aproximadamente a dos cm de profundidad, cubierta con una capa delgada de tierra.

Con base al análisis químico del suelo y haciendo uso de la úrea, triple superfosfato, KMag y cloruro de potasio, se diseñó un programa de fertilización en niveles de 150, 50, 50, 20 y 20 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O, MgO y S, respectivamente. Las dosis de fósforo, magnesio y azufre se aplicaron al momento de la siembra, mientras que el nitrógeno y el potasio se aplicaron fraccionados, una primera mitad a la siembra y la restante tres semanas después.

La cosecha se realizó en forma manual, aproximadamente tres meses después del establecimiento, al inicio de la floración, sin importar la edad, cuando existía entre 15 a 20% de panículas emergidas.

El forraje se cortó a nivel del suelo, cosechando un metro lineal del surco central de cada parcela. Posteriormente se formó una muestra compuesta, con material de las tres repeticiones por variedad, la cual se envió al laboratorio de Bromatología para los análisis correspondientes a materia seca, proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, conformado por tres repeticiones, donde la unidad experimental constó de una parcela de seis m², conformada por tres hileras de tres m de largo y distanciadas 0,5 m entre sí. Los tratamientos correspondieron a las diferentes especies evaluadas.

Para cada especie se evaluaron las siguientes variables:

- Altura, cobertura e incidencia de insectos y enfermedades a los 52, 90 y al momento de cosecha (Toledo, Schultze-Kraft 1982, Calderón 1982 y Lanne 1982).

- Producción de materia seca (M.S.), materia seca digestible (M.S.D.) y proteína cruda (P.C.) a la cosecha (Association of Official Analytical Chemists 1990 y Van Soest y Robertson 1985).

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza. En los casos en que la fuente de variación resultó significativa ($P \leq 0,05$), se procedió a aplicar la prueba de Weller/Duncan (5%) para la comparación de medias. Además se realizó un análisis de correlación entre las variables, aceptando un valor de $P \leq 0,05$ como significativo (López y López, 1995).

Las variables altura, cobertura e incidencia de Roya (*Puccinia sp*) a diferentes edades, se analizaron mediante el modelo diseño de parcela dividida, en el que las especies distribuidas en la parcela grande constituyen el factor A y las mediciones repetidas en el tiempo el factor B, mientras que las variables de producción de materia seca (t/ha/corte) y tasa de crecimiento (kg/ha/día), se analizaron mediante un modelo de bloques completos al azar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Edad de cosecha

La mayoría de las especies se cosecharon alrededor de 126 días de establecidas, con excepción de la avena Culgoa II y la cebada Hart, ya que presentaron una maduración temprana a los 90 días, mientras el trigo Chablis, el triticale Lasko y la avena Llaofén presentaron maduración tardía, de 148 días.

A través del análisis de correlación se determinó que la edad de cosecha presenta relaciones negativas de $-0,79$ ($P > 0,002$), $-0,76$ ($P > 0,004$) y $-0,60$ ($P > 0,041$), con el crecimiento de la planta por día, contenido de proteína cruda y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, respectivamente.

El efecto negativo de la edad de cosecha sobre la tasa de crecimiento diaria en altura, puede explicarse por la poca altura que tuvieron la avena Llaofén, el trigo Chablis y el triticale Lasko, aún cuando se cosecharon a edades avanzadas, a causa de su maduración tardía. La disminución en el contenido de proteína cruda y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, por el efecto de la edad de la planta, también encontrado por otros investigadores (Dumont y Lanuza, 1990).

Altura

Como se aprecia en el Cuadro 2, las avenas Dula, Águila, Riel y Gaviota, fueron las especies que alcanzaron mayor altura, superando en promedio las avenas a la cebada y ésta a los

trigos y al triticale. Sin embargo, el crecimiento promedio diario de la cebada Hart fue de 1,18 cm, mientras que en promedio las avenas, los trigos y el triticale crecieron 0,96, 0,75 y 0,74 cm/día, respectivamente. Por otra parte, el triticale Lasko, al contrario de las avenas, la cebada y los trigos, presentó un lento crecimiento promedio durante los primeros días de edad, aumentando aceleradamente conforme se acercó la etapa de floración.

Cuadro 2. Altura (cm) por edad y tasa de crecimiento.

ESPECIE	EDAD, DÍAS			cm/día
	52	90	126	
A. Dula	48,0	94,0	137,0	1,09
A. Águila	39,0	96,0	133,0	1,06
A. Riel	46,0	99,0	126,0	1,00
A. Gaviota	56,0	112,0	120,0	0,95
A. Nehuén	48,0	95,0	118,0	0,94
A. Nobby	29,0	69,0	110,0	0,87
A. Llaofén	44,0	82,0	105,0	0,83
A. Culgoa II	44,0	101,0	*	1,12
A. Amby	35,0	80,0	100,0	0,79
Prom. avenas	43,2	92,0	118,6	0,96
T. Chablis	38,0	68,0	100,0	0,79
T. Axona	35,0	69,0	89,0	0,71
Prom. trigos	36,5	68,5	94,5	0,75
C. Hart	53,0	106,0	*	1,18
Tr. Lasko	17,0	41,0	93,0	0,74
Prom. total	40,9	85,5	111,9	0,93

* Especie cosechada

Prom: Promedio

A través del análisis de varianza, se determinó alta significancia a la diferencia entre alturas, por efecto de variedades ($P > 0,0001$), indicando la prueba de Weller/Duncan que la avena Gaviota fue la de mayor altura, difiriendo significativamente de todas las otras especies, mientras que el triticale Lasko y los trigo Chablis y Axona alcanzaron la menor altura.

Por otra parte, se encontró que la altura de la planta presenta una correlación positiva de $+0,66$ ($P > 0,019$) con la producción de forraje ha/corte y de $+0,59$ ($P > 0,041$) con la tasa de crecimiento.

Cobertura

Como se observa en el Cuadro 3, durante la primera etapa de crecimiento, la capacidad promedio de cobertura de los cereales es alrededor de 42,0%, superando la cebada Hart y el triticale Lasko a las avenas y los trigos. En cuanto a la utilización de forrajes, es muy ventajoso disponer de especies con rápida capacidad de cobertura durante los primeros días de crecimiento, ya que se reduce la proliferación de malezas, se disminuye la erosión y aumenta la retención de humedad.

Cuadro 3. Capacidad de cobertura (%) a diferentes edades.

ESPECIE	DÍAS DE ESTABLECIDA		
	52	90	126
A. Águila	30,0	85,0	95,0
A. Nehuén	52,0	83,3	95,0
A. Riel	38,0	83,3	95,0
A. Llaofén	42,0	83,3	95,0
A. Amby	32,0	78,3	95,0
A. Dula	42,0	81,7	95,0
A. Gaviota	48,0	86,7	90,0
A. Nobby	32,0	70,0	90,0
A. Culgoa II	40,0	83,3	*
Prom. avenas	39,5	81,7	93,8
T. Axona	30,0	66,7	85,0
T. Chablis	33,0	71,7	85,0
Prom. trigos	31,5	69,2	85,0
Tr. Lasko	55,0	95,0	90,0
C. Hart	68,0	86,7	*
Prom. total	41,6	81,2	91,8

* Especie cosechada
Prom: Promedio

Es necesario mencionar que la cobertura, lograda en la etapa final por las diferentes especies, tuvo poca dispersión, superando las avenas al triticale y éste a la cebada y los trigos.

Por otra parte, a través del análisis de varianza se encontró diferencia significancia entre variedades ($P>0,0002$), edad de muestreo ($P>0,0001$) y la interacción variedad x edad de muestreo ($P>0,0001$), indicando la prueba de Weller/Duncan que la cebada Hart es la especie de mayor capacidad de cobertura, mientras que el trigo Chablis el de menor cubrimiento.

Daños por insectos y enfermedades

A pesar de que Cepeda (1976) y Parsons (1984) consideran que existe una serie de insectos que ocasionan daño en las hojas, tallos, flores y raíces de los cereales de grano grande, en este estudio no se observó ningún daño.

En cuanto a enfermedades, la Roya (*Puccinia sp.*) fue la única que se presentó, manifestándose en las hojas y tallos en forma de pequeñas pústulas de color amarillo rojizo y café rojo oscuro, rodeadas de un polvillo color amarillo herrumbre, síntomas muy similares a los citados por Cepeda (1976), Cubillos (1997) y Parsons (1984) para dicha enfermedad.

El hongo invadió únicamente a la avena Dula, Gaviota, Llaofén y Nehuén, mientras el resto de las avenas, trigos, cebada y triticale no fueron afectados, cualidad que les otorga una ventaja fitosanitaria.

De las cuatro especies enfermas la única que no se cosechó fue la avena Dula, la cual presentó Roya a los 52 días de edad, manifestando un daño leve a los 90, afectando del 5,0 al 20,0% de las plantas, mientras que a los 126 días (Figura 1), cuando aún no iniciaba su floración, el hongo ocasionaba un daño severo, afectando más del 40,0% de las plantas.

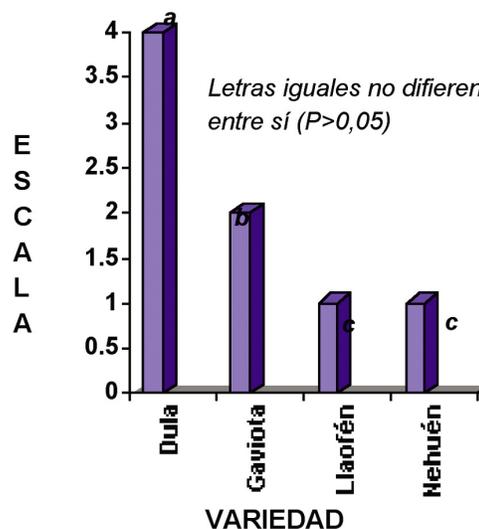


Figura 1. Incidencia de Roya (*Puccinia sp.*) al final de la evaluación

Escala: 0: No presencia
1: 5,0% de plantas afectadas
2: 5 a 20% de plantas afectadas
3: 20 a 40% de plantas afectadas
4: Más de 40% de plantas afectadas

Por otra parte, la avena Gaviota, Llaofén y Nehuén no presentaron indicios de Roya a los 90 días de establecidas. Sin embargo, a los 126 días de crecimiento la primera mostraba un daño leve, donde entre el 5,0 y 20,0% de las plantas estaban afectadas, mientras que en las dos últimas había presencia del hongo en un 5,0% de las plantas.

De las cuatro especies susceptibles al hongo, se determinó diferencia significativa entre variedades ($P > 0,0195$) y edad de la planta ($P > 0,0001$), indicando la prueba de Weller/ Duncan que la avena Dula y Gaviota fueron las más susceptibles al hongo de la Roya, difiriendo entre sí y de las variedades Llaofén y Nehuén.

Por otra parte, la incidencia de Roya presentó una relación negativa de $-0,56$ ($P > 0,056$), con el contenido de proteína cruda.

Producción de materia seca

Como se mencionó anteriormente, el grupo de cereales presentó diferencias de maduración y por tanto, en edad de cosecha. Un detalle de la edad de corta, producción por corte y tasa de crecimiento en materia seca y materia seca digestible, se presenta en el Cuadro 4.

Como se aprecia en el cuadro anterior, las avenas, con una producción promedio de 14,4 t de ms/ha/corte superan en un 26,4 , 34,0 y 56,2% a los trigos, cebada y triticale, respectivamente. Estos valores, en el caso de los trigos y triticale, cambian a un 35,8 y 59,6%, respectivamente, al convertir las producciones a materia seca digestible. En cuánto a la tasa de crecimiento, en el Cuadro 4 se observa también que en promedio las avenas produjeron 39, 11 y 73,9 kg de ms/ha/día más que los trigos, cebada y triticale, respectivamente. En el caso de la materia seca digestible, las avenas superaron en 36,9 , 9,6 y 58,8 kg/ha/día a los trigos, cebada y triticale, respectivamente.

En cuánto al grupo de las avenas, se observó que aunque la producción de materia seca y la tasa de crecimiento de las variedades Gaviota y Nehuén sobresalieron, al transformar dichas producciones a materia seca digestible, fueron igualadas por las variedades Riel y Amby y superadas por la Nobby y Águila.

Es importante destacar que en Costa Rica, Chacón y Sánchez (1993), obtuvieron rendimientos inferiores (10,8 t de ms/ha a los 85 días), mientras que los de Mesén (1997), fueron semejantes (16,7 t de ms/ha a los 107 días) y los de Abarca y Barquero (1993), superiores (22,5 t de ms/ha a los 120 días). Por otra parte, la producción obtenida con el triticale Lasko, es inferior a las 11,2 t de ms/ha, reportadas por Rojas (1988), con la variedad Eronga a los 112 días de crecimiento, mientras que los rendimientos obtenidos con la cebada Hart, fueron

superiores a las 5,8 t ms/ha encontrados por Flores (1977), en México a través del análisis de varianza, se encontró diferencia significativa entre variedades ($P > 0,0001$), tanto a la producción de MS como de MSD, indicando la prueba de Weller/Duncan, que en el primer caso la avena Gaviota fue la de mayor producción y en el segundo la Águila no difiriendo en ambos casos entre sí, ni de las variedades Nehuén, Amby, Nobby y Riel. Por otra parte, se determinó que el triticale Lasko fue la variedad de menor producción de MS y la cebada Hart de MSD. El análisis de correlación indicó que la producción por corte presenta relaciones positivas de $+0,84$ ($P > 0,0007$) con la tasa de crecimiento y de $+0,66$ ($P > 0,019$) con la altura de la planta.

En cuánto a la tasa de crecimiento, se encontró una diferencia significativa entre variedades a la producción de MS ($P > 0,003$) y MSD ($P > 0,0001$), mostrando la prueba de Weller/ Duncan, que la avena Gaviota fue la que presentó la mayor tasa de crecimiento de acuerdo a la producción de MS, pero que dicha variedad fue reemplazado por Águila al analizar la MSD. En ambos casos estas dos variedades no difieren entre sí, ni de las avenas Nehuén y amby, mientras que el triticale Lasko fue el que alcanzó el menor valor.

Cuadro 4. Rendimiento y tasa de crecimiento en base seca.

ESPECIE	EDAD DE CORTE, DIAS	MATERIA SECA		MATERIA SECA DIGESTIBLE	
		t/ha/corte	kg/ha/día	t/ha/corte	kg/ha/día
A. Gaviota	126	17,1	135,7	11,8	93,6
A. Nehuén	126	15,6	123,8	11,8	93,6
A. Amby	126	15,5	123,0	11,8	93,6
A. Nobby	126	14,8	117,5	12,4	98,4
A. Águila	126	14,6	115,9	11,9	94,4
A. Riel	126	13,9	110,3	11,8	93,6
A. Llaofén	148	12,5	84,4	7,7	52,0
A. Culgoa II	90	10,9	121,1	8,0	88,8
Promedio avenas	124	14,4	116,5	10,9	88,5
T. Axona	126	10,6	84,1	7,4	58,7
T. Chablis	148	10,5	70,9	6,6	44,6
Promedio trigos	137	10,6	77,5	7,0	51,6
C. Hart	90	9,5	105,5	7,1	78,9
TR. Lasko	148	6,3	42,6	4,4	29,7
Promedio total	126	12,6	102,9	9,4	76,7

A: Avena T: Trigo

C: Cebada TR: Triticale

Valor nutritivo

Dos de los parámetros más importantes que ayudan a valorar la calidad nutritiva de una especie forrajera, son el contenido de proteína cruda y la digestibilidad de la materia seca. Por tal razón, en el Cuadro 5 se presenta un detalle de dichos valores.

Cuadro 5. Contenido y producción de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

ESPECIE	VALOR NUTRITIVO %		PROTEÍNA CRUDA	
	P.C. %	D.I.M.S. %	t/ha/corte	kg/ha/día
A. Culgoa II	14,7	85,4	1,60	17,77
A. Nobby	12,3	83,9	1,82	14,44
A. Amby	12,0	76,2	1,86	14,76
A. Riel	10,6	84,6	1,47	11,67
A. Nehuén	9,8	75,5	1,53	12,14
A. Águila	9,5	81,3	1,39	11,03
A. Llaofén	8,6	61,3	1,08	7,30
A. Gaviota	8,0	69,1	1,37	10,87
Promedio avenas	10,7	77,2	1,52	12,50
T. Axona	11,7	69,4	1,24	9,84
T. Chablís	10,6	63,2	1,11	7,50
Promedio trigos	11,1	66,3	1,18	8,67
C. Hart	13,6	74,5	1,29	14,33
Tr. Triticale	12,4	69,7	0,78	5,27
Promedio total	11,2	74,5	1,38	11,41

FUENTE: El autor, 1998. Datos obtenidos según análisis de laboratorio.

P.C.: Contenido de proteína cruda

D.I.M.S.: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

A: Avena T: Trigo

C: Cebada Tr: Triticale

Contenido de proteína cruda

Como se aprecia en el Cuadro 5, en promedio la cebada Hart fue la especie que presentó el mayor contenido P.C., seguida por el triticale, los trigos y en última posición las avenas. Sin embargo, si se considera la producción promedio de P.C./ha/corte, las avenas superan en un 22,4, 15,1 y 48,8% a los trigos, cebada y triticale, respectivamente.

Dentro del grupo de las avenas, la Culgoa II alcanzó el mayor contenido de P.C. (14,7), seguida por la Nobby, Amby y Riel. Es necesario mencionar que los valores alcanzados por este grupo de cereales, son muy semejantes a los obtenidos en

Cuba por Machado y Núñez (1987), Cubillos y García en Chile (1997) y superiores a los encontrados en Costa Rica por MAG-IICA (1991) y Mesén (1997), en condiciones fisiológicas y climáticas semejantes.

A través del análisis de varianza, se determinó que existe diferencia significativa ($P>0,0001$) entre variedades a la producción de P.C., indicando la prueba de Waller/Duncan, que la avena Amby logró la mayor producción, no difiriendo de la Nobby, Nehuén y del trigo Chablís, mientras que la cebada Hart alcanzó la menor producción.

Por otra parte, el análisis de correlación mostró que el contenido de proteína cruda tiene una relación negativa de -0,76 ($P>0,004$) con la edad de la planta.

Digestibilidad *in vitro*

En el Cuadro 5, se puede deducir que, con un promedio de 77,0% de digestibilidad *in vitro* de materia seca, las avenas superan a la cebada y ésta al triticale y trigos. En orden descendente, la avena Culgoa II, Riel, Nobby y Águila fueron las especies que presentaron los mejores valores.

De todas las especies evaluadas en este estudio, solamente los trigos, el triticale y las avenas Llaofén y Gaviota presentaron valores de digestibilidad inferiores al 70,0%, aspectos que deben ser considerados a la hora de seleccionar una especie, ya que forrajes con digestibilidad de 65,0 a 70,0%, pueden limitar el consumo por mecanismos físicos (Pezo, 1981).

Por otra parte, se encontró que la digestibilidad *in vitro* de la materia seca presenta una correlación negativa de -0,60 ($P>0,041$) con la edad de la planta y positiva de +0,57 ($P>0,051$) con el crecimiento por día y de +0,56 ($P>0,051$) con la producción de materia seca por día.

Conclusiones y recomendaciones

Considerando las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el presente estudio, es posible formular las siguientes conclusiones y recomendaciones.

Con base al comportamiento en altura, cobertura, susceptibilidad a la Roya, tasa de crecimiento, producción de materia seca por hectárea, contenido de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca, se puede concluir que las avenas Águila, Riel, Amby y Nobby, son variedades que se adaptan a las condiciones agroclimáticas de San Juan de Chicué, con alto potencial para ser incluidas como recursos forrajeros en prácticas de alimentación suplementaria, en vacas lecheras de altura.

El contenido promedio de proteína cruda de las avenas es inferior en 2,9, 0,4 y 1,7 unidades porcentuales al de la cebada, trigos y triticale, respectivamente. Sin embargo, éstas producen 230, 340 y 740 kg más de proteína cruda por ha/corte y 9,6, 36,9 y 58,8 kg/ha/día más de materia seca digestible en el mismo orden que los cereales antes citados.

Las variedades de avenas seleccionadas deben ser, preferiblemente, de maduración temprana, con buena capacidad para desarrollar altura y altas producciones de materia seca por día.

Para futuros proyectos de investigación con cereales forrajeros, tanto en el campo agronómico como en el zootécnico, se recomienda dar prioridad a las avenas y tener precaución en la selección de trigos, cebadas y triticales, debido a que éstos, en promedio, obtuvieron menor producción de forraje que las avenas.

Aunque las avenas Gaviota, Nehuén y Llaofén presentaron altas tasas de crecimiento y producción de forraje por hectárea, no se recomienda propiciar su uso, debido a sus bajos contenidos de proteína cruda, digestibilidad *in vitro* y susceptibilidad a la Roya, enfermedad que produjo un deterioro total en la avena Dula.

Aunque la avena Culgoa II, los trigos Axona y Chablis, el triticale Lasko y la cebada Hart fueron resistentes a Roya, no se recomienda incluirlas en nuevos estudios debido a su baja producción de forraje.

Se recomienda continuar estudios con las avenas Águila, Riel, Amby y Nobby, para evaluar el efecto de diferentes épocas de siembra sobre su producción forrajera, así como su comportamiento bajo pastoreo y su efecto en la producción láctea, cuando se utilizan bajo corte como recurso forrajero suplementario.

Es necesario estudiar la capacidad de producción de semilla viable, así como los niveles de producción de forraje que se pueden obtener mediante la explotación combinada de avenas y leguminosas de corte.

AGRADECIMIENTO

Los autores manifiestan su agradecimiento al señor Noré Gómez, a la ingeniera Beatriz Molina, al ingeniero Luis Villegas, así como a la Cooperativa de Productores de Leche R.L., al Departamento Pecuario (MAG) y a la empresa Servicios Científicos Agropecuarios.

LITERATURA CITADA

- ABARCA, G., y BARQUERO, L. 1992. Evaluación del comportamiento productivo y valor nutritivo de la avena Llaofén. *In: Resultados de investigación del Programa Nacional de Leche y Doble Propósito*, M.A.G., San José, Costa Rica.
- ADAC, 1990. Association of Official Analytical Chemists. 15 th., edición. Washington, USA. p 17-69.
- BERTSCH, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica. p. 21-22.
- BERTSCH, F. 1987. Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Comunicación Agrícola. Costa Rica. 78 p.
- BOREL, R. 1981. Uso de los fertilizantes en pasturas. *In: Compendio de producción y utilización de forrajes en el trópico*. CATIE. Serie Materiales de Enseñanza No 10. Costa Rica. 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. 57-72.
- CEPEDA, L. 1976. Efecto de cuatro fechas de siembra sobre componentes de rendimiento de cuatro variedades de avena forrajera (*Avena sativa* L.). Tesis Ing. Agr. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. p 7-24.
- CHACÓN, M. 1993. Cultivo de avena forrajera. *In: Resultados de investigación del Programa Nacional de Leche y Doble Propósito*, MAG, San José, Costa Rica.
- CHACÓN, M; Sánchez, W. 1993. Comportamientos de variedades de avena. *In: Resultados de investigación del Programa Nacional de Leche y Doble Propósito*, MAG, San José, Costa Rica.
- CUBILLOS, G. 1997. Efecto de algunas condiciones de manejo sobre la producción y calidad del forraje de la avena forrajera. *In: Memorias, Seminario de manejo y utilización de la avena forrajera para alimentación del ganado lechero*. MAG. San José, Costa Rica.

- DUMONT, J.; Y LANUZA, F. 1990. Producción y composición química de la avena (*Avena sativa* L.), en diferentes etapas de desarrollo. Agricultura Técnica (Chile) 50 (1): 1-6.
- FLORES, R. 1977. Estudio de componentes de rendimiento forrajero para caracterizar cuatro variedades de cebada forrajera (*Hordeum vulgare* L.). Tesis de Ing. Agr. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 8 p.
- GARCIA, F. 1997. Producción con avena suplementada bajo condiciones de pastoreo y corte, y estrategias para la conservación de avena. *In*: Memorias, Seminario de manejo y utilización de la avena forrajera para alimentación del ganado lechero. MAG. San José, Costa Rica.
- LENNE, J. 1982. Evaluación de enfermedades en pastos tropicales en el área de actuación. *In*: Toledo, J.M. (ed.), Manual para la Evaluación Agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), CIAT, Calí, Colombia. p. 45-55.
- LÓPEZ, G.; LÓPEZ, J. 1995. Introducción al Micro SAS: Aplicación al análisis de experimentos agrícolas. Unidad de Informática y Bioestadística. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 119 p.
- MACHADO, R.; NUÑEZ, C. 1987. Resultados preliminares en *Avena sativa* sembrada con tres densidades y dos niveles de nitrógeno. Pastos y forrajes (Cuba) 10 (2): 136-140.
- MESÉN, M. 1997. Evaluación de rendimiento valor nutritivo de cinco variedades de avena forrajera (*Avena sativa*). Investigaciones Agrícolas, MAG (Costa Rica) 6 (1-2): 5-11.
- MESÉN, M. 1997. Efecto de diferentes densidades de siembra y niveles de nitrógeno en avena Llaofén (*Avena sativa*). Investigaciones Agrícolas MAG (Costa Rica) 6 (1-2): 33-37.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA – INSTITUTO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. 1991. Investigación agronómica en especies y variedades para forrajes de corte. *In*: Estudio a nivel nacional para mejorar la tecnología de alimentación de ganado lechero a través del uso de forrajes de corte. San José, Costa Rica. p. 114-127.
- PARSONS, D. 1984. Trigo, Cebada y Avena. Editorial Trillas S.A. Tercera edición. Madrid, España. p 944.
- PEZO, D. 1981. La calidad nutritiva de los forrajes *In*: Compendio de producción y utilización de los forrajes en el trópico. CATIE Turrialba, Costa Rica. p. 70-112.
- ROJAS, W. 1988. Evaluación de cuatro intervalos de corte en el rendimiento y la composición química de tres variedades de *Avena sativa* y de triticale *Triticum secale*. Tesis Ing. Agr. Sede Occidental. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. p 3-8.
- TOLEDO, J; SCHULTZE-KRAFT, R. 1982. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. *In*: Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Pastos Tropicales. CIAT. Colombia. p. 91-109.
- VAN SOEST, D.; ROBERTSON, J. 1985. Analysis of forage and fibrous foods. Cornell University, Ithaca. N.Y. USA. 164 p.



Hacia una investigación comprometida



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

Para mayor información diríjase a:
• **Tel.:** (506) 231-2625 • **Fax:** (506) 296-0858
• **E-mail:** directordia@mag.go.cr; ramirezl@racsa.co.cr