

INTA

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

**Hacia una investigación
comprometida**



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

ISSN-1659-0538

Año 5/ Número 1/2007

Comité Editorial

MSc. Carlos Hidalgo Ardón
MSc. Nevio Bonilla Morales
MSc. Jorge Mora Bolaños
MSc. Juan Mora Montero
MSc. Laura Ramírez Cartín
Ing. María de los Ángeles Aguilar
Coronado

Editoras

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

Portada

Validación participativa de variedades de maíz con productores de la zona de Pejibaye de Pérez Zeledón. 2005.

Fotografía:

MSc. Nevio Bonilla Morales

Diseño gráfico e Impresión

M&RG
Diseño y Producción Gráfica

ÍNDICE

ARTÍCULOS

- Evaluación de dos híbridos de tomate Cherry (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo ambiente protegido en Puriscal, Costa Rica. **Carlos Cordero Morales, Jorge Rojas Madrigal** 3
- Diferentes técnicas de manejo de pejibaye (*Bactris gasipaes* K.) para palmito y sus efectos en la producción, incidencia de la "bacteriosis" y del "picudo". **Antonio Bogantes Arias** 9
- Evaluación de leguminosas herbáceas forrajeras en sistemas de producción de leche de altura. **María Mesén Villalobos, William Sánchez Ledezma** 19
- Comparación de la calidad del heno de pasto Transvala (*Digitaria decumbens* cv. Transvala) producido bajo riego, heno de pasto Transvala comercial y pacas de paja de arroz mediante la ganancia de peso de toretes estabulados. **Jorge Morales González** 27

NOTA TÉCNICA

- Producción de almácigos de cebolla (*Allium cepa*) bajo cobertura plástica en Cañas, Guanacaste. **Roberto Ramírez Matarrita, Jhonny Aguilar Rodríguez, Luis Meza Rodríguez** 37

ANÁLISIS Y COMENTARIOS

- Gestión del conocimiento en el marco de la transferencia de tecnología agropecuaria. **Laura Ramírez Cartín, Leonardo E. Cordero Jenkins** 47
- Normativa y procedimientos para la publicación de artículos científicos en la revista del INTA 55

EVALUACIÓN DE DOS HÍBRIDOS DE TOMATE Cherry (*Lycopersicum sculentum* Mill.) BAJO AMBIENTE PROTEGIDO EN PURISCAL, COSTA RICA¹

Carlos Cordero Morales ², Jorge Rojas Madrigal ³

RESUMEN

Se evaluó en ambiente protegido la capacidad de producción de dos híbridos de tomate Cherry y las cualidades de los frutos con miras a comercializarlos en San Juan de Puriscal entre octubre del 2004 y abril del 2005. Se utilizó un invernadero de 210 m² donde se sembraron 180 plantas de cada uno de los híbridos Muscato y Natacha. El invernadero no contó con protección de malla antiáfidos. Se analizaron variables de producción y las características de los frutos mediante pruebas de hipótesis de comparación entre medias. El rendimiento por planta del híbrido Natacha fue de 5,4 kg y el de Muscato de 3,9 kg con una diferencia significativa ($p \geq 0,01$) entre ambas. Las diferencias de producción se pueden deber a que Natacha produjo más racimos por planta y a que sus frutos pesaron en promedio 15,04 g mientras que los del híbrido Muscato alcanzaron solamente 11,95 g. La combinación de los dos factores pudieron causar las diferencias en la producción total, ya que ambos híbridos producen la misma cantidad de frutos por racimo. El mercado en Costa Rica exige frutas con pesos cercanos a 13 g de las dos variedades se ajustaron más las frutas de Muscato, por su menor tamaño a los pesos y diámetros de fruta que se prefieren en el mercado. En el ensayo se utilizó poda dejando sólo un eje por planta; con este sistema las frutas del híbrido Natacha sobrepasan los requerimientos del mercado en cuanto a tamaño, sin embargo su potencial de producción es muy alto por lo que se sugiere tratar de reducir el tamaño de sus frutas, para lo que es necesario realizar nuevos estudios dejando dos o tres ejes por planta.

Palabras clave: Tomate Cherry (*Lycopersicum sculentum* Mill.), características, comercialización, producción, calidad.

INTRODUCCIÓN

En la zona alta de Puriscal, se está consolidando la producción de hortalizas y su cultivo obedece a la necesidad de sustituir el cultivo de tabaco. Es común encontrar en zonas como San Juan siembras de tomate y chile dulce a cielo abierto, bajo medio protegido o en la modalidad de tapado en la que se coloca un plástico protector por encima de las plantas, pero en cualquiera de ellas se encuentran dificultades para alcanzar buenos precios lo que disminuye la rentabilidad.

En los diagnósticos del 2003 de las actividades productivas de la Dirección Regional Central Sur (INTA 2003), las Agencias de Servicios Agropecuarios de Puriscal y Mora indican que uno de los problemas de la región es la carencia de opciones para diversificar no sólo las actividades agrícolas tradicionales, sino también la reciente particularidad de producir bajo cubierta plástica.

Una de las dificultades más serias que enfrentan los productores al iniciar procesos de diversificación de las actividades, es la elección

1 Financiado por FITTACORI.

2 Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Costa Rica. Coordinador Regional de Investigación y Transferencia de Tecnología. Dirección Regional Central Sur, Puriscal.

3 Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Coordinador Agrocadena de Hortalizas. Dirección Regional Central Sur, Puriscal, Costa Rica.

del cultivo, la variedad y la época de siembra. La elección del cultivo implica un conocimiento previo del comportamiento agronómico, pero en algunos cultivos la oferta tecnológica es todavía reducida (O'keeffe-Swank 2002). Fuera del cultivo tradicional de tomate y chile a cielo abierto y bajo ambiente protegido, es poca la disponibilidad de información que se tiene para iniciar proyectos productivos con este tipo de productos (Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo 2002).

En la región de Puriscal, se cuenta con informaciones recientes en cuanto a las posibilidades de producción de melón y ayote en invernadero durante el invierno (Cordero y Rojas 2004). Se pretende ampliar la oferta tecnológica con la producción de tomate de los tipos Cherry bajo ambiente protegido, ya que según el análisis previo del mercado, posee un nicho importante por lo que puede ser una alternativa de producción no sólo en invierno sino en el verano. Se escogieron tomates Cherry por las posibilidades de comercialización y también porque es una alternativa que no va a competir con las actividades a cielo abierto que cuentan ya con sus propios problemas.

En el cultivo bajo ambiente protegido, en algunas variedades se dan problemas patológicos y de adaptación a condiciones específicas de luz, sobre todo en la época lluviosa en que las tardes son nubladas con lo que disminuye la disponibilidad de luz (Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo 2002); por esta razón, poner a disposición de los productores información sobre el comportamiento de tomates Cherry motivó la realización de esta investigación cuyo objetivo fue determinar las posibilidades de producción y comercialización de dos variedades de tomate tipo Cherry, bajo ambiente protegido.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en San Juan de Puriscal cuya zona de vida se clasifica como Bosque Muy Húmedo Premontano (MAG 1984). El experimento se realizó entre los meses de octubre del 2004 y abril del 2005.

Se utilizó un invernadero de 210 m², construido con estructuras prefabricadas de hierro galvanizado, con una altura máxima de 4,5 m y las alturas laterales de 2,25 m. En el invernadero se utilizó plástico de 7 mm de grosor tratado con protección ultravioleta y en la parte más alta se construyó una abertura cenital para reducir la temperatura. La estructura no contó con protección de malla antiáfidos.

Los tratamientos consistieron en dos híbridos de tomate Cherry de crecimiento indeterminado de la casa Zeraim Gedera, identificados como Natacha y Muscato. Las especificaciones de cada híbrido señalaron que sus frutos diferían en cuanto a la forma: Natacha es un híbrido con frutos de mayor tamaño y de forma redondeada, Muscato por su parte tiene forma de uva, sus frutos son pequeños pero de color rojo más intenso que los de Natacha.

De cada híbrido se sembraron en suelo tres hileras con 60 plantas/hilera, la separación entre hileras fue de 1,60 m y entre plantas 0,30 m. Se utilizó como parcela útil las 60 plantas de la calle central de cada híbrido, en esa hilera se aleatorizaron todas las plantas y se seleccionó una muestra de 15 plantas en las que se midió semanalmente el rendimiento referido a: a- número de frutas/racimo, b- número de racimos / planta, c- peso en gramos /racimo y d- kilogramos/planta.

En la totalidad de las plantas que se sembraron de cada híbrido se evaluó: a- rendimiento total en kilogramo /invernadero y b-número de plantas cosechadas. De cada híbrido se seleccionaron al azar 30 frutas en las que se determinaron los grados brix.

Las variables se analizaron mediante una prueba de hipótesis de comparación directa entre medias, utilizando la T de Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan las características de rendimiento que se obtuvieron para los dos híbridos, Natacha superó significativamente ($p \leq 0,01$) a Muscato en la producción por planta

en kilogramos, el número de racimos por planta y en el peso del racimo en gramos; en cuanto al número de frutos por racimo no se encontraron diferencias entre los híbridos. Las diferencias de producción entre los híbridos fueron de 755 kg por invernadero, lo que resulta económicamente muy significativo si se considera que el precio de venta fue de ¢450 por kilo. Con estos precios las diferencias en el ingreso neto por invernade-

ro fueron de ¢339.750,00. Para O'keeffe-Swank (2002) es necesario seleccionar los mejores materiales para la producción en ambiente protegido, debido a que los híbridos tienen diferentes respuestas al medio. Los resultados indican que el híbrido Natacha podría tener mayor potencial de rendimiento productivo y económico cuando el cultivo se conduce en la época que abarcó el ensayo.

CUADRO 1. Características del rendimiento de dos híbridos de tomate Cherry evaluados en Puriscal entre octubre del 2004 y abril del 2005.¹

Híbrido	Producción / planta en kg	Nº de racimos /planta	Producción (kg) en 210 m ²	Nº de frutos / racimo	Peso del racimo en gramos
Natacha	5,418±0,9155*	19,0±0,9790*	2,709,0	13,6354	204,6807±25,7581*
Muscato	3,909±1,3706	17,53±0,6589	1,954,5	13,0330	154,8547±18,5065

¹ Los datos son promedios ± error estándar, con n=15.

* Diferencia significativa (p≥0,01) para la prueba de hipótesis de comparación entre medias.

Los dos híbridos producen el mismo número de fruto por racimo, la diferencia en el rendimiento por planta se puede deber a que Natacha produce más racimos por planta (Cuadro 1) y también a que sus frutos son más pesados que los del híbrido Muscato lo que se aprecia en la (Figura 1). Aunque los dos híbridos mantienen pesos muy parecidos en las tres primeras cosechas (menos de dos gramos de diferencia),

posteriormente la diferencia puede alcanzar hasta 4 gramos/fruta en las dos últimas cosechas; se observa además un descenso en el peso de la fruta conforme se avanza en las cosechas. Este efecto puede ser ocasionado por la tendencia que tiene la planta a concentrar la producción en los racimos centrales y causar competencia entre las frutas.

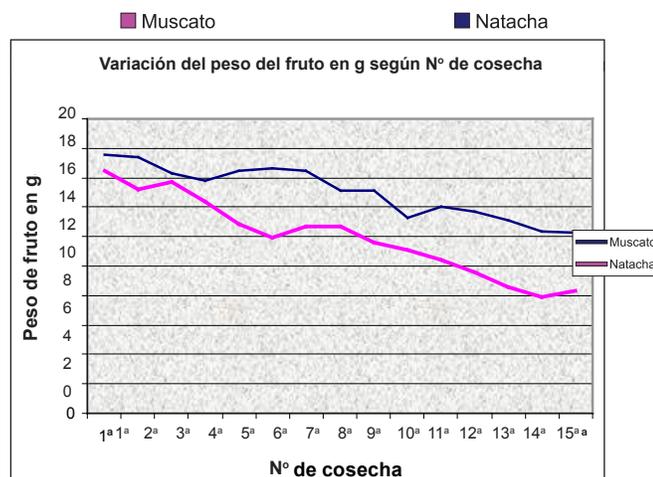


Figura 1. Variación del peso de la fruta según el número de cosecha. Puriscal, Costa Rica. 2004-2005.

En el Cuadro 2 se exponen promedios de algunos aspectos de las características de la fruta en ambos híbridos, se observa que Natacha produjo frutas más grandes tanto en peso como en diámetro que Muscato. El tamaño y peso de la fruta de los tomates Cherry en Costa Rica son muy importantes porque los consumidores buscan frutas con tamaños pequeños. Los comerciantes aseguran que los tomates con pesos superiores a 20 gramos son desecho de siembras de tomates corrientes y no del tipo Cherry, por eso prefieren frutas con pesos cercanos a los 13 gramos y diámetros con alrededor de 2,85 cm (Incer 2004).⁴

En las Figuras 2 y 3 se aprecia que la forma de las frutas es diferente. Sobre este aspecto no existen preferencias por los compradores, en lo que sí se pone énfasis es en el sabor de las frutas, tienen mejor aceptación las frutas con sabor dulce y bajo nivel de acidez. De los dos híbridos Natacha tiende a concentrar más grados Brix que Muscato (Cuadro 2) lo cual representa una ventaja a la hora de vender los tomates, sin embargo, Natacha es más sensible al agrietamiento de los frutos lo que podría causar pérdidas económicas, si no se varía el manejo agronómico del cultivo en siembras futuras.

CUADRO 2. Características de la fruta de dos híbridos de tomate Cherry producidos en Puriscal, Costa Rica, 2004-2005.¹

Híbrido	Peso del fruto en gramos	Diámetro de fruto en mm	% de brix	% de fruto* agrietado
Natacha	15,0420 ± 0,9155 (75)	2,7820 ± 0,044 (75)	6,88	42,3
Muscato	11,9532 ± 1,3706 (75)	2,3150 ± 0,059 (75)	5,88	16,4

¹ Los datos son promedios ± error estándar, con n en paréntesis.

* El agrietado de fruto se evaluó después de la 13ª corta.



Figura 2. Frutos verdes del híbrido Muscato. San Juan de Puriscal, Costa Rica. 2005.



Figura 3. Frutos verdes del híbrido Natacha. San Juan de Puriscal, Costa Rica. 2005.

⁴ Incer, A . 2004. Tamaños de fruta deseados de tomates Cherry. Mercado del CENADA. Barreal de Heredia, Comunicación personal.

En el ensayo las plantas se podaron bajo el tipo de poda sugerido por Bar-Am (1999) con sólo un eje por planta. Con este sistema, en el híbrido Muscato se cosecharon frutas con pesos promedio muy cercanos a las necesidades del mercado, pero con Natacha sólo se llenaron los requisitos de tamaño en las tres últimas cosechas (Figura 1). Es necesario por tanto, tratar de disminuir el tamaño de la fruta en el híbrido Natacha para lo que se propone aumentar el número de guías o ejes por planta, lo que según Bar-Am (1999) también podría contribuir a reducir el porcentaje de agrietamiento de los frutos, que se presenta con frecuencia en algunos de los híbridos de tomate Cherry.

CONCLUSIONES

1. El híbrido Natacha es más productivo que Muscato, se puede obtener hasta 1,5 kg más por planta, lo que representa 750 kg más por invernadero (210 m²).
2. Bajo un sistema de poda de sólo un eje por planta, los frutos del híbrido Natacha tienden a crecer mucho, las dimensiones de la fruta únicamente son aptas para el mercado después de la décima semana de cosecha, en tanto que los frutos del híbrido Muscato cumplen con las características del mercado desde la cuarta semana de cosecha.

RECOMENDACIONES

A pesar de que el híbrido Natacha produjo frutas que exceden los tamaños que se prefieren en el mercado local y que además tienden a agrietarse, su alto potencial de rendimiento sugiere intentar producirlo utilizando dos o tres ejes por planta, conservando las mismas densidades de población, con lo que se espera reducir el calibre de los frutos.

LITERATURA CITADA

- Bar-Am, Y. 1999. El cultivo en suelo de las variedades de tomates Cherry, bajo condiciones de invernadero. Zeraim Gedera Seed Growers Company. Gedera, Israel. sp.
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTACIÓN Y DESARROLLO. 2002. Fisiología y Tecnología Poscosecha de Frutas y Hortalizas. Manual de buenas prácticas agrícolas (para frutas y hortalizas frescas). Unidad Culiacán en Fisiología y Tecnología Poscosecha de Frutas y Hortalizas. Talleres Gráficos. México. 70 p.
- Cordero, M.C.; Rojas, M.J. 2004. Manejo agronómico de Cucurbitáceas. *In*: INTA Seminario de hortalizas, Región Central Sur, Región Pacífico Central (Puriscal, 6 de octubre 2004).
- INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, CR). 2003. Diagnóstico de las demandas de tecnología de la Dirección Regional Central Sur (Puriscal) del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Puriscal. sp.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR). 1984. Mapa #5: Ecología y zonas de vida. Adaptado del mapa ecológico de Costa Rica por J.A.Tosi, 1969. *In*: Plan de manejo de la cuenca del Río Parrita (Dirección General Forestal), Programa CORENA MAG-AID 515-T-032. Esc. 1:200.000.
- O'keeffe-Swank, K. 2002. Hay que crear un plan maestro (Puntos clave que incluyen las previsiones para una futura expansión). Productores de Hortalizas (Edición para Centroamérica). (EE. UU.) 4(2):30-34.

DIFERENTES TÉCNICAS DE MANEJO DE PEJIBAYE (*Bactris gasipaes* K.) PARA PALMITO Y SUS EFECTOS EN LA PRODUCCIÓN, INCIDENCIA DE LA “BACTERIOSIS” Y DEL “PICUDO”

Antonio Bogantes Arias ¹

RESUMEN

Este trabajo se realizó en la Estación Experimental Los Diamantes, ubicada en Guápiles, Costa Rica. Durante 30 meses se evaluó el efecto de cuatro densidades de siembra (20.000, 10.000, 6.666 y 5.000 plantas/ha) y dos manejos de cepa (con y sin deshija) sobre el rendimiento, la incidencia de “picudo” (*Metamasius hemipterus*) y “bacteriosis” (causada por los patógenos *Pantoea stewarti* y *Fusarium sp.*) en la variedad de pejibaye sin espinas Diamantes 10. Las variables evaluadas fueron: producción de palmitos, ingresos totales, porcentaje de daño por “picudo” y porcentaje de incidencia de “bacteriosis”. Se observaron diferencias entre densidades, en la cantidad de palmitos cosechados para los años uno, dos y tres con una tendencia de producción curvilínea; los ingresos totales estimados fueron superiores con la densidad más alta (20.000 plantas/ha). La operación de deshija no afectó el rendimiento en el período estudiado. La incidencia de “bacteriosis”, fue diferente entre densidades en todos los años evaluados, mostrándose mayor en las densidades de siembra más altas; sin embargo la deshija no afectó esta variable. En el 2003 tanto la distancia de siembra como la deshija influyeron sobre el porcentaje de cepas dañadas por picudo. En los 30 meses, el daño por picudo y la incidencia de bacteriosis tuvieron un comportamiento de tipo curvilíneo y ambos se correlacionaron en forma significativa.

Palabras claves: *Bactris gasipaes*, palmito, densidades, picudo, bacteriosis.

INTRODUCCIÓN

En Costa Rica, cuando inició el cultivo de palmito de pejibaye con espinas, se hicieron varias evaluaciones de densidades de siembra. A principios de la década del setenta, Camacho y Soria (citados por Mora 1989) establecieron el primer estudio experimental de pejibaye para la producción de palmito que consistió en una prueba de densidades de siembra, de la que se generó una recomendación inicial de 2.222 plantas por hectárea.

Zamora (1984) evaluó entre 1980 y 1983, distancias de siembra con plantas a “tallo simple” (eje principal y un rebrote) y “tallo doble” (eje principal

y dos rebrotes) a bajas densidades, las cuales no superaron las 4.000 cepas/ha, en una época en que se comercializaba un palmito grueso.

Las recomendaciones sobre densidades de siembra, han variado a través de los años, se sembraba a 1,5 m x 3,0 m lo que daba una densidad de 2.222 plantas por hectárea, también se recomendó producir palmito a distancias de 1,5 m x 1,5 m; 2 m x 2 m y 2,5 m x 2,5 m, según la topografía y la fertilidad del suelo (Fernández s. f.). Esas distancias se fueron modificando con el tiempo hasta llegar a 2 m x 1 m con una densidad de 5.000 plantas/ha, que se convirtió en la densidad estándar en el pejibaye con espinas por mucho tiempo.

1. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Costa Rica. Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Estación Experimental Los Diamantes.

Con respecto a las distancias de siembra, Mora (1989), señala que existen factores que obligan a variarlas, tales como: la fertilidad del suelo, el clima, las variedades, el uso de la maquinaria, el manejo agronómico o el mercado. Agrega, que la introducción de nuevas variedades es un factor que empieza a jugar un papel importante en las densidades. Así, la presencia o ausencia de espinas afecta la selección de una u otra distancia.

La densidad de siembra también influye en la práctica de deshija. En un sistema de manejo a libre crecimiento, con el tiempo la cepa llega a ser improductiva porque el aumento en el número de tallos reduce el crecimiento individual, esto justifica la deshija. Los brotes o “hijos” de la cepa o “araña”, se pueden clasificar de acuerdo con su posición en: brote de cima, aquel situado sobre la araña cuyas raíces no hacen contacto con el suelo, por lo tanto debe ser podado para evitar que la cepa se encime, el brote periférico, situado en la periferia de la araña, en contacto con el suelo, es el que añade volumen a la raíz y por último, el brote radial, que surge de la raíz (Mora *et al.* 1999).

En lo que a las plagas y enfermedades se refiere, aunque el pejibaye para palmito se ha caracterizado por ser un cultivo rústico, los bajos precios a finales de los años 90 e inicios del 2000 estimularon el mal manejo de las plantaciones, lo cual generó un “ambiente” propicio para el desarrollo de ciertas plagas como el picudo sedoso de la caña *Metamasius hemipterus sericeus* (Oliv.), cuya larva se alimenta de los tejidos del tallo de la caña en descomposición, aunque ambos estadios, larva y adulto pueden extender el daño a partes sanas (King y Saunders 1984) (Figura 1 a). Daños entre 35 y 40 % a la cepa del palmito han sido indicados por Alpízar *et al.* (s.f.) y señalan que dicha larva puede penetrar en la base del tallo.

En el año 1999, la empresa DEMASA informó por primera vez sobre la presencia del ataque intenso de una “nueva” enfermedad en su finca con síntomas similares a los observados entre 1997-1998 en plantas de pejibaye para fruta en Tucurrique de Costa Rica y no documentados

entonces. El síndrome conocido por los agricultores como “Bacteriosis del palmito”, ocurre tanto en plantaciones de pejibaye para producción de palmito como para fruta, o sea en plantas jóvenes y adultas. De las plantas enfermas se aisló una bacteria y un hongo asociados (*Pantoea stewarti* y *Fusarium sp.*) aunque su relación ha sido motivo de controversia (Mora *et al.* 2005).

Los síntomas de la “bacteriosis” se inician con la aparición de una pequeña mancha verde más oscura de lo normal en los folíolos de la hoja y se extiende en forma longitudinal paralela a las venas del folíolo, formando una banda delgada que al extenderse se hace más notoria y cambia a color café oscuro al producir la muerte o necrosis de los tejidos afectados; en ocasiones las hojas presentan un halo de color amarillo, además de las bandas café (Figura 1b). Las características inconfundibles de la enfermedad son una secreción gelatinosa y pústulas de color café oscuro principalmente en el lado inferior de la hoja (Mora *et al.* 2005).

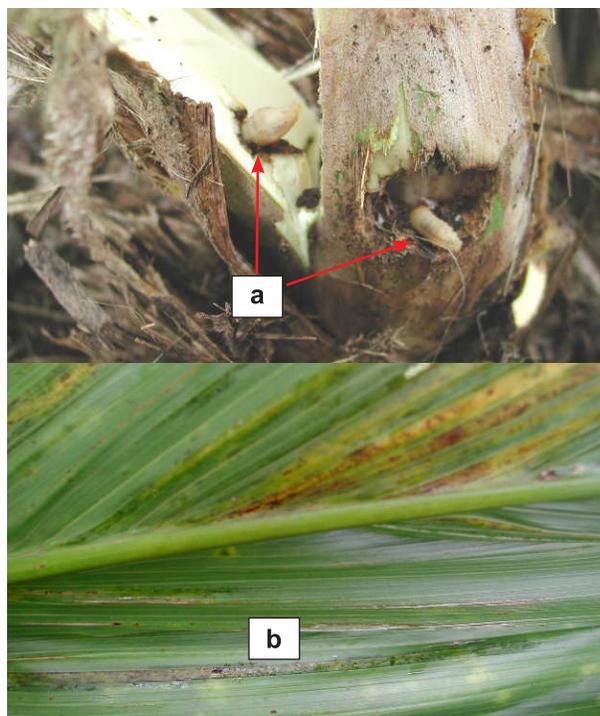


Figura 1. a) Larvas de *Metamasius hemipterus* y su daño, causado en la base de un tallo de palmito.
b) Síntomas de la “bacteriosis” de palmito en hoja. Guápiles, Costa Rica. 2003.

Debido a que el mercado internacional del palmito ha mejorado en años recientes, la posibilidad de resembrar o renovar plantaciones de este cultivo ha resurgido. Además, el mayor potencial productivo de las variedades sin espinas, que permiten aumentar la densidad de siembra, brindan una nueva oportunidad de aumentar la productividad y con ello la rentabilidad, utilizando nuevas técnicas de cultivo (Mora *et al.* 1999). Sin embargo, se debe tener presente que a estos aspectos positivos, se une uno negativo que está representado por la aparición y extensa diseminación en el país de la enfermedad conocida como "bacteriosis del palmito". Así la realización de este estudio tuvo como objetivos: evaluar el efecto de cuatro densidades de siembra, dos estrategias de deshija sobre la producción y medir la incidencia de daño por "picudo" y "bacteriosis" en plantas de pejibaye de una variedad sin espinas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en la Estación Experimental Los Diamantes del Ministerio de Agricultura y Ganadería, ubicada en Guápiles, cantón Pococí, provincia de Limón; a una altitud de 249 msnm, con una temperatura mínima promedio de 24 °C y una máxima promedio de 29 °C. La precipitación promedio anual es de 4.500 mm. Se inició con la práctica de deshija en mayo

del 2001 y las evaluaciones comprendieron el período entre julio del 2001 y febrero del 2004.

Se utilizó una plantación de palmito de la variedad sin espinas conocida como Diamantes 10, con 14 meses de edad, sembrada previamente con cuatro distancias diferentes. La fertilización y el manejo de malezas se realizó siguiendo las instrucciones indicadas en el manual de recomendaciones del cultivo (Bogantes 1996).

Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron la combinación de cuatro distancias de siembra con dos técnicas de manejo de cepa para un total de ocho combinaciones factoriales (Cuadro 1). La técnica con deshija consistió en eliminar los brotes de encima, hijos muy cercanos entre sí o con poco vigor y pobre sanidad. Esta práctica se hizo dos veces por año. En la técnica sin deshija no se removió ningún brote. Se practicó una limpieza general de la cepa en ambas estrategias, eliminando hojarasca u hojas viejas dos veces por año.

Diseño experimental

Se usó un diseño de parcelas divididas distribuidas en cinco bloques al azar. La estrategia de manejo de cepa se asignó a la parcela grande y las distancias de siembra entre plantas a la pequeña, para un total de 40 parcelas. Cada

Cuadro 1. Arreglo de distancias de siembra y técnicas de manejo de cepa en el cultivo de pejibaye para palmito. Guápiles, Costa Rica. 2006.

Distancia/hilera (m)	Distancia/planta (m)	Densidad (plantas/ha)	Manejo de cepa
2,00	0,25	20.000	Sin deshija
2,00	0,50	10.000	Sin deshija
2,00	0,75	6.666	Sin deshija
2,00	1,00	5.000	Sin deshija
2,00	0,25	20.000	Con deshija
2,00	0,50	10.000	Con deshija
2,00	0,75	6.666	Con deshija
2,00	1,00	5.000	Con deshija

parcela pequeña midió 64 m² y se usó una área útil de 48 m²; el área experimental total fue de 3.456 m². Las variables evaluadas fueron:

1) Número de palmitos cosechados por parcela durante 30 meses de cosecha. Se cortaron los tallos con un promedio de 9 cm de grosor, medidos en la base a 10 cm del suelo. El palmito se dejó con dos vainas y con una longitud de 55 cm (abarca un máximo de 9 cm de palmito caulinar y 46 cm de palmito foliar).

2) Ingresos por venta de palmito. Se hizo una estimación para comparar los ingresos totales en dólares estadounidenses, en 30 meses de cosecha.

3) Número de plantas dañadas por “picudos”. Se evaluó una vez por año (2002, 2003, 2004) el número de plantas afectadas por larvas de picudo en la parcela total y se obtuvo el porcentaje de cepas con daño.

4) Incidencia de “bacteriosis”. Se evaluó una vez por año (2002, 2003, 2004) el número de plantas con síntomas de “bacteriosis” en la parcela total y se obtuvo el porcentaje de incidencia.

El análisis estadístico de las variables se hizo con el programa SAS (López 1995). Para el ANDEVA de las variables de daño por “picudo” e incidencia de “bacteriosis” en los años 2002 y 2004, se trabajó con información de cuatro repeticiones, mientras que en el 2003 se hizo con cinco.

RESULTADOS

Producción de palmito

La distancia entre plantas afectó el rendimiento de palmito en todos los ciclos (años) evaluados y en el acumulado (30 meses). No hubo ningún efecto de la deshija sobre el rendimiento del palmito durante esos períodos (Cuadro 2).

Durante los tres ciclos de producción así como en el rendimiento acumulado, se notó un marcado efecto de la distancia entre plantas sobre el número de palmitos cosechados por parcela, incluso en el tercer año, en el cual se evaluaron seis meses de cosecha. Cuando se aumentó la distancia entre plantas (menor densidad) disminuyó la producción de palmitos en forma curvilínea, con una tendencia a estabilizarse cuando la distancia fue de 1 m entre plantas. También, se manifestó una disminución general en el número de palmitos en el segundo ciclo con respecto al primero (Figura 2).

Los resultados del Cuadro 3 indican con claridad que a mayor densidad de siembra corresponde una mayor producción de palmito. Es lógico que la producción acumulada de palmitos por hectárea resulte congruente con lo indicado, ambos aumentaron conforme disminuyó la distancia entre plantas. Por lo tanto, los ingresos más altos se obtuvieron con la distancia de 0,25 m entre plantas, la cual muestra una diferencia positiva sobre las otras distancias (0,50; 0,75 y 1,00 m) de 20, 27 y 39%, respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 2. Resumen del Análisis de varianza del rendimiento de palmito evaluado en cada uno de los años del estudio. Guápiles, Costa Rica. 2002-2004.

Fuente variación	Año 1	Año 2	Año 3 (6 meses)	(Acumulado)
Distancia	p< 0,0001	P< 0,0013	P<0,0089	P< 0,0001
Deshija	P=0,5426	P=0,6563	P=0,7608	P=0,4421
Distancia*deshija	P=0,5151	P=0,8707	P=0,1228	P=0,7287

P=probabilidad

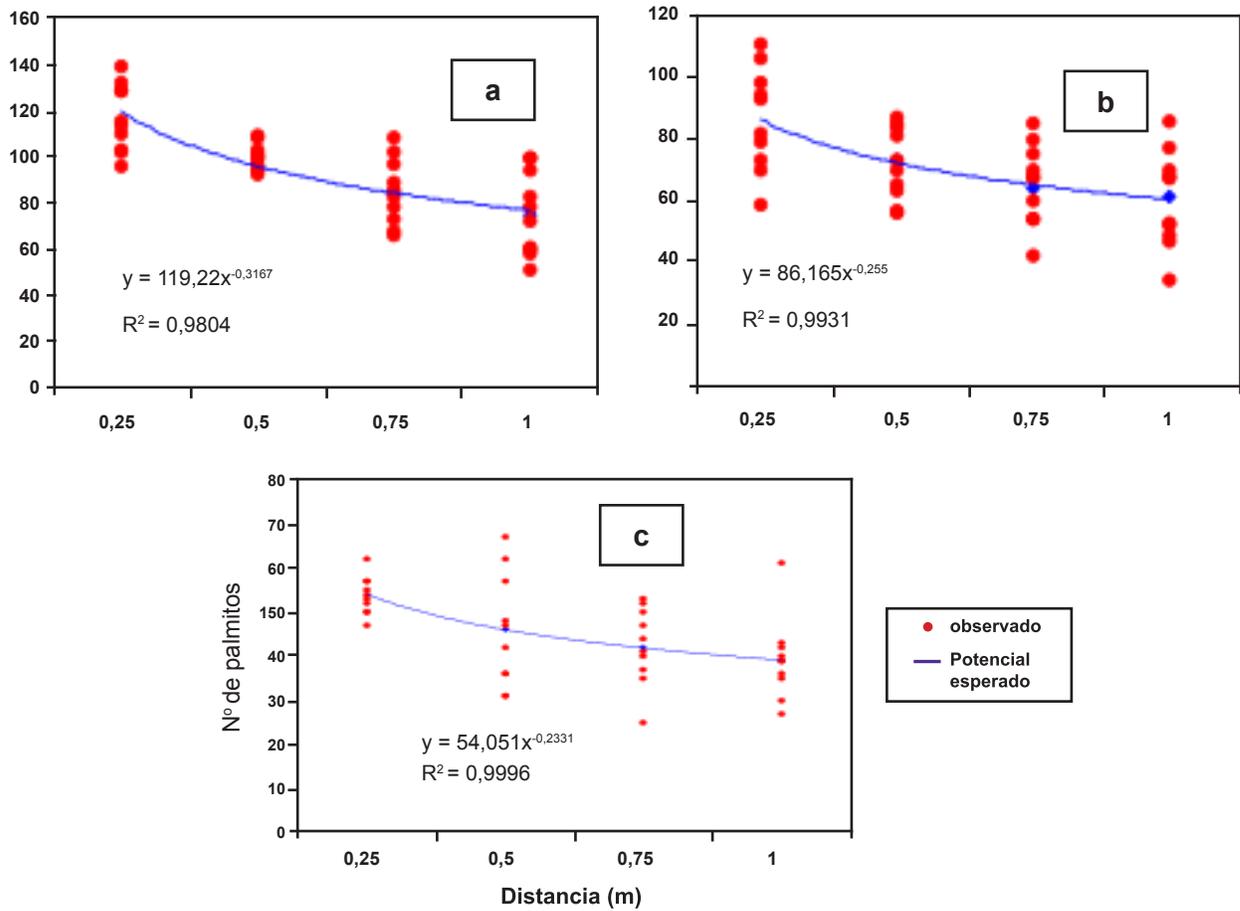


Figura 2. Producción de palmito durante los años: 1 (a), 2 (b) y 3(c). n=10. Guápiles, Costa Rica.

Cuadro 3. Efecto de la distancia de siembra sobre el rendimiento de palmito e ingresos brutos por hectárea, evaluados en 30 meses de cosecha. Guápiles, Costa Rica. 2002-2004.

Distancia	Unidades/parcela	Unidades/ ha	*Ingreso/ha (\$)	Diferencia (%)
0,25 m	256,80	40.114	8.825	0
0,50 m	217,50	32.005	7.052	-20
0,75 m	192,80	29.198	6.424	-27
1,00 m	175	24.306	5.347	-39

*Precio= \$ 0,22/unidad (junio-2006).

Daño causado por picudo e incidencia de bacteriosis

Se observó un efecto negativo de la alta densidad de siembra en el primer y tercer ciclo de evaluación (2002, 2004) así como de la ausencia de deshija en el 2003 sobre el porcentaje de cepas dañadas por picudo. Con una mayor densidad y en ausencia de deshija aumentó el

porcentaje de plantas atacadas, sin embargo, esto no ocurrió con la alta densidad en el segundo ciclo de evaluación (2003).

Con respecto a la incidencia de bacteriosis, ésta fue diferente entre distancias en todos los ciclos (años) evaluados y no hubo efecto de la deshija para esta variable (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resumen del análisis de varianza para incidencia de daño por “picudo” y “bacteriosis”. Guápiles, Costa Rica. 2002-2004.

Fuente de Variación	“Picudo”			“Bacteriosis”		
Año	2002	2003	2004	2002	2003	2004
Distancia	P= 0,27	P=0,02	P=0,19	P=0,07	P=0,04	P=0,06
Deshija	P=0,38	P=0,01	P=0,08	P=0,26	P=0,47	P=0,17
Distancia*deshija	P=0,72	P=0,36	P=0,38	P=0,43	P=0,15	P=0,27

P=probabilidad.

En los tres años, los resultados de daño por picudo y la incidencia de bacteriosis tuvieron un comportamiento de tipo curvilíneo. En el 2002 y en el 2004 el porcentaje de cepas con daño por picudo disminuyó poco al aumentar la distancia entre plantas de 0,50 m a 0,75 m

pero mostró un leve aumento con la distancia de 1 m, mientras que en el 2003 el porcentaje de plantas afectadas presentó un ligero incremento al aumentar la distancia entre plantas (Figuras 3, 4 y 5).

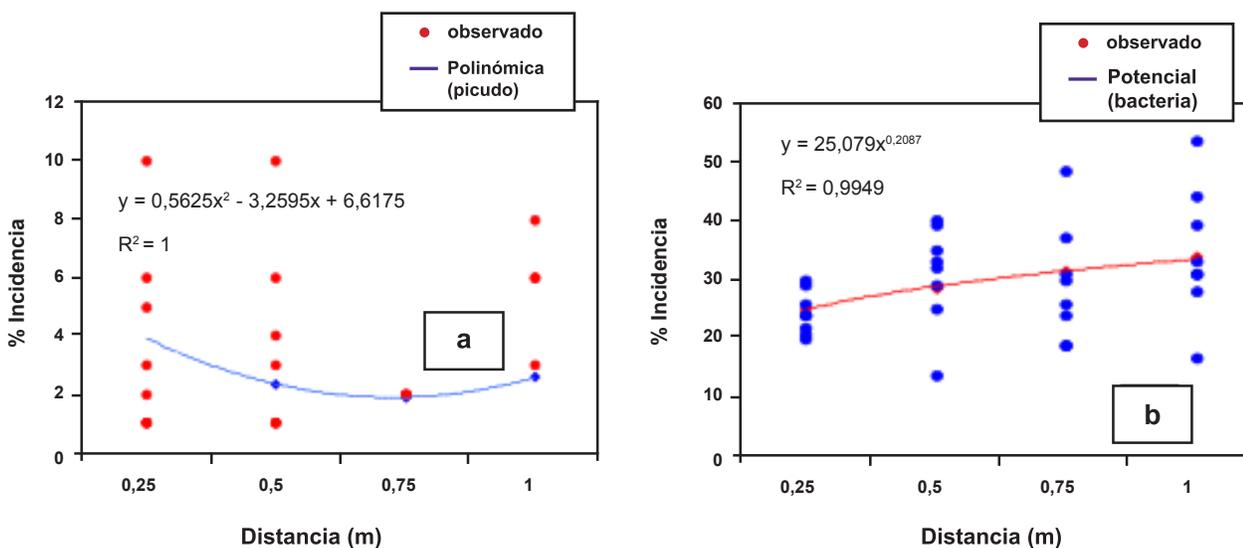


Figura 3. Porcentaje de cepas de palmito con daño de picudo (a) y bacteriosis (b) en el 2002 (n=8). Guápiles, Costa Rica. 2002-2004.

El efecto de la deshija en el 2003 sobre la incidencia de daño por picudo, fue mayor ($p=0,011$) en las parcelas sin deshija (8,90%) respecto a las parcelas en las que las plantas se deshijaron (6,85%).

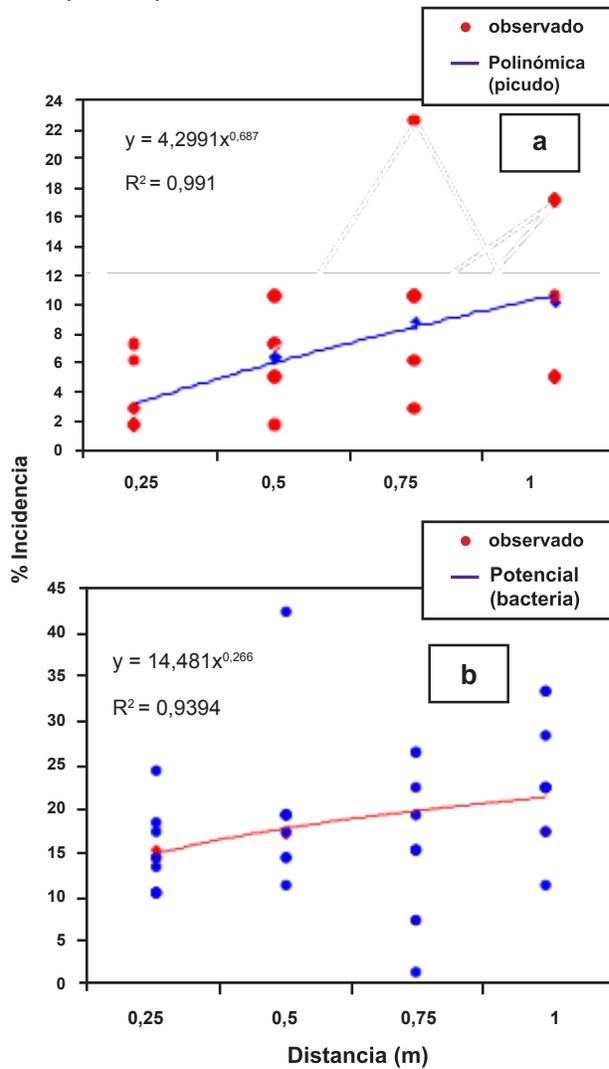


Figura 4. Porcentaje de cepas de palmito con daño de picudo (a) y bacteriosis (b) en el 2003 (n=10). Guápiles, Costa Rica. 2002-2004.

La incidencia de "bacteriosis" en los años 2002 y 2003 presentó un leve aumento conforme aumentó la distancia de siembra mientras que en el 2004, disminuyó conforme aumentó la distancia de 0,25 a 0,50 y 0,75 m entre plantas, pero luego tuvo un ligero incremento cuando la distancia entre plantas fue de 1 m. Así, el comportamiento de la "bacteriosis" es bastante similar al del daño por picudo, principalmente en los años 2003 y 2004 (Figuras 3, 4 y 5).

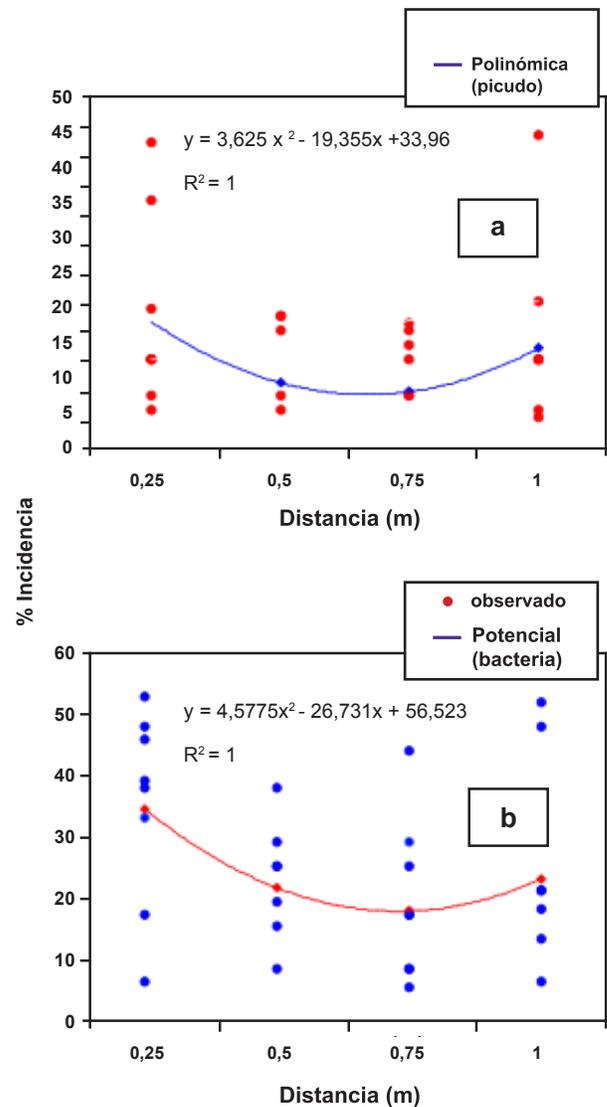


Figura 5. Porcentaje de cepas de palmito con daño de picudo (a) y bacteriosis (b) en el 2004 (n=8). Guápiles, Costa Rica. 2002-2004.

Esa correlación positiva entre el porcentaje de daño por picudo y la incidencia de bacteriosis en las tres evaluaciones hechas durante los años 2002, 2003 y 2004 (Figuras 3, 4 y 5) se observa con claridad en el Cuadro 5. Es evidente que la probabilidad (p) de que esa correlación sea cero, es baja en la evaluación del 2002 y mucho más baja en las evaluaciones del 2003 y 2004. Lo mismo se aprecia con el coeficiente de correlación (r), el cual es relativamente bajo en el 2002 pero aumentó en el 2003 y es muy alto en la evaluación del 2004.

Cuadro 5. Relación entre porcentaje de daño por picudo e incidencia de bacteriosis en los tres períodos evaluados. Guápiles, Costa Rica. 2002-2004.

Año	Coefficiente de correlación (r)	Probabilidad (p) de correlación cero	n
2002	0,37	0,04	32
2003	0,44	0,004	40
2004	0,90	0,003	32

DISCUSIÓN

Producción de palmito

La respuesta obtenida en el rendimiento del palmito con respecto a la densidad, concuerda con los resultados de Bogantes *et al.* (2004) en los primeros cuatro meses de cosecha de un experimento previo al actual y en la misma parcela. En esa prueba los autores mencionados, reportan durante los primeros cuatro meses de producción, los mejores rendimientos en número de palmitos cosechados y número de cajas de exportación con las densidades de siembra más altas. También la producción e ingresos mayores en ese período ocurrieron con la densidad más alta o sea 20.000 plantas/ha (2,0 m x 0,25 m) mientras que los valores más bajos de estas dos variables se obtuvieron en el tratamiento con 5.000 plantas/ha (2,0 m x 1,0 m); resultando en un aumento del 70 % en la producción e ingresos en las parcelas con menor distancia entre plantas (las de más alta densidad). Esa tendencia de producir más palmitos conforme aumenta la densidad, ya había sido reportada en varios trabajos anteriores (Zamora 1984, Chalá 1991, Vargas 1994 y 2000, Bogantes *et al.* 1997).

Respecto a las altas densidades de siembra, Mora *et al.* (1999) consideran que una de las principales ventajas consiste en obtener altos rendimientos en los primeros meses o años de producción, lo cual justificaría la mayor inversión inicial, resulta claro que, en las parcelas sembradas con mayor densidad (20.000 plantas/ha) se obtuvieron los mayores ingresos por

hectárea en forma proporcional en los primeros años.

Varios factores podrían contribuir a explicar por qué la deshija no afectó el rendimiento en número de palmitos. En primer lugar, la poca edad de las cepas (cuatro años) las hace menos cespitosas (menos tallos/cepa), en segundo término, la reducción del espacio por el aumento en la densidad, ya que si la cepa tiene espacio, recibe más luz que estimula la producción de nuevos brotes. Adicionalmente, ese tratamiento de deshija se efectuó sólo dos veces al año; en ese sentido, un estudio comentado por Vargas (2000), en una plantación de 14 años de edad y con 3.333 plantas por ha, determinó que conforme se incrementó el número de deshijas anuales, la producción de palmitos aumentó; en este caso se elimina el exceso de brotes que compiten entre sí por nutrientes y luz.

Daño por picudo e incidencia de bacteriosis

Mora *et al.* (2005) establecieron que los adultos de *Metamasius* se refugian en las vainas de las hojas y les agrada la oscuridad al sentirse más protegidos.

Dicha situación es relevante y hace pensar que conforme aumenta la densidad, el incremento de tallos disminuye la luminosidad, aumenta el número de hojas secas y ofrece mayor protección, la cual se refleja en la incidencia de cepas con daño por picudo en los años 2002 y 2004; aunque no así en el 2003. Norris y Kogan (2000) señalan que los cambios producto del crecimiento de un cultivo y la presencia de otras plantas, modifican de inmediato el ambiente y el grado de modificación depende de la cantidad de vegetación presente, la cual a menudo es relacionada con la edad y con la naturaleza de las especies presentes y afecta todas las especies de artrópodos.

En relación con el efecto de la poda de hijos sobre la incidencia de daño de "picudo" observado en el 2003, los resultados coinciden con los de Alpízar *et al.* (2002) quienes en una evaluación de daño por *Metamasius* y *Rhyncho-*

phorus encontraron menor incidencia de daño (15%) en las parcelas donde se deshijó la cepa con respecto a las parcelas en las que no se podó la cepa (20%).

La incidencia de la "bacteriosis" en las diferentes distancias, tuvo un patrón similar al mostrado por "picudo" en el primer y segundo año; mientras que la deshija no tuvo un efecto significativo sobre la incidencia de la enfermedad. Lo anterior hace suponer que la deshija, práctica que se hace con cuchillo no es diseminadora de la enfermedad, situación que contradice lo argumentado por Solórzano *et al.* (2001) en el sentido de que el cuchillo y otras herramientas transmiten la "bacteriosis" cuando son trasladadas de un lote a otro.

Es de interés resaltar, el hecho de que los promedios de incidencia de bacteriosis observados en las diferentes distancias, tengan una correlación significativa con el daño por picudo en los tres años en los que se evaluó, esa correlación aumenta y es muy alta en la tercera evaluación realizada. Mora y colaboradores (2005), también destacan esa relación, comentando que la presencia de "picudos" es un evento general en todas las plantaciones que presentan este síndrome de la "bacteriosis" y plantean la hipótesis de que podría darse una infección en la planta de tipo vertical por la lluvia y en sentido horizontal entre plantas (a distancia) por insectos, posiblemente, "picudos". También Alpízar y colaboradores (s. f.) ya habían documentado que adultos de *Metamasius hemipterus* y *Rhynchophorus palmarum* recolectados en plantación, fueron llevados a laboratorio en donde se les constató la presencia de *Erwinia sp.* y *Pseudomonas sp.* en su estilete.

CONCLUSIONES

1. Se observó un marcado efecto de la distancia de siembra entre plantas sobre el número de palmitos cosechados por parcela. Con una mayor distancia entre plantas (menor densidad) disminuyó la producción de palmitos y no hubo un efecto de la deshija sobre el número de palmitos producidos.

2. Los ingresos totales más altos se obtuvieron con la distancia de 0,25 m entre plantas (20.000 plantas/ha), con una diferencia positiva sobre las otras distancias (0,50, 0,75 y 1,00 m) de 20, 27 y 39% respectivamente.
3. En el primer y tercer ciclo de evaluación (2002, 2004) se observó un efecto de la distancia de siembra sobre el porcentaje de cepas dañadas por picudo. Cuanto mayor fue la densidad, mayor fue el daño por picudo. En el 2003 la ausencia de deshija, también aumentó la incidencia de daño por "picudo".
4. La incidencia de "bacteriosis" fue diferente entre distancias en todos los tres ciclos (años) evaluados, en el 2004 fue más alta en las densidades mayores; y no se observó efecto de la deshija para esta variable.
5. Se obtuvo una correlación significativa entre la incidencia de daño por "picudo" y "bacteriosis" en las tres evaluaciones hechas en el 2002, 2003 y 2004, cuyo coeficiente de correlación (r), fue relativamente bajo en el 2002, aumentó en el 2003 y fue muy alto en el año 2004.

Agradecimientos: El autor agradece el apoyo del Dr. Jorge Mora Urpí por sus consejos en la conducción del trabajo de campo y en la revisión del primer borrador de este artículo. También al Técnico José L. Rivera por su apoyo con parte del trabajo y evaluaciones, al inicio del trabajo de campo.

LITERATURA CITADA

Alpízar, D.; Fallas, M.; Oehlschager, A.; González, L. s. f. Captura masiva con trampas y feromona del picudo de la caña del oeste de la India (*Metamasius hemipterus*) y el picudo americano de la palma (*Rhynchophorus palmarum*) en palmito con espinas realizando deshija y no deshija. Informe en archivo técnico. E.E.L.D., M.A.G. Guápiles, Costa Rica. Mimeografiado, sin año, 10 p.

- Alpízar, D.; Fallas, M.; Oehlschager, A.; González, L. 2002. Pheromone mass trapping of the west Indian sugarcane weevil and the American palm weevil in palmito palm. *Florida Entomologist* 85 (3): 426-430.
- Bogantes, A. 1996. Recomendaciones para la siembra y manejo de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* B. K.). Estación Experimental Los Diamantes. Guápiles, Costa Rica. 12 p.
- Bogantes, A.; Mora, J.; Arroyo, C. 1997. Densidades de siembra. *In: Memoria Curso Nacional sobre palmito de pejibaye (Bactris gasipaes)*. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 5 p.
- _____; Agüero, R.; Mora, J. 2004. Palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes*): Distancias de siembra y manejo de malezas. *Agronomía Mesoamericana*. 15 (2):185-192.
- Chalá, V. 1991. Evaluación de ocho densidades de siembra de *Bactris gasipaes* H.B.K. para producción de palmito en la región amazónica ecuatoriana. *In: IV Congreso internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo*. Editores: J. Mora, L. T. Szott, M. Murillo y V. Patiño. U.C.R. San José, Costa Rica. p. 255-265.
- Fernández, B. s.f. El pejibaye. Serie de boletines. Boletín Técnico para el agricultor. Costa Rica. Proyecto ANAI. No. 3. p. 29.
- King, A. B.; Saunders, J. L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. TDRI, CATIE, Costa Rica. p. 84.
- López, P. G.; López, P. J. 1995. Introducción al Micro-SAS: Aplicación al análisis de experimentos agrícolas. Unidad de Informática y Bioestadística. CATIE, Turrialba. Costa Rica. 119 p.
- Mora, J. 1989. Densidades de siembra para producción de palmito. Universidad de Costa Rica. Serie técnica Pejibaye 1 (1): 10-12.
- _____. 1999. Morfología (cap 1). Variedades (cap 2). Prácticas agronómicas de la araña (cap 5). *In: Palmito de pejibaye (Bactris gasipaes K.) su cultivo e industrialización*. Editores J. Mora y J. Gainza. San José, Costa Rica. Editorial U.C.R. p. 32-114.
- Mora U., J.; Sánchez, E.; Wang, A.; Uribe, L.; Pizarro, L.; Chaimsohn, P.; Vargas, L.; Bogantes, A.; Mesón, R.; Arroyo, C. 2005. Combate de la "bacteriosis" del palmito de pejibaye. Folleto técnico, CONICIT-UCR-INTA-PITTA PEJIBAYE. SIEDIN -UCR, Costa Rica. 22 p.
- Norris, R.; Kogan, M. 2000. Interactions between weeds, arthropod pests, and their natural enemies in managed ecosystems. *Weed Science* 48:94-158.
- Solórzano, A.; Vargas, L.; Mora, J. 2001. Bacteriosis del palmito para pejibaye (*Bactris gasipaes* k.), en la zona Atlántica de Costa Rica. Protección de Cultivos. D.I.A. Ministerio de Agricultura y Ganadería 1999-2000. Editores Jorge Mora B. y Arturo Solórzano A. San José, Costa Rica. p. 155-159.
- Vargas, A. 1994. Evaluación de ocho densidades de siembra en pejibaye para palmito (*Bactris gasipaes* K.) en el Atlántico de Costa Rica. *CORBANA* 19 (42): 11-16.
- _____. 2000. La palmera de pejibaye (*Bactris gasipaes* K.) y su cultivo en Costa Rica para la obtención de palmito. *CORBANA*, San José, Costa Rica. 67 p.
- Zamora, C. 1984. Densidades de siembra de pejibaye para palmito con tallo simple y tallo doble. *In: Sexto Informe de labores 1983-1984*. ASBANA. P. 75-80.

EVALUACIÓN DE LEGUMINOSAS HERBÁCEAS FORRAJERAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE DE ALTURA

María Mesén Villalobos.¹, William Sánchez Ledezma.¹

RESUMEN

La presente investigación se realizó en una finca ubicada en el distrito Cot, cantón Oreamuno, provincia Cartago. La topografía de la finca es irregular y se encuentra a una altitud de 2.100 msnm. La temperatura y precipitación promedio anual son de 20,7 °C y 2.121 mm, respectivamente. El objetivo fue evaluar la adaptabilidad de una colección de 15 cultivares de leguminosas de los géneros *Vicia*, *Lotus* y *Trifolium*. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar. El análisis estadístico de los resultados se realizó por medio de un análisis de varianza para los forrajes anuales y por medio de una prueba de "t de Student" para los perennes y bianuales conjuntamente, ya que de este grupo sobrevivieron únicamente dos cultivares perennes. Los cultivares anuales presentaron altos rendimientos de materia seca y calidad nutritiva; el análisis de varianza para esos valores demuestra que hay diferencias significativas entre los mismos ($p=0,003$). El de mayor producción de materia seca fue *Vicia villosa* Woolly, con 7,1 t/ha/corte y el de menor producción fue el *Trifolium alexandrinum* Berseen, con 1,5 t/ha/corte. El valor nutritivo fue superior en las leguminosas del género *Vicia* que en las de *Trifolium*. Los cultivares perennes y bianuales recibieron cortes cada seis semanas, durante dos años; al último corte los cultivares persistentes fueron, el *Lotus corniculatus* Makú y el *Trifolium repens* Arán, ambos perennes, con rendimientos promedio de materia seca de 1,4 y 0,9 t/ha/corte, respectivamente. La prueba de "t de Student" para los valores mencionados demuestra que no hay diferencias significativas entre cultivares ($p=0,32$). Los valores de proteína cruda oscilaron entre 26,3 y 28,7%. Se concluye que todos los cultivares anuales, se adaptan a la zona en estudio, ya que presentaron altos rendimientos, sin embargo la leguminosa *Vicia villosa* Woolly mostró el rendimiento más alto. De los cultivares perennes se deben continuar estudiando el *Lotus corniculatus* Makú. y el *Trifolium repens* Arán. ya que fueron los únicos que persistieron al cabo de dos años. El testigo local desapareció, no se comportó bien como monocultivo bajo corte, presentó bajos rendimientos e invasión de malezas en los primeros cortes y luego desapareció; sin embargo, en la zona se encuentra en asociación con kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en forma natural. Los cultivares bianuales no se adaptaron a la zona, presentaron bajos rendimientos, invasión de malezas y poca persistencia. La utilización de forrajes anuales, perennes o ambos en una finca de ganadería de leche, depende de los objetivos y del manejo del sistema de producción en general. Además, se debe seguir investigando con otras leguminosas de uso eventual en la ganadería de leche.

Palabras clave: Cultivares, *Vicia*, *Lotus*, *Trifolium*, rendimiento, valor nutritivo.

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina de leche representa un papel muy importante en la evolución económica y social de Costa Rica, ya que los productos lácteos son básicos en la dieta de la población; además constituyen un rubro de mucha impor-

tancia en la economía nacional, logrando llenar la demanda interna y generando divisas provenientes de las exportaciones.

Costa Rica cuenta con la planta de mayor volumen de industrialización de leche en América Central y el Caribe, procesa aproximadamente

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

927.000 kg de leche diarios. Sin embargo, la tendencia mundial de libre comercio requiere de mayores niveles de eficiencia en los sistemas de producción, de manera tal que se pueda competir con precios adecuados y productos de buena calidad en la exportación a otras naciones (Villegas 2004).

En la mayoría de las empresas de ganadería de leche, para la alimentación del ganado se utilizan los forrajes, principalmente gramíneas. Sin embargo, estos no llenan los requerimientos de los animales de mediana y alta producción. En general, los animales que consumen forrajes de baja calidad, sufren deficiencias principalmente de proteína, energía y minerales. Por esta razón, en la alimentación del ganado de leche se utiliza gran cantidad de concentrados, lo que genera un aumento en los costos de producción.

En este sentido, las leguminosas conjuntamente con las gramíneas son los dos grandes órdenes botánicos forrajeros más importantes en el reino vegetal; las leguminosas en monocultivo o en asociación con gramíneas son opciones muy importantes para contribuir a atenuar las deficiencias antes expuestas (Mila 1992). Las leguminosas han sido reconocidas como fuentes de excelente forraje y como mejoradoras de la fertilidad del suelo. Su habilidad para fijar nitrógeno del aire y su alto contenido de proteína y minerales, las hacen indispensables en la alimentación animal (Bernal 1991).

Las especies de leguminosas de los géneros *Vicia*, *Lotus* y *Trifolium* son forrajeras de alto rendimiento y valor nutritivo y la mayoría se adaptan a alturas superiores a los 2.000 msnm (Bernal 1991).

Por lo anteriormente mencionado, se evaluó una colección de leguminosas forrajeras de los géneros mencionados, con el objetivo de buscar variedades de alto rendimiento y valor nutritivo, que se adapten a la zona alta lechera de Costa Rica.

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 y se encuentra a una altitud de 2.100 msnm. La temperatura y precipitación promedio anual son de 20,7 °C y 2.121 mm, respectivamente.

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

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

La siembra se realizó utilizando semilla de una colección de leguminosas forrajeras para clima frío (ver Cuadro 1). Para los forrajes perennes y bianuales se hizo corte de uniformización al inicio de las lluvias del año siguiente y se hicieron evaluaciones de producción de biomasa, altura, cobertura e incidencia de plagas y enfermedades cada seis semanas durante dos años. Los cultivares anuales no se nivelaron ya que se cosechan solamente una vez.

La metodología de evaluación que se utilizó fue una modificación de la utilizada por la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) (Toledo y Schultze-Kraft 1982). Dicha modificación consistió en una disminución en el tamaño de las parcelas y del marco para muestrear el cual fue de 0,5 metros x 1,0 metros, con cuadrículas de 0,25 metros x 0,25 metros. Además, se usó una escala de uno a cuatro para plagas en general, y no se emplearon escalas específicas para insectos y enfermedades como señala la metodología en mención.

Cuadro 1. Cultivares de leguminosas evaluadas. Cartago, Costa Rica. 1996.

Cultivares	Comportamiento	Simbología	Procedencia ¹
<i>Vicia purpurea</i> Púrpura	Anual	VP	Chile
<i>Vicia villosa</i> Woolly	Anual	VV	Australia
<i>Lotus corniculatus</i> Dewey	Perenne	LD	E.E.U.U.
<i>Lotus corniculatus</i> Makú	Perenne	LM	Australia
<i>Trifolium pratense</i> Renegade	Bianual	TR	E.E.U.U.
<i>Trifolium alexandrinum</i> Berseen	Anual	TB	E.E.U.U.
<i>Trifolium alexandrinum</i> Nico	Anual	TN	Chile
<i>Trifolium repens</i> Arán	Perenne	TA	Inglaterra
<i>Trifolium repens</i> Italia	Perenne	TI	Chile
<i>Trifolium repens</i> Huia	Perenne	TH	Chile
<i>Trifolium pratense</i> Safari	Bianual	TS	Australia
<i>Trifolium pratense</i> Quiñequeli	Bianual	TQ	Chile
<i>Trifolium subterraneum</i> Clare	Perenne	TC	Chile
<i>Trifolium subterraneum</i> Mount Barquer	Perenne	TM	Chile
<i>Trifolium repens</i> (Testigo con material vegetativo)	Perenne	TL	Costa Rica

¹ Bradley, R. 1996. Semillas forrajeras (entrevista). FUDESEMILLAS. San José, CR. Comunicación personal.

Descripción de la unidad experimental

La parcela experimental midió 6 m² con tres hileras de 3,0 m de largo y distanciadas entre ellas a 0,5 m. Los muestreos se tomaron en la hilera central, dejando los otros surcos como efecto de borde.

Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones.

Análisis de los resultados

Los resultados obtenidos en cuanto a materia seca se analizaron por medio de un análisis de varianza para los forrajes anuales y por medio de una prueba de "t de Student" para los perennes y bianuales, ya que de estos últimos sobrevivieron dos cultivares perennes. Se utilizó el software de estadística y biometría Info Stat 2001 (UNC 2001).

Fertilización

Las dosis aplicadas fueron: 50, 50, 20 y 20 kg/ha de P₂O₅, K₂O, Mg y S. El fósforo, magnesio y azufre se incorporaron al suelo al momento de la siembra, el potasio se aplicó fraccionado, con 1/3 de lo recomendado cuatro semanas después de la siembra, 1/3 después del corte de uniformización y el último tercio al cabo de dos cortes (Toledo y Schultze-Kraft 1982).

Variables evaluadas

Producción de biomasa y calidad nutritiva

Como se mencionó anteriormente, las evaluaciones para los forrajes perennes y bianuales se realizaron cada seis semanas después del corte de nivelación; la altura de corte fue de aproximadamente 5,0 cm sobre el nivel del suelo. Los cortes se efectuaron a razón de un metro lineal en la hilera central de cada parce-

la, dejando sin cortar los extremos, como efecto de borde (Roig 1989). Los forrajes anuales se cosecharon en forma similar, pero se utilizó el metro cuadrado para los forrajes del género *Vicia*.

El material de la hilera central se pesó en verde y luego una sub-muestra de 500 g se envió al laboratorio para la determinación del contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS).

Cobertura

Esta variable se evaluó como porcentaje del área que no presentó suelo desnudo. Las evaluaciones se efectuaron cada seis semanas coincidiendo con los muestreos de rendimiento. Para este propósito, se utilizó la metodología propuesta por la RIEPT (Toledo y Schultze-Kraft 1982) con las modificaciones antes expuestas.

Altura

La variable altura se midió con la misma frecuencia que la cobertura.

Para esta medición, se tomó la altura desde el nivel del suelo hasta el punto más alto de la planta, sin estirla y sin considerar la inflorescencia (Toledo y Schultze-Kraft 1982).

Plagas (Insectos y enfermedades)

Se utilizó una escala de 1 a 4, en la cual:

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

4 = Daño grave (más de 40% afectado) (Adaptado de Calderón 1982 y Lenne 1982).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de suelo

El análisis de suelo antes de la siembra (Cuadro 2) presenta valores adecuados de pH y aluminio, como consecuencia el porcentaje de acidez, 8,8 es adecuado. Los contenidos de Ca, Mg, K, P, los microelementos y las relaciones (Ca/Mg, Mg/K, Ca+Mg/K y Ca/K) se encuentran en un rango óptimo, mientras que el Fe se encuentra en un nivel alto (Bertsch 1987). En relación con la textura, se puede concluir que por ser un suelo franco presenta buena infiltración, mediana capacidad de retención de humedad y buena aireación. En cuanto al contenido de materia orgánica, el suelo es apto para el desarrollo de los forrajes ya que es un valor característico de un suelo agrícola (Núñez 1985).

Cultivares anuales

Los cultivares anuales fueron cosechados al estar en floración plena (aproximadamente 176 días de crecimiento y durante la época lluviosa), su comportamiento fue bueno, los altos rendimientos de materia seca y la ausencia de plagas demuestran la adaptabilidad de los mismos a la zona. La leguminosa *Vicia villosa* Woolly, fue el cultivar de mayor producción de biomasa en base seca, con 7,1 t/ha valor similar al obtenido por Mesén y Sánchez 2005, y superior a 4,3 t/ha reportado por Rodríguez (1979), para *Vicia villosa* Namoy. El *Trifolium alexandrinum* Berseen fue el de menor producción con 1,5 t/ha.

Cuadro 2. Resultado del análisis de suelo antes de la siembra. Cartago, Costa Rica. 1996.¹

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

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

Los valores de cobertura y altura oscilaron entre 75 y 100% y entre 42 y 60 cm, respectivamente. La calidad nutritiva fue superior en los cultivares del género *Vicia* (Cuadro 3).

El análisis de varianza para los valores de materia seca demuestra que hay diferencias sig-

nificativas entre los mismos ($p=0,003$).

Cuadro 3. Comportamiento de las leguminosas anuales al estar en floración. Cartago, Costa Rica. 1998.

Cultivar	Cobertura (%)	Altura (cm)	PC, (%)	DIVMS, (%)	MS, t/ha/corte
VP	100	60	22,0	63,2	4,6
VV	100	57	24,0	65,2	7,1
TB	90	39	16,2	66,0	1,5
TN	75	42	13,7	63,3	4,3

Cultivares perennes y bianuales

De los once cultivares evaluados sobrevivieron únicamente dos cultivares perennes al cabo de dos años: el *Lotus corniculatus* Makú, y el *Trifolium repens* Arán con rendimientos promedio de materia seca de 1,4 y 0,9 t/ha/corte, respectivamente (Cuadro 4). Los demás cultivares entre los cuales habían perennes y bianuales (Cuadro 1) presentaron bajos rendimientos e invasión de malezas y al final de la prueba desaparecieron, no se adaptaron a la zona en estudio.

La prueba de “t de Student” para los dos cultivares perennes persistentes al cabo de dos años, demuestra que no hay diferencias significativas entre los mismos ($p=0,32$). Los valores de proteína cruda oscilaron entre 26,3 y 28,7% (Cuadro 4). Los valores promedio de altura fueron 30 y 23 cm, los de cobertura 80 y 65 % para *Lotus corniculatus* Makú, y el *Trifolium repens* Arán respectivamente. No hubo presencia de insectos ni enfermedades importantes.

El testigo local desapareció, no se comportó bien como monocultivo bajo corte, presentó bajos rendimientos e invasión de malezas en los primeros cortes y luego desapareció; sin embargo, en la zona se encuentra en asociación con kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en

forma natural.

Cabe recalcar que los forrajes perennes a diferencia de los anuales (solamente un corte), se cosechan varias veces al año y se mantienen en producción durante varios años sin necesidad de sembrar en cada período. En los forrajes perennes de este estudio se realizaron ocho cortes por año, los cuales proporcionaron aproximadamente 11,2 y 7,2 toneladas de materia seca por hectárea por año para *Lotus corniculatus* Makú, y *Trifolium repens* Arán respectivamente; valores superiores a los obtenidos con los forrajes anuales, calidad nutritiva similar y costo inferior.

No es conveniente precisar en términos generales, cuál de los dos tipos de forraje es el recomendable, ya que el uso de uno u otro o de ambos, depende del sistema de producción y de sus objetivos. Los forrajes anuales podrían ser una buena opción en fincas de ganadería de leche que producen otros cultivos y ser utilizados en rotación con los otros cultivos, para manejarlos como forraje de corte fresco o conservado, durante períodos críticos cuando hay escasez de forrajes de piso.

En el caso de los forrajes anuales cuando la siembra se hace después de cosechar otro cultivo, se evita el uso de herbicidas, se aprovechan los residuos de fertilizante y se reduce el uso de mano de obra. Además las leguminosas

incorporan nitrógeno al suelo lo cual beneficiará el próximo cultivo.

Cuadro 4. Comportamiento de las leguminosas perennes o bianuales durante el período de corte. Cartago, Costa Rica. 1998.

Cultivar	Época Lluviosa		Época seca		Promedio anual (t/ha/corte)
	Proteína, (%)	Materia seca (t/ha/corte)	Proteína (%)	Materia seca (t/ha/corte)	
LD	P				
LM	28,6	1,8	28,7	0,9	1,4
TR	24,6	1,6	P		
TA	28,0	1,1	26,3	0,7	0,9
TI	P				
TH	P				
TS	P				
TQ	25,8	0,9	P		
TC	P				
TM	P				
Testigo	P				

P = Perdido.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

1. Los cuatro cultivares anuales dieron buenos resultados, las altas tasas de crecimiento por hectárea y la ausencia de plagas, demuestran la adaptabilidad de los mismos a la zona.
2. De los cultivares anuales el de mayor producción fue *Vicia villosa* Woolly, y el de menor producción fue *Trifolium alexandrinum* Berseen.
3. Los cultivares bianuales presentaron bajos rendimientos e invasión de malezas, lo cual demuestra que no se adaptan a la zona en estudio.
4. Los cultivares perennes (*Lotus corniculatus* Makú y el *Trifolium repens* Arán) no presen-

taron problemas de plagas, lograron altas tasas de crecimiento, adecuado valor nutritivo y buena persistencia lo que demuestra su adaptabilidad a la zona. Los demás cultivares perennes evaluados no se adaptan como monocultivo bajo corte.

5. La utilización de forrajes anuales, perennes o ambos en una finca de ganadería de leche, depende de los objetivos y del sistema de producción en general.
6. Se debe continuar investigando con los cultivares sobresalientes en asociación con gramíneas.
7. Se debe continuar investigando con otras leguminosas de uso potencial en sistemas de producción de leche de altura.

AGRADECIMIENTO

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

LITERATURA CITADA

- Bernal, J. 1991. Pastos y forrajes tropicales. 2 Ed. Colombia. Editorial Banco ganadero. 543 p.
- Bertsch, F.; Mata, R.; Henríquez, C. 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.
- _____. 1987. Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. 2 Ed. Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 82 p.
- Calderón, 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.
- UNC (Universidad de Córdoba, AR). 2001. Info Stat: Software de Estadística y Biometría. Info Stat 2001. Versión 1.0.
- 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.
- Mila, A. 1992. Las especies forrajeras en el reino vegetal. *In*: Pastos y forrajes para Colombia. Editorial Banco Ganadero. 3ª Edición. Colombia. p.7.
- Mesén, M.; Sánchez W. 2005. Evaluación de leguminosas herbáceas de uso potencial en sistemas de producción de leche de altura. Alcances Tecnológicos. no.1:79-84.
- Núñez, J. 1985. Fundamentos de Edafología. 2 Ed. Costa Rica. UNED. 185 p.
- Roig, C. A. 1989. Evaluación preliminar de 200 accesiones de leguminosas forrajeras tropicales en el ecosistema de Bosque Tropical Lluvioso en Costa Rica Guápiles. Tesis MSc.Turrialba C.R, CATIE. 179 p.
- Rodriguez, H. 1979. Determinación de la densidad de siembra de la *Veza vellosa* como abono verde y su efecto en la producción de sorgo de grano. Tesis Ing. Agr. México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía. 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.
- Villegas, L. 2004. Factores determinantes de la productividad de fincas lecheras en pastoreo. *In*: Memoria del seminario de ganadería de leche. Departamento de Transferencia. INTA. Costa Rica.

COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DEL HENO DE PASTO TRANSVALA (*Digitaria decumbens* cv. *Transvala*) PRODUCIDO BAJO RIEGO, HENO DE PASTO TRANSVALA COMERCIAL Y PACAS DE PAJA DE ARROZ, MEDIANTE LA GANANCIA DE PESO DE TORETES ESTABULADOS

Jorge L. Morales González¹, Carlos Hidalgo Ardón¹, Argerie Cruz Méndez.¹

RESUMEN

La calidad de un forraje se determina, principalmente, por medio de la respuesta productiva de los animales (Ball *et al.* 2001). El presente estudio tuvo como objetivo, comparar la calidad del heno de pasto Transvala (*Digitaria decumbens* cultivar Transvala) producido bajo condiciones de riego, fertilizado y cosechado a 45 días de rebrote, con la de pacas comerciales tanto de Transvala como de paja de arroz, mediante la ganancia de peso y el consumo de estos forrajes por toretes estabulados. Veintisiete toretes con un peso promedio de 282 kg de peso vivo (PV) fueron estabulados por 77 días y alimentados con heno de pasto Transvala de 45 días de rebrote (HBC), heno comercial de pasto Transvala (HCM) y paja de arroz (PAR). Los dos últimos tratamientos con acceso además a 0,5 kg de melaza y 30 g diarios de urea. El forraje se dio a libre consumo. Los datos se analizaron mediante un diseño experimental irrestricto al azar. Los toretes alimentados con HBC lograron pesos finales mayores (304,8; 295,5 y 288,5 kg; $P < 0,01$) que los otros dos grupos de animales; así como consumos de forraje, con base en materia seca (kg MS/100 kg PV) superiores (2,26, 2,08 y 1,79, respectivamente; $P < 0,01$) a los logrados con HCM y PAR. Los contenidos (%) de: proteína cruda (PC), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) de HBC, HCM y PAR fueron 9,0, 64,4 y 43,3; 4,1, 63,4 y 46,2; 4,1, 60,5 y 53,6, respectivamente. La respuesta animal observada confirma los parámetros de calidad obtenidos en el laboratorio, particularmente en relación con el contenido de PC y permite concluir que el heno de pasto Transvala producido bajo condiciones de riego y fertilizado, a una edad de rebrote de 45 días es superior en calidad a los henos comerciales de pasto Transvala y a la paca de arroz, disponibles en el mercado.

Palabras clave: heno de calidad, pasto Transvala, riego, ganancia de peso.

INTRODUCCIÓN

El mercado tradicional de heno en Costa Rica, está sustentado principalmente por la demanda en épocas críticas, debido a la baja disponibilidad de forrajes, ocasionada por la estacionalidad climática. La época de verano en el Pacífico Seco es el periodo de mayor demanda, el cual se ve acentuado cíclicamente

por el fenómeno del Niño que prolonga el periodo seco y/o intensifica las lluvias en las zonas de trópico húmedo. Por esto se dice que el mercado del heno es un mercado de crisis para mantener animales y no un mercado regulado por la oferta y la demanda, para la producción animal (Morales 2000).

Estas características del mercado del heno en Costa Rica no han permitido establecer estándares de calidad en el producto. Evidencia de esto, es que la única referencia de calidad y

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

que determina un precio diferenciado es, si el origen de dicho forraje es de paja de arroz ó de pasto Transvala y dentro de éste último, la aceptación o rechazo a un precio determinado, está dado por el nivel de contaminantes que contenga, llámense malezas u otro tipo de materiales diferentes al pasto Transvala (Morales *et al.* 2003). Aquí interviene también el cabalista, un comprador dispuesto a pagar precios altos, particularmente de pacas de pasto Transvala, pero bajo los mismos criterios de calidad mencionados anteriormente.

Trabajos de investigación realizados por el INTA en mejoramiento de la calidad del heno (Morales *et al.* 2006 a y b), han resultado en tecnologías que permiten triplicar el contenido nutricional del forraje y su productividad. Un forraje conservado en forma de heno, con contenidos de proteína cruda y digestibilidad (DIVMS) cercanos al 10 % y 60 %, respectivamente, permite la producción animal y no sólo el mantenimiento de peso, como ocurre con las pacas comerciales que actualmente se encuentran en el mercado.

Se ha comprobado que muchas veces el valor nutritivo de la paja de arroz es superior al de la paca de pasto Transvala comercial (Morales *et al.* 2003). Productores y comerciantes de estas pajas saben que estas sirven únicamente para que los animales pierdan menos peso durante la época seca y que se debe suministrar además, melaza y urea, de lo contrario no servirán ni para ese propósito. Por lo tanto, ni pensar que estas pajas sirvan para producir; tal vez como fuente de fibra en sistemas estabulados, particularmente aquellos de producción de leche.

Tal parece que el poco desarrollo de la henificación en el país se debe, entre otros factores, a problemas de calidad forrajera y por ello exista una demanda real por estos forrajes, exclusivamente durante periodos críticos.

Es factible aumentar tanto la producción como la calidad del heno en sistemas bajo riego, en comparación con el sistema tradicional de secano (Morales *et al.* 2006 a, b). Para cambiar la

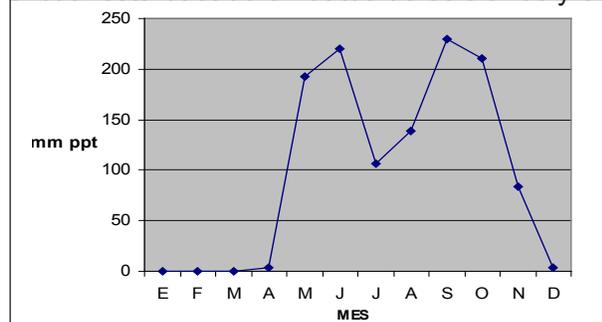
cultura tradicional en la producción y uso de los henos y abrir un mercado más amplio basado en la calidad, se debe demostrar, el efecto que sobre la producción animal tiene el suministro de heno de buena calidad a los animales. Por lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo determinar el potencial real para la producción animal del heno de pasto Transvala, producido bajo condiciones de riego, fertilizado y cosechado a 45 días de rebrote, en comparación con henos tradicionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Ensayo

El presente estudio se llevó a cabo en los corrales de engorde de la Estación Experimental Enrique Jiménez Nuñez (E.E.E.J.N.), del INTA, ubicada en el cantón de Cañas, Guanacaste, 10 km al sureste del distrito central y 10 km al sur de la carretera Panamericana. Sus limitantes están relacionadas con la Zona de Vida de Bosque Húmedo, transición a Basal y Tropical, dadas por fuertes vientos y un patrón climático bimodal, con una estación seca de diciembre a abril y un invierno intenso en lluvias, de setiembre a mediados de noviembre, separados por un periodo que se ha manifestado errático en los últimos años, ligero de lluvias de mayo a mediados de julio y de aquí a agosto con un lapso de un mes en el que se reduce la precipitación significativamente, correspondiente al veranillo de San Juan y a la canícula.

La Figura 1 muestra el comportamiento del clima en la zona (Hancock y Hargreaves 1977), el cual está basado en datos de seis años y en



probabilidades de un 75 % de que este patrón de lluvias pueda ocurrir.

Figura 1. Patrón de lluvias con 75 % de probabilidad

des para el área de la E.E. E.J.N. Guanacaste, Costa Rica. 2000.

La temperatura promedio de la zona ha sido de 24,6 °C; la humedad relativa de 91 % y la precipitación máxima y mínima fue de 2.818 mm y 1.018 mm, respectivamente, durante el mismo lapso. El ensayo se realizó del 3 de marzo al 17 de junio del 2000.

Tipos de Henos

El heno de 45 días de rebrote de pasto Transvala (HBC), utilizado en este estudio, fue producido, en un sistema de producción bajo riego y fertilizado con fórmula completa 10-30-10 a una dosis de 50 kg de P_2O_5 , en una sola aplicación para todo el periodo y nutrán, a una tasa de fertilización de 103,5 kg de N/ha/corte. Para ello, los campos de pasto Transvala fueron establecidos en junio de 1999 y uniformados entre el 13 y 15 de octubre para obtener heno de 45 días de rebrote.

El heno comercial de pasto Transvala (HCM) se adquirió de productores que producen bajo condiciones de secano en el área de Cañas. La paja de arroz (PAR) se consiguió de la paca comercial disponible en la misma área.

Animales utilizados

Se utilizaron 27 toretes de alto encaste Brahman con un peso promedio de 282 kg de peso

vivo (Cuadro 1), provenientes de la Estación Experimental Los Diamantes, del INTA localizada en Guápiles, región Atlántica de Costa Rica. Se colocaron tres animales por corral, correspondiendo a un tratamiento, con tres repeticiones (corrales) por tratamiento, es decir se utilizaron nueve animales por tratamiento. Los animales se sometieron durante 14 días a una fase de adaptación a las dietas. Inmediatamente después entraron a la fase experimental por 61 días. Los animales se pesaron a rumen lleno al inicio de la fase experimental y posteriormente a los 30 y a los 61 días, por las mañanas antes del primer suministro de alimento.

Dietas (tratamientos)

Las dietas utilizadas fueron:

T1. Heno de pasto Transvala (HBC) de 45 días de rebrote como única fuente de alimento.

T2. Heno de pasto Transvala comercial (HCM) con 0,5 kg de melaza y 30 gramos de urea por animal por día.

T3. Paja de arroz (PAR) con 0,5 kg de melaza y 30 gramos de urea por animal por día.

El suministro de urea y melaza ofrece la posibilidad de mejorar la utilización de los alimentos fibrosos, en particular de aquellos de baja calidad como el HCM y PAR, mediante la disponibi-

Cuadro 1. Peso inicial y promedio en kilogramos de los animales por tratamiento al inicio de la fase experimental de evaluación. Guanacaste, Costa Rica. 2000.

Repeticiones	Tratamientos								
	HBC			HCM			PAR		
1	313	320	311	353	325	289	312	297	277
2	289	255	297	287	273	323	269	266	279
3	255	270	295	200	252	205	242	278	282
Promedio	289,5			278,5			278,0		
Promedio total	282								

alidad de nutrientes deficitarios en dichos forrajes para el crecimiento de la población microbiana del rumen (Leng *et al.* 1977, Leng 1990).

La fuente de forraje fue suministrada diariamente a libre consumo en los tres tratamientos. La urea se disolvió en 20 cc de agua tibia y se mezcló con la melaza diariamente. Los animales fueron desparasitados internamente con 15 cc de Levamisol, vitaminados con 4 cc de complejo ADE y 7 cc de Butafosfan, un compuesto de vitamina B12 y fósforo. Igualmente todos tuvieron libre acceso a una mezcla mineral y agua.

Diseño Experimental

EL estudio se arregló como un diseño irrestricto al azar, con tres repeticiones (corrales) y tres animales por repetición. El análisis de los datos se hizo mediante el paquete estadístico SAS (SAS 1984).

Variables dependientes

Las variables dependientes medidas fueron peso final de los animales y consumo diario de las dietas. Los pesos finales se ajustaron por covarianza utilizando los pesos iniciales de los animales.

Variables independientes

Las variables independientes fueron los tipos de forrajes, los cuales se caracterizaron mediante sus contenidos de proteína cruda y fibra.

Muestras

En todos los lotes de forraje de heno de Tansvala de 45 días de rebrote y henos de Transvala comercial y paja de arroz, se tomaron muestras de 500 g c/u. Posteriormente, se sometieron a secado en horno a 60 °C por 72 horas y se enviaron al laboratorio para el análisis respectivo.

Análisis de Laboratorio

En el laboratorio de Piensos y Forrajes del INTA, las muestras se secaron en horno a 105

°C, durante 24 horas, para determinar materia seca y después se molieron en molino de martillos utilizando una malla de 2 mm. Se analizaron los contenidos de: proteína cruda (% PC), por el método de micro Kjeldahl, y fibra ácido detergente (% FAD) y fibra neutro detergente (% FND), utilizando la metodología de Van Soest (1967).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido nutricional del forraje

Las fuentes de forraje utilizadas en este estudio fueron de calidades claramente diferentes, como se puede observar en el Cuadro 2. Estas diferencias son originadas básicamente por el estado de madurez de la planta al ser cosechada para heno (Arthington y Brown 2005). El heno HBC fue cosechado a una edad aproximada de 45 días de rebrote, el heno HCM a más de 90 días y la paca PAR es simplemente el residuo de la cosecha de arroz, el cual se cosecha a más de 120 días después de la siembra.

A mayor madurez de la planta forrajera la composición de la fibra (FND, FAD y lignina) varía. En estados avanzados de madurez, hay una deposición mayor de lignina (Van Soest 1983), que aunque en el presente estudio no se midió, es posible que esté influyendo en la calidad de HCM y PAR, con respecto a HBC. Se sabe que la lignina es un elemento clave en la baja digestibilidad de las paredes celulares de los forrajes y tanto la concentración como la misma digestibilidad de las paredes celulares, afectan negativamente el potencial de consumo y disponibilidad de energía de los cultivos forrajeros (Jung y Allen 1995).

Los tres tipos de forraje utilizados en el presente estudio poseen un contenido de materia seca muy parecida, de alrededor del 85 %. Este contenido de humedad en forrajes henificados es similar al que reporta la literatura (Lippke 1980), y es el que presenta la mayoría de las gramíneas forrajeras, secadas al sol.

En el Cuadro 2, se presenta la calidad nutricional

nal de los tres henos utilizados. El contenido de PC, muestra las diferencias de calidad de los tres forrajes. La paca de heno HBC obtenida bajo condiciones de riego a 45 días de rebrote, contiene más del doble de este nutriente que los otros dos forrajes (4,1%), resultado observado repetidamente en otros estudios como efecto de la edad de rebrote (Lippke 1980, Arthington y Brown 2005).

Cuadro 2. Calidad de los forrajes evaluados. Guanacaste, Costa Rica. 2000.

Variables *	TIPO DE FORRAJE		
	HBC	HCM	PAR
n	10,00	4,00	6,00
% MS	84,42	85,40	86,12
% PC	9,00	4,10	4,10
% FND	64,40	63,40	60,50
% FAD	43,30	46,20	53,60
% HEM	21,10	17,20	6,90

* n = número de muestras analizadas; % MS= contenido de materia seca; % PC= contenido de proteína cruda; % FND= contenido de fibra neutro detergente; % FAD= contenido de fibra ácido detergente; % HEM=Hemicelulosa= FND-FAD.

Además, es importante indicar, que el contenido de proteína cruda del heno HCM es igual al que presenta PAR, no por ser una paca de heno de pasto Transvala, se garantiza que sea de buena calidad; hay otros factores más importantes, como la edad de rebrote que intervienen sobre la calidad. También se observa que aún bajo condiciones diferentes y con especies diferentes, a edades de rebrote semejantes, el contenido de proteína cruda es muy similar entre las gramíneas forrajeras, tal como lo reporta Lippke (1980) en pasto Bermuda en Texas, con 8 % de PC a seis semanas de rebrote.

Aunque se presentan sólo ligeras diferencias en el contenido de FND, en HCM y particularmente en PAR, se nota una tendencia a un mayor contenido de FAD que probablemente se sume a sus bajos contenidos de proteína y por lo tanto, incida aún más en sus bajas calidades

como fuente de nutrientes para los rumiantes, ya que la FAD es considerada el componente de menor digestibilidad (Cherney y Hall 2008). Ésta es progresivamente menor en el orden PAR > HCM > HBC (53, 60; 46, 20 y 43,30 % respectivamente).

La hemicelulosa, en el mismo orden, muestra una tendencia contraria (6, 90; 17, 20 y 21,10%), es decir, al estar asociada a un mayor consumo y ganancia de peso, pareciera estar relacionada con una mayor digestibilidad.

Consumo de forraje

La producción de los rumiantes en respuesta a los forrajes, está directamente relacionada con el consumo que puedan hacer de ellos; a mayor consumo, mayor producción. El consumo de forrajes está muy ligado a la capacidad física del rumiante para procesar los materiales fibrosos que como estos, se caracterizan por tener una alta proporción de fibra y que dependiendo de su digestibilidad, podrán ser consumidos en menor o mayor grado. En la fracción de FND se encuentran los componentes indigestibles y lentamente digestibles de las paredes celulares de las plantas (celulosa, hemicelulosa, lignina y cenizas) y en la fracción de FAD se encuentran los mismos componentes de la FND a excepción de la hemicelulosa.

Los niveles de consumo que alcanzaron los animales en los diferentes tratamientos de este estudio, se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Respuesta animal en consumo de materia seca, a la calidad del forraje. Guanacaste, Costa Rica. 2000.

Variables *	Tratamientos**		
	HBC	HCM	PAR
Consumo kg /an	6,89a	5,99b	4,92c
Consumo % PV	2,30	2,10	1,75

* an = animal; % PV = consumo de forraje en base seca como % del peso vivo.

** Letras distintas indican que hay diferencia significativa ($p \leq 0,05$).

La respuesta animal en términos de consumo demuestra las diferencias de calidad entre los diferentes tipos de forrajes utilizados. En valores absolutos (6,89 kg de materia seca por día), como en valores relativos (2,30 % del peso vivo del animal), el consumo de heno HBC superó, a los otros dos forrajes (Cuadro 3).

Es decir, el consumo de materia seca de los diferentes forrajes por los animales, va de mayor a menor según el siguiente orden HBC>HCM>PAR. El mayor consumo de HBC probablemente se deba a una mayor digestibilidad en este forraje, ya que es el forraje con menor madurez, mayor contenido de PC y menor contenido de FND por tanto, probablemente posee, una menor deposición de lignina, el componente más indigestible de la fibra que se acumula con la edad de rebrote.

Comparativamente (Figura 2), los animales con HBC consumieron hasta un 13 % y un 30% más de materia seca que aquellos con HCM y PAR, respectivamente.

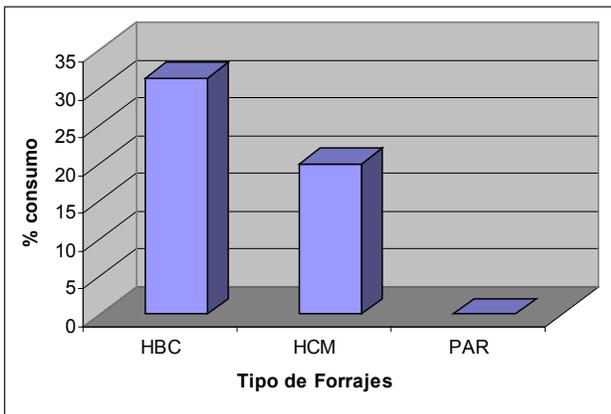


Figura 2. Consumo comparativo de los henos con respecto a la paja de arroz. Guanacaste, Costa Rica. 2000.

Traducido a consumo total de proteína cruda diaria y considerando los ingredientes extra (urea y melaza) suministrados a los animales en los tratamientos HCM y PAR, estos consumieron sólo un 58 % (360 g) y un 51 % (316 g), respectivamente, de lo consumido por los ani-

males en HBC (620 g). Lippke (1980) observó una tendencia muy similar con una correlación significativa ($P < 0,01$) entre contenido de proteína de forraje en forma de heno y consumo de materia seca ($r = 0,86$) en toretes.

Lippke (1980) además reportó, con henos de pasto Bermuda y sorgo, una relación significativa ($r = 0,81$) en el contenido de hemicelulosa y el consumo de FND en toretes; es decir a menor contenido de hemicelulosa, menor el consumo de fibra por el animal. Igualmente con el componente recíproco FAD, Van Soest *et al.* (1978), reportan una alta relación inversa con el consumo de materia seca por el animal ($r = -0,93$ y $r = -0,61$, respectivamente). Es decir, a mayor contenido de FAD, menor consumo de materia seca. Esos estudios concuerdan con lo encontrado en el presente ensayo (Figuras 4 y 5).

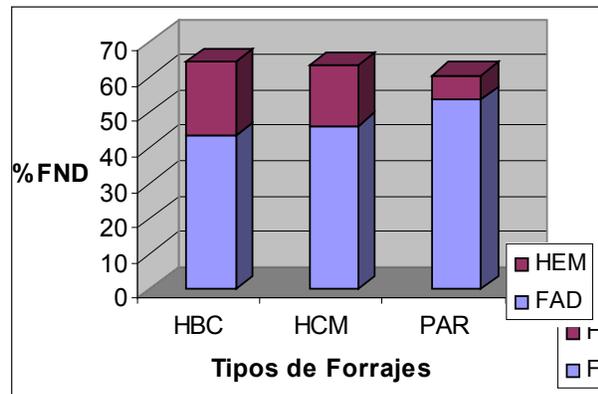


Figura 3. Composición y tendencias de los componentes de la fibra neutro detergente de los diferentes tipos de forrajes. Guanacaste, Costa Rica. 2000.

Estas observaciones de Lippke y Van Soest se encontraron también en el presente estudio, si se correlacionan los datos de la Figura 2 de consumo, con los datos de la Figura 3 que muestra el contenido de las diferentes fracciones fibrosas de los forrajes utilizados. Estas correlaciones se exponen en la Figura 4, en donde en el orden HBC: HCM: PAR, el consumo de MS disminuye conforme el contenido de HEM baja y el contenido de FAD aumenta.

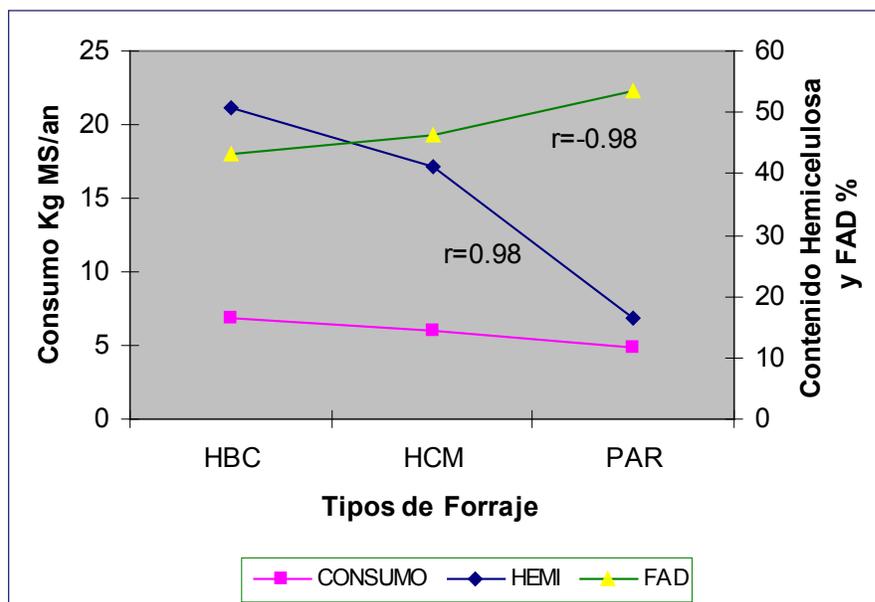


Figura 4. Correlación del consumo, contenidos de hemicelulosa y FAD de los forrajes evaluados. Guanacaste, Costa Rica. 2000.

Ganancia de peso

En el Cuadro 4 se muestran los pesos finales de los animales. Dado que los pesos iniciales influyen los pesos finales de los animales, ambos se ajustaron por covarianza; de manera que para el análisis de varianza se utilizaron estos pesos finales ajustados.

Como se puede observar en el Cuadro 5 y la Figura 5, el peso final de los animales en el tratamiento con heno HBC, de pasto Transvala producido en sistemas bajo riego, fertilización y manejo a un rebrote de 45 días promedio, fue superior a los pesos de todos los animales alimentados con los otros forrajes.

Cuadro 4. Peso final en kilogramos de los animales. Guanacaste, Costa Rica. 2000.

Rep.	Tratamiento								
	HBC			HCM			PAR		
1	346	324	343	362	342	295	314	297	284
2	330	273	319	300	289	336	279	273	281
3	279	290	307	218	274	212	248	293	291
Prom.	312,3			292			284,4		
PAC	304,8			295,5			288,5		

PAC = peso ajustado por covarianza.

Cuadro 5. Comparación de Medias de Cuadrados Mínimos para peso final. Guanacaste, Costa Rica. 2000.

Error estándar de la media	Tratamiento	Peso Final (kg)	Tratamientos*		
			HBC	HCM	PAR
			304,8 _a	295,5 _b	288,5 _c
	Heno de Calidad	304,8	-	(P<0,005)	(P<0,001)
7,97	Heno Comercial	295,5		-	(P<0,10)
	Paja de Arroz	288,5			-

* Letras iguales indican que no hay diferencia significativa ($P \geq 0,05$) entre tratamientos.

El mayor peso ganado por los animales del tratamiento HBC es aún más relevante si se consi-

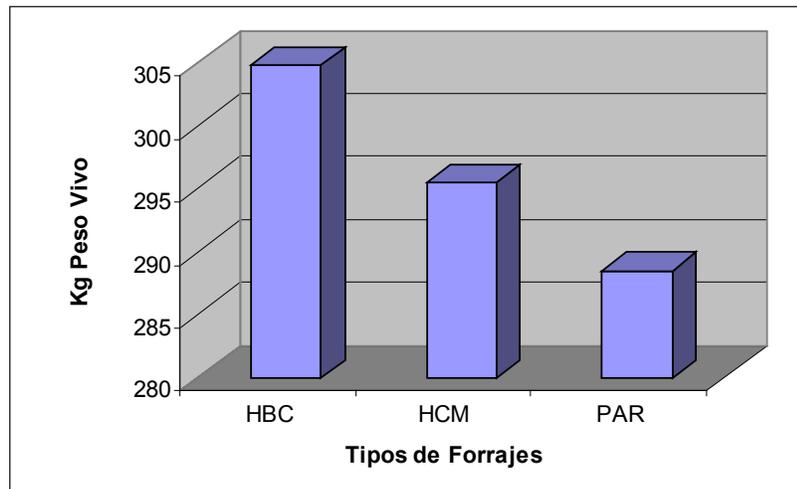


Figura 5. Peso final de animales alimentados con diferentes calidades de forrajes. Guanacaste, Costa Rica. 2000.

dera que no recibieron ningún otro ingrediente en la dieta, mientras que los animales de los otros dos tratamientos recibieron además del forraje, 0,5 kg de melaza (energía) y 30 gramos de urea como fuente de proteína cruda. Esto corresponde aproximadamente a 1,2 Mcal de energía digestible y 105 gramos de proteína cruda extra, respectivamente. El efecto positivo del suministro de nitrógeno no proteico como la urea y de fuentes energéticas como la melaza sobre la digestibilidad, el consumo y la producción, tanto en ganado de carne como de leche,

alimentados con forrajes de baja calidad, está ampliamente demostrado en la literatura (Coleman y Barth 1977, Morales *et al.* 1989, Puoli *et al.* 1991, Titgemeyer *et al.* 2004, Currier *et al.* 2004).

El propósito de suministrar estos nutrientes adicionales en el caso de los tratamientos del presente estudio, fue porque los animales alimentados con forrajes de mala calidad pierden peso, ya que no pueden consumir suficiente materia seca para satisfacer sus necesidades

nutricionales de mantenimiento (Lippke 1980).

Además los ingredientes energéticos de fácil asimilación como la melaza y fuentes de nitrógeno no protéico como la urea, aportan nutrientes deficitarios en forrajes de baja calidad, permitiendo un mayor crecimiento de la población microbiana a nivel de rúmen, mejorando la utilización animal de dichos forrajes (Leng 1990, 1993), lo cual debe manifestarse en la producción animal.

Aún tomando en cuenta esta fuente de nutrientes extra, los resultados indican que las ganancias de peso de los animales alimentados con el heno de 45 días de rebrote fueron superiores a las de los animales alimentados con heno comercial y con paja de arroz.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La respuesta animal obtenida en el presente estudio confirma los resultados sobre el contenido nutricional de henos de diferentes calidades, encontrados en este y en estudios anteriores de esta serie (Morales *et al.* 2006 a y b).
2. El heno de buena calidad de pasto Transvala permite un mejor comportamiento productivo de los animales, debido al mayor contenido de nutrientes en este tipo de forrajes, lo cual se manifiesta en un mayor consumo y finalmente en mejores ganancias de peso. El heno de pasto Transvala puede ser de calidad superior al heno comercial, si se produce bajo condiciones de riego, se aplican fertilizantes, principalmente de tipo nitrogenado y si se controla la edad de rebrote a un promedio de 45 días.
3. Es importante destacar, tal como se indica en el objetivo del presente trabajo, que la estabulación de toretes con régimen alimenticio sólo con heno, como el realizado en el presente estudio, tuvo fines exclusivamente para probar y demostrar el impacto de la calidad del forraje sobre la producción animal. Por lo que en términos prácticos y comerciales, los animales estabulados deben recibir además de un forraje de buena calidad, otros ingredientes que les permitan obtener ganancias de peso muy superiores a las que se logran en sistemas bajo pastoreo.
4. Comercialmente, si se van a estabular animales, es porque se tiene el objetivo de producción sobre el kilo diario en ganancia de peso, con dietas balanceadas y de costos relativos aceptables, ya que la rentabilidad de este tipo de explotaciones es muy sensible a cambios de precio de los ingredientes y de venta de los animales.

LITERATURA CITADA

- Arthington, J. D.; Brown, W. F. 2005. Estimation of feeding value of four tropical species at two stages of maturity. *J. Anim. Sci.* 83:1726-1731.
- Coleman, S. W.; Barth, K. 1977. Utilization of supplemental NPN and energy sources by beef steers consuming low-protein hays. *J. Anim. Sci.* 45:1180-1187.
- Currier, T. A.; Bohnert, D. W.; Schauer, S. J.; Bartle, S. J. 2004. Daily and alternate day supplementation of urea or biuret to ruminants consuming low-quality forage: III. Effects on ruminal fermentation characteristics in stters. *J. Anim. Sci.* 82:1528-1535.
- Cherney, J. H.; Hall, M. H. 2008. Forage quality in perspectiva. *In: Forages. Agronomy Facts 30. Collage of Agricultural Sciences. Cooperative Extensión. PENNSTATE, 4 p.*
- Hancock, J. R.; Hargreaves, H. G. 1977. Precipitation, climate and potential for agricultural production Costa Rica. International Irrigation Center. Agricultural and Irrigation Engineering Dept. Utah State University. 50 p.
- Jung, H. G.; Allen, M. S. 1995. Characteristics of plant cell walls affecting intake and

- digestibility of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.* 73:2774 – 2790.
- Leng, R. A. 1990. Factors affecting the utilization of poor quality forages by ruminant animals, particularly under tropical conditions. *Nutrition Research Reviews.* 3:277-303.
- _____. 1993. Quantitative Ruminant Nutrition – A Green Science. *Aust. J. Agri. Research* 44:363 – 80.
- Lippke, H. 1980. Forage characteristics related to intake, digestibility and gain by ruminants. *J. Anim. Sci.*, vol 50, N°5.
- Morales, J. L.; Van Horn, H. H.; Moore, J. E. 1989. Dietary interaction of cane molasses with source of roughage: Intake and lactation effects. *J. Dairy Sci.* 72:2331-2338.
- _____. 2000. Primer periodo seco del milenio. *Revista Informativa del Comité de Educación y Bienestar Social.* Año XV, N° 104. p 6 y 7.
- _____; Acuña, V.; Cruz, A. 2003. Industrialización del heno de calidad en sistemas bajo riego en Costa Rica. *Imprenta Nacional. MAG. Costa Rica.* p. 77.
- _____; Cruz, A.; Acuña, V. 2006a. Efecto del estado de madurez y la fertilización nitrogenada sobre la producción y valor nutritivo del pasto transvala (*Digitaria decumbens* cv. Transvala) para henificación bajo condiciones de secano. *Alcances Tecnológicos.* Año IV, N° 1. p. 37-44.
- _____; Acuña, V.; Cruz, A. 2006b. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción y valor nutritivo del pasto Transvala (*Digitaria decumbens* cv. Transvala) para henificación, bajo condiciones de riego. *Alcances Tecnológicos.* Año IV, N° 1. p. 45-51.
- Puoli, J. R.; Jung, G. A.; Reid, R. L. 1991. Effects of nitrogen and sulphur on digestion and nutritive quality of warm-season grass hays for cattle and sheep. *J. Anim. Sci.* 69:843-852.
- SAS INSTITUTE (Statistical Analysis System Institute, USA). 1984. *SAS User's guide statistics.* SAS Inst., Cary, NC.sp.
- Titgemeyer, E. C.; Drouillard, J. S.; Greenwood, R. H.; Ringler, J. W.; Bindel, D. J.; Hunter R. D.; Nutsch, T. 2004. Effect of forage quality on digestion and performance responses of cattle to supplementation with cooked molasses blocks. *J. Anim. Sci.* 82:487-494.
- Van Soest, P. J. 1967. Development of a comprehensive system of feed. *Analyses and its application to forages.* *J. Anim. Sci.* 26:119.
- _____; 1983. *Nutritional Ecology of the Ruminant.* O. & B. Books. USA. sp.

NOTA TÉCNICA

PRODUCCIÓN DE ALMÁCIGOS DE CEBOLLA (*Allium cepa*) BAJO COBERTURA PLÁSTICA EN CAÑAS, GUANACASTE

Roberto Ramírez Matarrita¹, Jhonny Aguilar Rodríguez², Luis Meza Rodríguez²

RESUMEN

El estudio se efectuó en San Miguel de Cañas, Guanacaste, en el periodo comprendido entre octubre del 2006 y marzo del 2007. Se evaluaron dos diseños de túnel denominados 1M y 2M según su altura a la cresta, (con la finalidad de proteger los almácigos de cebolla del daño mecánico ocasionado por la lluvia) y un testigo a campo abierto. Las variables ambientales registradas mostraron que la temperatura del medio en los días soleados provoca dentro del túnel 1M un salto térmico de 3,2 °C con respecto a la temperatura externa, sin afectar fisiológicamente el cultivo. La humedad relativa se mantuvo similar en el interior de los diferentes túneles en relación con el medio externo, independientemente de la condición del día. La radiación procedente del sol disminuyó en un 50% en los días nublados en comparación con los días soleados. Los almácigos producidos en los túneles registraron las mayores tasas de sobrevivencia con un 90% para el tratamiento 1M, 68% para el 2M en comparación con un 10% del testigo en un lapso de 45 días. Las plántulas sembradas en el túnel 1M alcanzaron la mayor altura promedio con 24 cm y el mayor diámetro promedio de bulbo con 5,3 mm. El tratamiento 2M únicamente superó al 1M en el peso promedio por plántula; los valores que se obtuvieron fueron 0,72 g y 0,63 g respectivamente. Posteriormente a la cosecha de los almácigos, se estableció una parcela experimental con las plantas provenientes de los tratamientos de los túneles 1M, 2M y el testigo, las cuales se llevaron hasta la etapa de producción comercial. Los rendimientos fueron muy similares cercanos a los 7 kg/m² indiferentemente del origen del almácigo.

Palabras clave: ambiente protegido, almácigos, eficiencia productiva, cosecha, factores climáticos.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cebolla (*Allium cepa*) se ha venido desarrollando en Guanacaste, principalmente

en La Fortuna de Bagaces ubicada a una altitud de 800 msnm, donde se está obteniendo el 12% de la producción nacional (CNP 2004). También, recientemente se iniciaron nuevas experiencias en zonas con altitudes cercanas al nivel del mar, como en el cantón de Cañas, generando expectativas positivas debido a la alta productividad que se ha obtenido en los últimos dos años.

Este rubro ocupa el segundo lugar en importancia económica mundial dentro de las hortalizas, con una superficie de 2 116.797 hectáreas y una producción de 52,4 millones de toneladas, siendo China el mayor productor, seguido de E.U.A e India (FAO 2005).

Históricamente, los mejores precios de comercialización de la cebolla en Costa Rica, ocurren en el primer trimestre del año (enero, febrero y marzo) y a medio año (junio, julio y agosto),

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Costa Rica. Departamento de Investigación e Innovación. Área de Horticultura Protegida.

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Costa Rica. Departamento de Investigación e Innovación. Área de Riego y Drenaje.

por el desabastecimiento debido al desfase entre las cosechas veraneras y de inverniz. Esto motiva a los productores de Guanacaste para que fijen como meta de producción la primera ventana de comercialización. La duración de los almácigos en campo para esta región es de alrededor de 45 días, por lo tanto, para alcanzar este propósito, los semilleros se deben iniciar a finales de setiembre o a principios de octubre para trasplantar a mediados de noviembre y cosechar 90 días después, que es el tiempo necesario para el desarrollo y engrosamiento del bulbo del híbrido Yellow Granex en esta zona.

Uno de los principales problemas que enfrentan los agricultores para realizar el trasplante al inicio de la época seca, es la producción de almácigos de calidad en la época lluviosa. Las altas precipitaciones, características de esta estación, provocan pérdidas de más del 50% de la semilla que se siembra, principalmente por el efecto de la escorrentía y el daño mecánico de las gotas de lluvia, aumentando los costos de producción y reduciendo las áreas de siembra programadas. La escasa investigación e información disponible en fuentes bibliográficas que indiquen el efecto de las coberturas plásticas en el desarrollo de las plántulas de cebolla, ha hecho que esta técnica de producción no se haya generalizado en nuestro país.

Los plásticos utilizados en agricultura presentan la ventaja de ser ligeros, con buenas resistencias mecánicas, inalterables, inócuos, impermeables y transparentes a la luz (Castilla 2005). El film plástico más empleado en nuestro país es el polietileno de larga duración, debido a su buena transmisividad de la radiación solar. Según Tesi (2001) el polietileno con un espesor de 0,18 mm presenta una transmisividad en el rango PAR para radiación directa del 88 al 90%, para radiación difusa del 86% y para transmisividad del infrarrojo largo del 63 al 65%.

La radiación, temperatura y composición de la atmósfera son factores que pueden modificarse en el interior de una estructura con cobertura plástica, según la naturaleza y propiedades

del material de cerramiento, las condiciones de renovación de aire, la forma y dimensión del mismo; así como las posibilidades de evaporación del suelo (Berninger 1989). Durante los días soleados, la radiación solar en su mayor parte atraviesa la cubierta plástica del túnel y es absorbida por las plantas y el suelo mayoritariamente. Estos se calientan y remiten energía, en longitudes de onda dominantes de unas 10 micras, las cuales son interceptadas por el material de cubierta, produciendo un calentamiento en el interior de la estructura (gradiente térmico) conforme a la Ley Wien y que varía según las condiciones de ventilación y estanqueidad del aire (Castilla 2005).

El crecimiento y desarrollo de las plántulas de cebolla está influenciado por los diferentes factores ambientales (luz, temperatura y humedad del suelo) y agrotécnicos (calidad de la siembra, frecuencia y nivel de riego, trabajos culturales, etc.). Las temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo oscilan entre 10 y 25 °C y la formación del bulbo está influenciada por la duración de luz durante el día, por lo que la respuesta de la planta al fotoperiodo es una cualidad varietal (FAO 1992).

En condiciones del trópico las variaciones en la longitud del día son pequeñas, por lo que la formación del bulbo está más influenciada por la temperatura a que se encuentra sometida la planta, siempre y cuando se trate de materiales de día corto (FAO 1992). Según Corpeño (2004), las plántulas deben contar con cuatro a seis hojas verdaderas, 15 a 20 cm de altura y alrededor de 6 mm de diámetro en el cuello falso como parámetros de crecimiento aceptables para iniciar el trasplante del almácigo.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de dos alturas de túneles sobre el desarrollo fenológico, rendimiento y calidad en la producción de almácigos de cebolla en la época lluviosa y la importancia de estos en la producción comercial de bulbos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la finca el Cántaro ubicada en San Miguel de Cañas, Guanacaste, en

el periodo comprendido entre octubre del 2006 y marzo del 2007. El lugar se encuentra a 80 msnm dentro de la zona de vida Bosque Tropical Seco en las coordenadas Lambert norte 259 100 norte y 415 700 este.

El trabajo de investigación se dividió en dos etapas. En la primera se desarrolló la fase de almácigos donde se evaluó el efecto de la cobertura plástica en forma de túnel sobre el rendimiento y calidad de las plántulas de cebolla para trasplante. Para este fin se utilizaron tres tratamientos: el primero consistió en un túnel de 2 metros de altura a la cresta por 1,5 metros de ancho. El diseño fue en forma de capilla con aberturas laterales de 1,35 m entre el suelo y el borde del plástico. La estructura se construyó con tubo metálico, arcos de varilla lisa metálica de 3/8" de diámetro y plástico transparente de 0,15 mm de espesor, con 2,5 metros de ancho. El diseño se designó 2M.

El segundo tratamiento fue un túnel de un metro de altura a la cresta por 1,5 metros de ancho. El diseño fue en forma de capilla con aberturas laterales de 30 cm entre el suelo y el borde del plástico. La estructura se construyó con cable acerado y el plástico utilizado midió 2 metros de ancho, con un espesor de 0,15 mm. El diseño se designó 1M.

El tercer tratamiento fue una parcela testigo que no contó con cobertura plástica. Los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques al azar, con tres repeticiones. La unidad experimental fue de 38 g de semilla por tratamiento (equivalente a 8.246 semillas de cebolla), del híbrido Yellow Granex, sembrados a una densidad de seis a siete semillas por centímetro lineal. Cada bloque contó con un diseño de túnel de 3 metros de largo x 1,5 metros de ancho (1M y 2M) y una parcela testigo a campo abierto con igual dimensión. Las parcelas estuvieron constituidas por ocho líneas de siembra por surco, con una separación de 15 cm.

Para determinar las variables se tomó una muestra de plántulas en una área de 50 cm x 50 cm y se evaluó en el momento de la cosecha: número, peso (g), diámetro (mm) y altura

(cm) de plántulas de cebolla. Además, cada semana del periodo de duración del almácigo y a las 9 a.m., se monitorearon las variables ambientales: temperatura (°C) y humedad relativa (%) con un higrotermómetro digital Radio Shack y la luminosidad (lux) con un luxómetro EXTECH Instruments en el exterior e interior de los túneles a 0,8 m de altura del suelo .

La segunda fase del experimento se inició posterior a la cosecha de los almácigos. Se estableció una parcela con las plántulas provenientes de los tres tratamientos y de los tres bloques en forma aleatoria, con la finalidad de analizar el efecto de la protección del túnel en la obtención de los almácigos sobre la producción comercial. El modelo estadístico de los tratamientos estuvo dispuesto en bloques al azar con cuatro repeticiones y se utilizaron parcelas de 4 metros de largo por 1,2 metros de ancho, con ocho líneas de surco por parcela y 320 plantas por tratamiento. La separación de las plantas fue de 15 cm entre líneas de surco y 10 cm entre plantas. Para evaluar el ensayo las variables analizadas fueron: rendimiento productivo por unidad de área (kg/m²), clasificando las cebollas con base en el diámetro del bulbo (cm). El sistema de riego utilizado fue fertirriego, con tres líneas de cintas de polietileno por era y una descarga de 1,2 l/h.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de factores ambientales dentro y fuera del túnel

Temperatura del aire

La temperatura interior en el túnel de un metro de altura (1M), mostró un valor máximo de 37 °C, cuando la condición de día fue soleado (S.) con un predominio de la radiación directa, originando un salto térmico de 3,2 °C respecto a la temperatura ambiental; mientras que el túnel 2M en la misma condición de día registró 33,2 °C, valor muy cercano al de la temperatura ambiental (Cuadro 1). Como lo indica Castilla (2005), la renovación de aire interior por aire exterior conlleva una disminución de su contenido energético, es decir de su entalpía. El túnel 2M por contar con dos aberturas laterales

de 1,35 m de altura, tuvo un mayor potencial de renovación del aire, lo cual evidentemente le proporcionó más eficiencia para eliminar los excesos de calor originados por los efectos convectivo y radiactivo dentro de la estructura que el túnel 1M con 0,30 m.

Las temperaturas menores se registraron cuando la condición de día fue nublado (N.), obteniéndose en el interior del tratamiento 1M, 25,1 °C, mientras en el túnel 2M se registró 25,2 °C, contra 25 °C de la temperatura ambiental. La similitud de las temperaturas en los diferentes tratamientos, podría deberse a que en los días con alto índice de nubosidad, la intensidad de la radiación en sus diversas bandas llega a la tierra y disminuye debido a la dispersión de la luz por las nubes y gases de la atmósfera, por lo cual se da un almacenamiento térmico escaso (Berninger 1989), disminuyendo el gradiente térmico según la Ley de Wien, ya que la mayor parte de la energía es liberada por el cultivo y el suelo mediante longitudes de onda larga del infrarrojo.

Cuadro 1. Temperaturas del aire interior y exterior de los túneles registradas, durante los meses de octubre a noviembre del 2006. San Miguel de Cañas, Guanacaste, Costa Rica.

Medición	Condición del día	Temperatura		
		1M	2M	Testigo
1	P.N.	31,1	30,6	30,7
2	S.	37,0	33,2	33,8
3	P.N.	31,4	31,6	31,6
4	N.	25,1	25,2	25
5	P.N.	30,7	32,2	33,7

P.N.=Parcialmente nublado N.=Nublado S.=Soleado

En los días con condición parcialmente nublada (P.N.), en los tres tratamientos se registraron temperaturas intermedias cercanas a los 31 °C con pocas variaciones.

La parcialidad de las nubes en la atmósfera, genera una intermitencia en la reflexión y dispersión de la radiación proveniente del sol, modificando cuantitativa y cualitativamente el

flujo de energía que llega a la tierra, con lo cual se dan temperaturas mayores que en los días nublados pero menores que en los días soleados.

Humedad relativa

Como se aprecia en el Cuadro 2, la humedad relativa (H.R.) no tuvo variaciones importantes en los diferentes tratamientos, independientemente de la condición del día. La lectura máxima se registró en la medición número cuatro, con una condición de día nublado (N.), alcanzando el túnel 1M un valor de 81%, el 2M 79% y el testigo 80%. Cuando la temperatura decrece, la energía térmica es baja y existe una tendencia de la humedad del aire a alcanzar la saturación. La humedad ambiental no interviene directamente en la fotosíntesis, pero su papel es indirecto a través de su influencia en la apertura estomática. El cultivo de la cebolla como la mayoría de los cultivos C3, se desarrolla de manera óptima en humedades relativas del orden del 60 al 80%. Condiciones superiores pueden influir en el desarrollo de enfermedades si genera condensación de agua en las hojas, en cuyas gotas pueden germinar las esporas de los hongos (Castilla 2005).

Cuadro 2. Humedad relativa del aire interior y exterior de los túneles registrada en los meses de octubre a noviembre del 2006. San Miguel de Cañas, Guanacaste, Costa Rica.

Medición	Condición del día	Humedad Relativa (%)		
		1M	2M	Testigo
1	P.N.	70	68	67
2	S.	59	61	58
3	P.N.	65	59	61
4	N.	81	79	80
5	P.N.	60	58	58

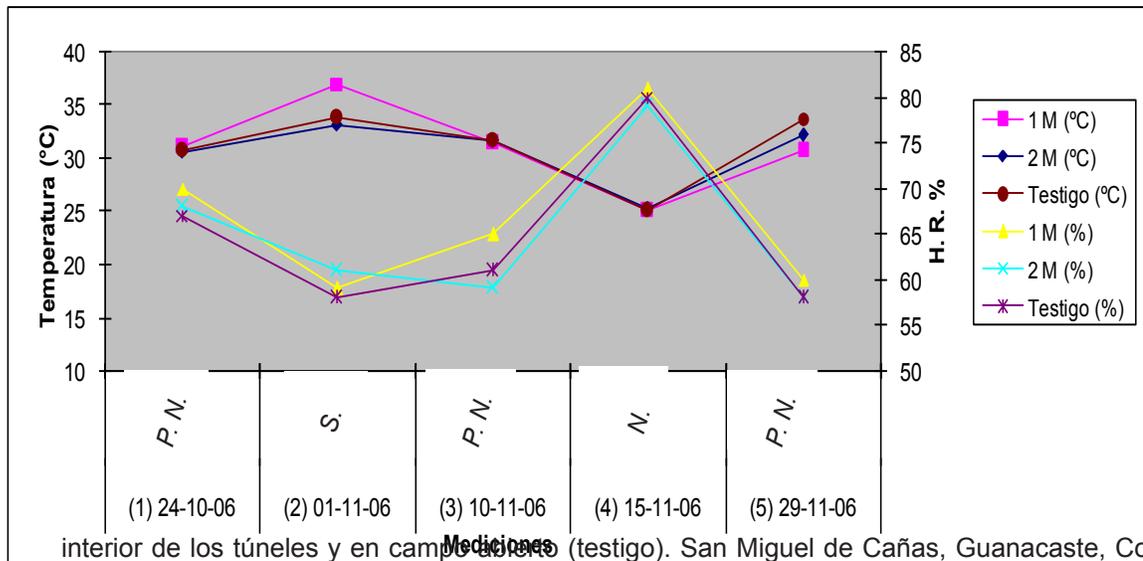
P.N.=Parcialmente nublado N.=Nublado S.=Soleado

La lectura menor se obtuvo con las mayores temperaturas (días soleados). Las diferencias fueron mínimas entre los tratamientos con valores de alrededor del 60% de humedad rela-

tiva (Figura 1). En condiciones adecuadas de suministro hídrico y en ausencia de problemas de salinidad, la fotosíntesis no es afectada por la humedad ambiental baja. En general, el desempeño de los túneles para remover los excesos de humedad fue aceptable, ya que no ocurrieron acumulaciones de vapor de agua en el interior de la estructura con respecto a la

higrometría del aire exterior, esto originó una escasa presión de organismos fitopatógenos en el cultivo.

Figura 1 Diferencias de temperaturas y humedades relativas registradas en el



interior de los túneles y en campo abierto (testigo). San Miguel de Cañas, Guanacaste, Costa Rica. 2007.

Luminosidad

El Cuadro 3 muestra los datos de luminosidad en lux. En las mediciones con condición de día

parcialmente nublado (P.N.) la radiación que se registró en el interior de los túneles fue similar a la que se obtuvo en el exterior, sobrepasando siempre los 19.000 lux. Según Langhams *et al.* (1997) el nivel de radiación adecuado para saturar el sistema fotosintético de muchas plantas tipo C3 como la cebolla, es de alrededor de los 21.600 lux / m² / s. Esto indica que, las condiciones de radiación donde se efectuó el ensayo (Cañas) son bastante altas, aún en días nublados.

En la época lluviosa prevalece la radiación difusa sobre la directa, la cual procede de todas las direcciones de la bóveda celeste, debido a las reflexiones, desviaciones y dispersiones provocadas por las nubes, gases y aerosoles de la atmósfera (Hanan 1998). Bajo estas circunstancias, la intensidad de la radiación so-

bre la superficie plástica disminuye considerablemente, por lo que la transmisibilidad de la cobertura plástica no influye significativamente en el interior de los túneles.

En la medición con una condición de día soleado (S.), donde predomina la radiación directa, el tratamiento 1M permitió una transmisión de radiación llegando al cultivo 67.300 lux, el tratamiento 2M registró una radiación de 65.500 lux y en campo abierto de 79.100 lux. Como era de esperar, se presentó una disminución de la transmisibilidad de la luz por efecto del espesor de la cobertura plástica en el interior de los túneles, alcanzando un 15% en el túnel 1M y un 17% en el 2M. Estos datos concuerdan con los citados por Tesi (2001), quien indica que en condiciones de alta luminosidad, la disminución de la transmisividad del polietileno

de larga duración con espesor de 0,18 mm en la banda PAR oscila entre 10 - 14% y para el infrarrojo largo en el orden del 35 - 37%.

Cuadro 3. Luminosidad (lux) en el interior y exterior de los túneles registrada en los meses de octubre a no-

viembre del 2006. San Miguel de Cañas, Guanacaste, Costa Rica.

Medición	Condición del día	Luminosidad (lux)		
		1M	2M	Testigo
1	P.N.	30.700	30.400	32.400
2	S.	67.300	65.500	79.100
3	P.N.	24.000	19.400	24.200
4	P.N.	50.400	41.500	53.000

P.N.= Parcialmente nublado S.=Soleado

Evaluación del desarrollo fenológico, rendimiento y calidad de almácigos de cebolla bajo protección de ambiente

con 67,3 plántulas y un 10% de sobrevivencia, presentando diferencias significativas con los tratamientos 1M y 2M.

Densidad de plántulas de cebolla por muestra

El tratamiento de túnel 1M, produjo el mayor número de plantas en la cosecha con un promedio de 618,3 plántulas y una tasa de sobrevivencia del 90%, seguido del tratamiento de túnel 2M que obtuvo 469 plántulas en la muestra y una tasa de sobrevivencia de 68% (Cuadro 4). De acuerdo con la prueba de Duncan, no se encontraron diferencias significativas para esta variable. El tratamiento con el menor rendimiento fue el testigo (campo abierto)

Los túneles demostraron ser un medio efectivo para proteger los semilleros del daño mecánico de la lluvia (efecto paraguas), aunque en el tratamiento 2M, debido a que contó con una abertura lateral de 1,35 m de altura, se presentaron daños en las líneas de surco de los bordes por alcance de la lluvia, lo que disminuyó el rendimiento con respecto al túnel 1M. En la parcela testigo las mayores pérdidas se dieron antes de la germinación, a causa del salpique de las gotas de lluvia y la escorrentía que expuso la semilla al ambiente.

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos sobre la cantidad de plántulas de cebolla cosechadas y tasa de sobrevivencia. San Miguel de Cañas, Guanacaste, Costa Rica. 2007.

Tratamiento	Número de plantas cosechadas (0,25 m ²)	Número de semillas sembradas (0,25 m ²)	Sobrevivencia (%)
1M	618,3 a	688	90
2M	469 a	688	68
Testigo	67,3 b	688	10

Letras distintas indican diferencias significativas (P≤0,05).

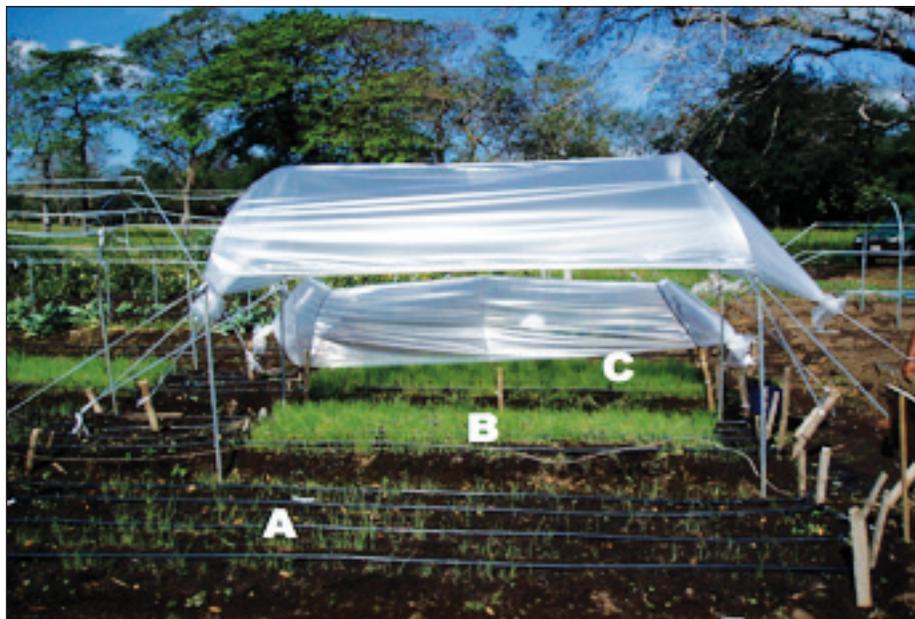


Figura 2. Estado fenológico de los almácigos de cebolla 40 días después de la siembra (A: testigo, B: 2M y C: 1M). San Miguel de Cañas, Guanacaste, Costa Rica. 2006.

Evaluación de las variables peso, altura de plántulas y diámetro de bulbo de cebolla

Al comparar el peso promedio de las plántulas muestreadas (Cuadro 5), se observa que el tratamiento de túnel 2M presentó el valor más alto con 0,72 g por plántula, mientras que en el tratamiento 1M fue de 0,63 g. Entre estos dos tratamientos no hubo diferencias significativas ($P \leq 0,05$). El testigo registró el menor peso en la muestra con un valor de 0,29 g por plántula, existiendo diferencias significativas con respecto al tratamiento 2M, pero sin diferir en forma significativa con el tratamiento 1M.

En el tratamiento 1M la altura promedio fue mayor que en el tratamiento 2M. No hubo diferencias significativas entre estos tratamientos ($P \leq 0,05$). Mientras tanto el testigo alcanzó una altura promedio de 13,3 cm, quedando muy rezagado en comparación con los tratamientos 1M y 2M, para los que se detectaron diferencias significativas.

En relación con el diámetro promedio de los bulbos no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos 1M y 2M, registrándose datos promedio de 5,3 mm para el

primero y 5 mm para el segundo. En el testigo se produjo un pobre desarrollo del bulbo, obteniendo un diámetro de 2,3 mm, muy por debajo de los valores de los tratamientos que se protegieron con cobertura plástica (según la prueba de Duncan $P \leq 0,05$).

Todos los elementos climáticos afectan de una u otra forma los cultivos, pero algunos autores señalan que la interacción entre la longitud del día y la temperatura influye en el desarrollo de las plantas de cebolla (FAO 1992). Aunque no existieron diferencias notorias en las temperaturas e irradiancia en el interior de los túneles con respecto al medio ambiente por prevalecer la radiación difusa, la disparidad en los promedios de las variables peso, altura y diámetro de bulbo producidos en los tratamientos 1M y 2M con respecto al testigo, pudo ocurrir por el hecho de que el suelo de la parcela de control al estar expuesto directamente a la intensidad de las lluvias, sufrió una mayor lixiviación y percolación de elementos nutritivos y lavado de bases; lo que contribuye a la pérdida de la fertilidad y biodiversidad del suelo, repercutiendo en el desarrollo fisiológico y crecimiento de las plantas (Orozco 1999).

Cuadro 5. Peso, altura y diámetro promedio de plántulas de cebolla obtenidos en la parcela experimental en la cosecha del ensayo. San Miguel de Cañas, Guanacaste, Costa Rica. 2007.

Tratamiento	Peso de plantas (g)	Altura de plantas (cm)	Diámetro de bulbos (mm)
1M	0,63 a b	24 a	5,3 a
2M	0,72 a	22,7 a	5,0 a
Testigo	0,29 b	13,3 b	2,3 b

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

Rendimiento productivo del cultivo de cebolla en campo

En lo que se refiere a la productividad por área (Cuadro 6), la mayor producción total por metro cuadrado se obtuvo de las plantas provenientes del túnel 1M ; siguiéndole las procedentes del túnel 2M y por último las del testigo, cuyo rendimiento fue el más bajo. Según la prueba de Duncan no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 6. Rendimiento de las parcelas de cebolla proveniente de los diferentes tratamientos de túneles. San Miguel de Cañas, Guanacaste, Costa Rica. 2007.

Tratamiento	Rendimiento (kg/m ²)
1M	7,98 a
2M	7,66 a
Testigo	6,81 a

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

De acuerdo con Amézquita (1997), una de las ventajas de utilizar la práctica conjunta de riego y fertilización (fertirriego) es la de facilitar la corrección rápida de síntomas carenciales, debido a que los nutrimentos al estar en forma soluble favorecen la asimilación de los mismos por parte de la planta. Esto evidencia que las plántulas

provenientes de la superficie expuesta al ambiente (testigo), aunque presentaron menor desarrollo vegetativo a la hora del trasplante, lograron expresar su potencial genético, obteniendo una producción muy similar a las alcanzadas en las parcelas cuyos almácigos fueron producidos bajo cobertura plástica.

El Cuadro 7 muestra el número y peso de los bulbos de cebolla seleccionados según el diámetro (calibre) y se aprecia que el testigo alcanzó el mayor número de bulbos con diámetros menores a cinco centímetros (segunda calidad) con 27,25 bulbos y un peso promedio de 37 g, seguido del tratamiento 1M que obtuvo 26,75 bulbos y un peso promedio de 37 g, sin que existiera diferencias significativas con el testigo ($P \leq 0,05$). El tratamiento 2M obtuvo el menor número de bulbos con 22,25 y un promedio en los pesos de 36 g. Según el análisis de varianza existen diferencias significativas para la variable número de bulbos con respecto a los tratamientos 1M y testigo.

En relación con los bulbos cuyos diámetros van de 5,1 cm y 10 cm (primera calidad), el tratamiento con la mayor cantidad fue el 1M, con 107,5 bulbos y un peso total en la muestra de 17,35 kg, promediando 160 g por planta. En este tratamiento el 90,6% de la producción predominó en esta categoría, muy similar a los tratamientos 2M con 90,9% y el testigo con 89,7%. La evaluación de las variables peso y número bulbos no produjo diferencias significativas entre los tratamientos.

En la categoría de los bulbos de cebolla con diámetros mayores a 10 cm (jumbo), los tratamientos 1M y 2M registraron la mayor cuantía con 2,25 y un peso promedio para el primero de 370 g y para el segundo de 390 g. En esta categoría se recolectó la menor cantidad de bulbos de toda la muestra representando un 4,3% para el tratamiento 1M, 4,8% para el 2M y 4,2% para el testigo. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

El diámetro del bulbo es muy importante en la comercialización de la cebolla, ya que de esto depende el precio de compra. En la actualidad

los bulbos de cebolla mejor cotizados son los que presentan diámetros entre 5 a 10 cm. Según la FAO (1992), el híbrido Yellow Granex puede lograr bulbos de mayor diámetro, cuando se desarrolla con condiciones ambientales y agrotécnicas favorables. Como se mencionó

anteriormente, las condiciones ambientales predominantes en la zona del estudio sumadas al manejo del riego y nutrición son óptimas para potenciar el desarrollo fenológico del cultivo, de ahí que alrededor del 90% de la producción que se obtuvo fue de primera calidad.

Cuadro 7. Número y peso de bulbos de cebolla seleccionados por diámetro. San Miguel de Cañas, Guanacaste, Costa Rica. 2007.

Tratamiento	Nº bulbos < 5 cm	Peso bulbos (kg) < 5 cm	Nº bulbos 5,1 - 10 cm	Peso bulbos (kg) 5,1 - 10 cm	Nº bulbos > 10 cm	Peso bulbos (kg) > 10 cm
1M	26,75 a	0,98 a	107,5 a	17,35 a	2,25 a	0,83 a
2M	22,25 b	0,8 a	105,75 a	16,7 a	2,25 a	0,88 a
Testigo	27,25 a	1,0 a	92 a	14,68 a	1,75 a	0,68 a

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

CONCLUSIONES

- De acuerdo con la época del año (octubre-noviembre) en que se realizó la evaluación de los parámetros ambientales de la investigación, la altura de la abertura lateral de los túneles, no ocasionó fluctuaciones importantes en la temperatura y humedad relativa interna cuando los días fueron parcial o totalmente nublados. En los días soleados, el túnel 1M no demostró ser tan eficiente en la renovación de aire como el 2M ya que presentó un salto térmico del orden de los 3,2 °C, sin que esto afectara negativamente el desarrollo fisiológico final de las plántulas de cebolla durante el ciclo de semilleros.
- El túnel de dos metros de altura a la cresta (2M), comprobó tener una excelente tasa de renovación de aire manteniendo la temperatura y humedad relativa muy similar a la ambiental, pero no fue tan eficiente en la contención del agua de lluvia, como sí ocurrió con el 1M, ya que penetró en las líneas de surco de los bordes, causando lavados en esas áreas.
- La radiación solar en el interior de los túneles disminuyó en un 15% en el tratamiento 1M y un 17% en el 2M en los días soleados por efecto del grosor de la cobertura plástica. En los días parcialmente nublados, donde prevalece la radiación difusa, no hubo un efecto perjudicial del plástico en la transmisión de luz. La intensidad lumínica aún en días con alta proporción de nubosidad, fue idónea para alcanzar la tasa de saturación fotosintética, lo que demuestra el potencial agroecológico de la zona para producir almácigos en la época lluviosa, trasplantarlos al inicio del verano y cosechar al final del primer trimestre del año.
- La protección de las plántulas de cebolla por medio de la cobertura plástica, contra el daño provocado por el salpique de las gotas de lluvia, lixiviación y escorrentía, tiene un efecto positivo sobre la actividad, al aumentar significativamente el porcentaje de sobrevivencia y conseguir una mayor precocidad en el desarrollo fisiológico de las plántulas, aunque esto no es determinante en el rendimiento final en campo.
- Las plantas procedentes de los almácigos producidos en túneles obtuvieron el mayor rendimiento productivo en campo, pero se comprobó cómo las plantas trasplantadas de la parcela testigo que estuvo expuesto al aire libre, el rendimiento fue muy similar

al de los tratamientos 1M y 2M, quedando evidente que el manejo agronómico que se le brinda al cultivo desde el trasplante hasta la cosecha es lo que define finalmente el rendimiento productivo.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados, el túnel que provee mayor protección contra el efecto de la lluvia es el que tiene una altura de un metro a la cresta y aberturas laterales de 30 cm (1M). Este modelo se puede utilizar de forma permanente durante toda la época lluviosa sin necesidad de estar abriendo y cerrando la cobertura plástica.

Para encontrar una altura idónea que mitigue la penetración de la lluvia y que a la vez no presente un salto térmico considerable que pueda afectar en un periodo prolongado de sequía en la época invernal, se debe continuar con el proceso de investigación que evalúe diferentes alturas y aberturas laterales para mejorar la eficiencia termodinámica del diseño.

LITERATURA CITADA

Alpi, A. Y.; Tognoni, F. 1999. Cultivo en invernadero. Madrid, España. Ediciones Mundi-prensa. 347 p.

Amezquita, E. 1997. Fertirrigación: Requerimientos de agua y nutrición de cultivos de flores. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá, Colombia. p. 107-126.

Berninger, E. 1989. Cultures florales de serre en zone méditerranéenne française: Eléments climatiques et physiologiques. París. Ed. INRA, PHN – Revue Horticole p. 34 – 37.

Castilla, N. 2005. Invernaderos de plástico. Madrid, España. Editorial Mundi-Prensa. p. 25-232.

CNP (Consejo Nacional de Producción, CR). 2004. Boletín # 5 de cebolla. (En línea). San José, Costa Rica. Consultado el 22 de abril del 2008. Disponible: http://www.mercanet.cnp.go.cr/SIM/Frutas_y_Vegetales/Históricos/Cebolla/2004/cebolla.

Corpeño, B. 2004. Manual de campo para la construcción y siembra de semilleros de cebolla. Centro de Inversión, Desarrollo y Exportación de Agronegocios (IDEA). El Salvador. p. 2-12.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT), 1992. Producción, poscosecha, procesamiento, y comercialización de ajo, cebolla y tomate. Editores. Juan Izquierdo, Gaetano Paltrinieri y Ciro Arias. Santiago, Chile. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. p. 135 -171.

_____. 2005. Base de datos FAOSTAT. (En línea). San José, Costa Rica. Consultado el 13 de mayo del 2008. Disponible en <http://www.apps.fao.org/default.htm>

Hanan, J. 1998. Greenhouses: Advanced technology for protected cultivation. Boca Raton. Florida. USA. Ed. CRC Press. 684 p.

Langhams, R.; Tibbitts, T. 1997. Plant growth chamber handbook. USA. Ed. Iowa State Univ. Press 240 p.

Orozco, J. 1999. Fertilizantes orgánicos y su aplicación en el cultivo del banano. Memorias del taller internacional Producción de Banano orgánico y o, ambientalmente. EARTH, Guácimo, Costa Rica. p. 82-88.

Tesi, R. 2001. Medios de protección para la hortofruticultura y el viverismo. Traductor: Mateo, J. M. Madrid. Ed. Mundi-Prensa. 43 p.

ANÁLISIS Y COMENTARIOS

GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN EL MARCO DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

Laura Ramírez Cartín ¹, Leonardo E. Cordero Jenkins ²

INTRODUCCIÓN

En el marco de la coyuntura actual del sector agropecuario mundial en general y del costarricense en particular, las condiciones están cambiando a un ritmo acelerado, a tal punto que el movimiento nuevo paradigma sostiene que ésta no es una época de cambio sino un cambio de época (De Souza *et al.* 2005). Los productores agropecuarios están enfrentando retos nunca antes vistos: nuevas regulaciones, certificaciones obligatorias, estándares altos de calidad, inocuidad, trazabilidad, amigabilidad con el ambiente, entre otros. Estos nuevos elementos obligan no sólo a un cambio tecnológico significativo, sino también a un cambio en la mentalidad de los productores, extensionistas e investigadores. Además, en el primer conversatorio del proyecto PLATICAR (INTA-FAO) sobre el estado de la extensión agrícola en Costa Rica, los participantes concluyeron que es necesario un cambio en los procesos de transferencia de tecnología agropecuaria. Un cambio que se está dando en la transferencia de tecnología, es el paso de procesos difusionistas, dirigistas y verticales a procesos participativos, constructivistas y horizontales, reconociendo que la transferencia de información no es suficiente para lograr la adopción tecnológica (que además tiene plazos muy largos (cinco a diez años). Son los procesos de generación de conocimiento y los cambios de actitud los que permitirán a los productores mantenerse viables en el mercado actual. Los procesos de adopción tecnológica son un tema en sí mismo y serán tratados en otra ocasión, el enfoque de este artículo es sobre una de las herramientas que están surgiendo con más fuerza para responder a las demandas de los productores respecto a la transferencia de tecnología: la gestión del conocimiento.

La **Gestión del conocimiento** (GC) (en inglés Knowledge Management) es un concepto aplicado en las organizaciones, que pretende transferir el conocimiento y experiencia existente entre sus miembros, de modo que pueda utilizarse como un recurso disponible para otros en la organización. La idea surgió en la década de 1950, siendo el trabajo de Drucker fundamental. Posteriormente, en la década de 1990, hubo una gran explosión de trabajos y desarrollo de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) para apoyar la GC, en lo que se llamó la primera generación de GC, muy tecnocéntri-

ca. Finalmente a inicios de la década del 2000, surgió una nueva corriente que toma en cuenta aspectos humanísticos como la comunicación, la pedagogía, el análisis sociocultural, etc., ésta es la segunda generación de GC y en este contexto se enmarca el presente trabajo (Frappaolo 2006)

Grant (1991) propone el uso adecuado de la información y, en especial, del conocimiento como la principal fuente de diferenciación en un mercado cada vez más competitivo y global.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Costa Rica. Teléfono 22 31 39 91. Correo electrónico: lauraramirez@platicar.go.cr

² Consultor Agromático. Servicios Agromáticos C.G.B. Teléfono 22 31 39 91. Correo electrónico: Leonardo.Cordero.Jenkins@gmail.com

Dentro de los recursos que cada organización posee, se pueden distinguir entre los recursos tangibles (capital, mano de obra y tierra) y los recursos intangibles o capacidades (mezcla de habilidades y conocimientos que la organización posee). Algunos investigadores sugieren que la principal ventaja organizativa proviene de la creación, obtención, almacenamiento y difusión del conocimiento (Nahapiet y Ghoshal 1998). Este proceso requiere técnicas para capturar, organizar y almacenar el conocimiento de los trabajadores, para transformarlo en un activo intelectual que preste beneficios y pueda compartirse.

Las organizaciones del futuro podrán adquirir y mantener ventajas competitivas mediante el uso adecuado de la información y, sobre todo, del conocimiento (Black y Synan 1997). El tipo de conocimiento que puede aportar ventajas competitivas a una organización abarca un rango muy amplio que incluye desde aquel que puede patentarse hasta el conocimiento sobre las necesidades de los clientes, pasando por el conocimiento que permite optimizar los procesos de producción. Si una organización desea ser competitiva de forma sostenida en el tiempo, deberá identificar, crear, almacenar, transmitir y utilizar en forma eficiente el conocimiento individual y colectivo de sus trabajadores con el fin de resolver problemas, mejorar procesos o servicios y, sobre todo, aprovechar nuevas oportunidades de negocio.

El Internet ha conducido a un aumento en la colaboración creativa, el aprendizaje electrónico, las discusiones en línea y el software de colaboración son ejemplos de los usos de la administración del conocimiento que apoyan su proceso.

En la GC las TIC juegan un papel muy importante, tanto en la obtención de los datos como en su análisis posterior y en la transmisión de la información resultante a diferentes agentes de la organización, por tanto, requiere de una serie de procesos (análisis de datos, transmisión de la información, entre otros.) convenientemente gestionados. Las TIC ayudan a potenciar la

comunicación, la colaboración y la búsqueda y generación de información y conocimiento. El objetivo más importante de la GC es conseguir un entorno de trabajo colaborativo y en el cual se promueva un constante aprendizaje (Frapaolo 2006). Todo modelo de GC estará típicamente basado en la codificación del conocimiento explícito y en la difusión y socialización del conocimiento tácito. La codificación se fundamenta en almacenar conocimiento explícito en bases de datos o sistemas expertos, de manera que éste pueda utilizarse posteriormente. La difusión y socialización del conocimiento tácito consiste en fomentar la comunicación entre los individuos que componen la organización a fin de que su conocimiento individual se vuelva colectivo (Edvardsson 2003).

El conocimiento es intrínseco a las personas y su generación ocurre como parte del proceso de interacción entre las mismas (Sveiby 1997). La información tiene poco valor por sí misma y sólo se convierte en conocimiento cuando es procesada por el cerebro humano. Aún así, no hay que perder de vista que la información, tanto la cuantitativa como la cualitativa, es una parte fundamental del conocimiento y, por tanto, gestionarla correctamente será condición necesaria si se desea llevar a cabo una GC de calidad.

Taxonomía del conocimiento

Conocimiento tácito: está en la mente de las personas. No es fácil de explicar. Es el fruto de la experiencia, de la sabiduría y forma parte de las experiencias de aprendizaje personales de cada individuo. Para transmitirlo es necesario el contacto personal entre quienes lo poseen y los que quieren acceder a éste. Este tipo de conocimiento puede encontrarse en los productos, extensionistas e investigadores por igual.

Conocimiento explícito: se representa por medio de materiales documentales, audiovisuales o digitales y puede ser estructurado, almacenado y distribuido. Para garantizar este tipo de conocimiento hay que garantizar su elaboración, captura, organización, almacena-

miento y difusión. Generalmente es asociado con extensionistas e investigadores y aquellos productores de avanzada.

Conocimiento implícito: una forma de conocimiento derivado de la descomposición cuidadosa y deliberada de ciertos elementos de conocimiento tácito en una serie de conjuntos de conocimientos explícitos cuantificables y codificables (Frappaolo 2006). Esta clase de conocimiento es resultado de los procesos de rescate del conocimiento de productores, extensionistas e investigadores.

Las tecnologías de información y comunicación permiten almacenar y distribuir conocimiento explícito. Es importante tomar conciencia de que las TIC han ayudado a ampliar el rango de lo que puede considerarse como conocimiento explícito: algunas formas de conocimiento que antes eran consideradas conocimiento tácito pasaron a ser conocimiento explícito gracias a las posibilidades que ofrecen las redes de comunicación, los archivos multimedia y las tecnologías audiovisuales.

El conocimiento explícito, es posible y conveniente almacenarlo en bases de datos, bases documentales, intranets/extranets y sistemas de información (Roldán 2000). El conocimiento tácito no es factible estructurarlo y almacenarlo, por lo que la mejor estrategia para gestionarlo será fomentar la creación de redes de colaboración entre las personas que componen la organización (sharing networks) e incluso con personas externas a la misma (Wenger *et al.* 2003). El conocimiento se fomenta en la práctica diaria del individuo y responde a sus necesidades, intereses y actitudes, según el contexto histórico – económico – social en que se desarrolla.

La GC ha demostrado ser de gran importancia en las empresas privadas (O'dell y Grayson 1998), recientemente se ha aplicado al desarrollo rural y a otras áreas de interés social, entre ellas a la transferencia de tecnología agropecuaria (Cordero 2007). El origen de la gestión de conocimiento es variado y dado que profesionales de muchas disciplinas han participa-

do, la definición de lo que se entiende por GC es aún motivo de polémica y hay tantas como participantes (O'dell y Grayson 1998, Edvardsson 2003, Frappaolo 2006); algunas disciplinas que le dieron origen son: la psicología, ciencias administrativas, ciencia organizacional, sociología, ingeniería de la producción. Sin embargo, la mayoría de las definiciones son similares en un punto: tienen un enfoque muy práctico del conocimiento, esto es, ¿cómo el conocimiento puede contribuir a la efectividad de la organización? (Hlupic *et al.* 2002). En la mayoría de los casos, el término se usa para referirse a una amplia gama de prácticas y enfoques organizacionales relacionadas con generar, capturar y diseminar conocimiento relevante para los negocios de la organización (World Bank 1998). Otros autores mencionan que la GC es un bien que puede almacenarse independiente del tiempo y el lugar, mientras otros la ven como algo de naturaleza social muy dependiente del contexto (Edvardsson 2003, Frappaolo 2006), éste es el concepto que se maneja en la plataforma PLATICAR (Cordero 2007).

Las organizaciones basadas en el conocimiento se caracterizan por generar, procesar y gestionar la información para transformarla en conocimiento. Entre sus objetivos deben encontrarse el desarrollo profesional y personal de sus miembros, la aplicación del máximo potencial de los profesionales y la continua innovación y mejora de productos y servicios.

En el sector agropecuario, hoy día la innovación tecnológica es alta y acelerada, el know-how se ha convertido en un factor estratégico del proceso de producción, y una de las inversiones más rentables de toda la economía.

La Plataforma Tecnológica, Información y Comunicación Agropecuaria y Rural (PLATICAR)

Con el fin de contribuir al mejoramiento de la productividad agrícola y la seguridad alimentaria, se desarrolló la Plataforma Tecnológica, Información y Comunicación Agropecuaria y Rural (PLATICAR), es una plataforma especializada en servicios de información y comunica-

ción en tecnología agropecuaria que articula la demanda y la oferta de conocimiento a nivel nacional y local. Se compone de Centros de Gestión de Conocimiento, metodologías de información y comunicación, herramientas TIC, espacios para el intercambio y generación de conocimiento y un portal Web (www.platicar.go.cr). El portal Web provee doce servicios interactivos, que permiten la articulación entre instituciones, organizaciones y productores y proporcionan información confiable, relevante y oportuna en línea. El objetivo de la Plataforma PLATICAR es ser un ente aglutinador de la transferencia de tecnología y GC agropecuarios. Es una solución innovadora, dinámica y accesible (busca disminuir la brecha digital) que resuelve problemas precisos de productores y le permiten interactuar con confianza y seguridad en su propio lenguaje. Así mismo, permite compartir y discutir criterios y conformar economías basadas en el conocimiento para lograr un sector agropecuario más competitivo y promover un salto cualitativo en el desarrollo del país.

PLATICAR, es una evolución de una estrategia difusionista a una estrategia de procesos de información y comunicación, con un fuerte apoyo de TIC, que utiliza el desarrollo participativo y el diálogo de saberes, donde los productores no sólo exponen y priorizan sus problemas sino que también participan activamente en la formulación de las soluciones en conjunto con los técnicos. Otra innovación, es la integración a la GC de la agromática y de la comunicación y TIC para el desarrollo como bases teóricas y prácticas (Cordero 2007).

Las actividades de información y comunicación tienen que desarrollarse a partir de objetivos de desarrollo específicos definidos en el contexto local en que trabaja un proyecto, p. e. un rubro, una cadena agroproductiva o una región, y dentro de este contexto, planificar el uso de la comunicación en todos sus elementos. A nivel local, es importante contemplar las TIC como medios que se integran al conjunto de otras herramientas convencionales de comunicación (radio, afiches, video, comunicación interpersonal, etc.) que vienen usando extensionistas

y promotores. Para que el uso de las TIC y en general de las actividades de información, sean realmente eficientes, tienen que integrarse en el marco de estrategias de comunicación para el desarrollo. Estas últimas también tienen que considerar elementos que requieren atención específica como la infraestructura de telecomunicaciones existente, el acceso a servicios electrónicos de comunicación, y la capacidad de los usuarios de manejar dichos servicios (Cordero 2007).

La Comunicación para el Desarrollo

Es el uso planificado y participativo de procesos, métodos e instrumentos de comunicación que facilitan informaciones, conocimientos y conductas en función de objetivos de desarrollo compartidos entre todos los actores (Acunzo 2007). El enfoque de comunicación para el desarrollo integra el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y de otros medios para aplicarlos en el marco de propuestas de desarrollo viables para los productores rurales. La comunicación para el desarrollo permite procesar informaciones y contenidos técnicos en forma de mensajes adecuados, y compartir conocimientos a través del uso participativo de medios y canales de comunicación de acuerdo con las características de la audiencia. En este marco, se desarrollan procesos de información y comunicación pedagógica que permiten apoyar los procesos de investigación y transferencia tecnológica, permitiendo la co-creación del conocimiento entre especialistas y usuarios, y una comunicación de doble vía, según las condiciones, necesidades y oportunidades reales del mundo rural. En este marco los productores se consideran como usuarios activos de servicios de información y comunicación y no como “beneficiarios” únicamente.

La Plataforma PLATICAR promueve la Gestión de Conocimiento ya que:

- La información, los medios y la pedagogía no son suficientes para la apropiación del conocimiento tecnológico, debe participar el conocimiento y las metodologías asociadas a su gestión como parte integral del proceso.

- Para interpretar adecuadamente la información tecnológica que se está dinamizando, es necesario el conocimiento tácito o implícito, el cual no siempre es considerado en las actividades de capacitación y debe contarse con una metodología que sistematice éste y otros aspectos.
- La tecnología agropecuaria tiene que contextualizarse, no puede aislarse del entorno en el que se va a aplicar.
- Los productores y técnicos tienen un conocimiento empírico basado en su experiencia que mediatiza la información que PLATICAR dinamiza. Además, tienen conocimiento e información que no están documentados y por tanto no se comparten o se pierden con el tiempo.

La misión de PLATICAR es contribuir a la apropiación del conocimiento tecnológico y articular con otras instancias que se ocupan de los otros aspectos implicados en la adopción tecnológica. PLATICAR no actúa aisladamente, sino dentro de un contexto y un marco operativo mucho más amplio que coordina instituciones e iniciativas para conformar un sistema que promueva adopción tecnológica en los pequeños y medianos productores y así mejorar su competitividad, sostenibilidad y calidad de vida. Los procesos de I/C son parte de la gestión de conocimiento, pero que a su vez la GC va un paso más allá con sus propias metodologías y herramientas que conforman una infraestructura de soporte para los procesos de GC (O'dell y Grayson 1998, Tiwana 2002, Figallo y Rhine 2002, Rubenstein y Geisler 2003).

En PLATICAR, el énfasis de la GC está en cómo hacer que los pequeños y medianos productores puedan adquirir tecnologías limpias que conviertan a sus unidades de producción en empresas competitivas, sostenibles, amigables con el ambiente. La gestión de conocimiento es un medio y no un fin, toda la infraestructura propuesta está en función de la apropiación del conocimiento de las tecnologías agropecuarias por parte de los productores.

Al igual que la GC, la agromática se ha aplicado principalmente en las empresas privadas

y solo recientemente a los sistemas con proyección social, siendo la Plataforma PLATICAR uno de los pioneros en latinoamérica y su uso una de las innovaciones. El enfoque agromático es holístico y no se reduce únicamente a los aspectos tecnológicos, su base teórica es la agroecología y por tanto se ve a la unidad de producción dentro de un contexto no sólo ecológico sino social, cultural, humano, organizacional, económico, tecnológico y político, éste es el enfoque adoptado por PLATICAR (Cordero 2007). La visión de la GC no se limita a la transferencia y al conocimiento explícito, al igual que en la comunicación para el desarrollo, el conocimiento tácito o implícito y la interacción de las personas, es lo que genera nuevo conocimiento a partir del conocimiento explícito. Además se promueve un cambio de paradigma reflejado en un cambio en las Capacidades, la Actitud, las Destrezas y las Prácticas (CADP), de modo que las personas sean capaces de tomar mejores decisiones.

En PLATICAR se considera que la GC es un acto social e individual, ésta es una diferencia con otras propuestas de gestión de conocimiento; su importancia radica en que la plataforma debe apoyar este tipo de procesos (Cordero 2007). Otro aspecto de la GC, es que el conocimiento evoluciona y se adapta en el tiempo, así que corre el riesgo de la obsolescencia, algunas veces muy rápido (Edvardsson 2003).

La GC tiene dos lados, el lado soft, que incluye los temas de la estructura y el comportamiento organizacional y el lado hard, que incluye la infraestructura tecnológica (Tiwana 2002, Hluipic *et al.* 2002). Por lo anterior, no es suficiente el enfoque tecnológico de la GC, es necesario que exista una estrategia de la GC (O'dell y Greyson 1998, Tiwana 2002, Figallo y Rhine 2002, Rubenstein y Geisler 2003, Edvardsson 2003), en particular una estrategia cultural que enfatice la estructura organizacional (en este caso las redes formales y las alianzas), la visión estratégica, la cultura informática y del conocimiento y la participación de los actores, en particular, productores y extensionistas mediante su empoderamiento.

Para lograr esta GC se concibe un sistema con los siguientes componentes:

Contenidos: son las tecnologías agropecuarias generadas por los centros de investigación y el conocimiento tácito o implícito de los productores y técnicos, así como datos e información conexas.

Herramientas y metodologías para:

- a. Captura del conocimiento: tiene que ver con el conocimiento tácito de los productores y técnicos, la realimentación y la recuperación de las lecciones aprendidas y del nuevo conocimiento generado por los procesos de GC.
- b. Procesos de Información y Comunicación: que dinamizan la información y ponen en contacto a los diferentes actores de la plataforma (productores, extensionistas e investigadores).
- c. Facilitación: de manera que se optimicen los talleres, encuentros, lluvias de ideas, etc.
- d. Pedagogía: para capacitación, usando los mejores recursos, medios y TIC aplicables a las circunstancias en las que se desarrollan los procesos de GC.
- e. Mediación: estas metodologías son fundamentales para que las tecnologías y otros conocimientos sean presentadas de manera adecuada a los actores y se maximice su apropiación. Incluye además la mediación para la Web (Preece y Price 2002).

Talento humano: este pilar es medular a toda la plataforma, es quien le da vida y sentido, son los gestores de conocimiento capacitados en el uso de las herramientas y metodologías, así como en la dinamización de los contenidos y el uso de las TIC que dan soporte a todo el proceso. PLATICAR se encarga de desarrollar formadores de formadores y gestores de conocimiento. La expectativa es que los extensionistas, investigadores, productores líderes y técnicos de las organizaciones de productores, lleguen a ser los gestores de conocimiento.

Centros de Gestión de Conocimiento (GECO) y espacios presenciales:

son los lugares físicos donde ocurren los procesos de GC, lugares de encuentro entre los actores, donde ocurre el diálogo de saberes. Es importante hacer notar que el diálogo de saberes no termina o se da exclusivamente en estos espacios físicos, también continúa u ocurre en los espacios virtuales facilitados por las TIC, en particular el portal de servicios de PLATICAR, además las interacciones se dan por los medios tradicionales como teléfono, fax, correspondencia, entre otros. Junto con las TIC está la infraestructura de soporte para los procesos de gestión de conocimiento.

Tecnologías de Información y Comunicación:

son las encargadas de facilitar la organización, almacenamiento, búsqueda, difusión y gestión de los contenidos y el conocimiento dinamizado por la plataforma, facilitan las interacciones entre los actores cerrando distancias, la creación de medios, la captura del conocimiento y dan soporte a las redes formales que se hayan creado y a los procesos de gestión de conocimiento. No substituyen a los medios de comunicación tradicionales, los complementan. Junto con los Centros GECO y los espacios presenciales, son la infraestructura de soporte para los procesos de GC. Entre sus componentes están: Portal de servicios de I/C Web (www.platicar.go.cr), es la parte más visible de la Plataforma PLATICAR, no sólo pone a disposición de los actores la información, sino que brinda servicios de comunicación y también de GC. La infraestructura telemática da soporte a toda la comunicación remota y a las redes formales junto con el portal Web (Cordeiro 2007).

En el ámbito político la Plataforma PLATICAR no existe por sí sólo, es la plataforma de transferencia de tecnología agropecuaria del INTA, sin duda que la práctica de PLATICAR va a permitir ajustar las políticas de transferencia de tecnología del INTA, las cuales son fundamentales para la sostenibilidad de PLATICAR y su accionar efectivo. En PLATICAR, la GC

también se enfoca desde las cadenas de valor, ya que se trata de procesos en el tiempo. Este proceso no es estático, cambia y se adapta con el tiempo, además, es un proceso que se realimenta, lo cual es fundamental para que toda la plataforma se mantenga vigente y relevante adaptándose a las necesidades reales de sus actores. PLATICAR aspira a convertirse en una plataforma de GC para hacer efectiva la transferencia de tecnología. Las TIC, en particular el portal de servicios Web, es sólo un componente entre los de toda la plataforma, aunque es muy importante. La propuesta de PLATICAR es integral, innovadora y requiere de una buena infraestructura de soporte para que la gestión de conocimiento tenga una buena cobertura e impacto a nivel nacional e internacional.

LITERATURA CONSULTADA

- Acunzo, M. 2007. "Información y Comunicación para la investigación y la transferencia de tecnología: la experiencia de PLATICAR". Servicio de la Investigación y Extensión Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Documento del proyecto PLATICAR. San José, Costa Rica. 10 p.
- Black, D.; Synan, C. 1997. "The learning organization: the sixth discipline". *Management Accounting*. 75 (10):70-72.
- Cordero, L. 2007. Gestión del conocimiento. Una revisión aplicada a PLATICAR. Documento del proyecto PLATICAR. San José, Costa Rica. 13 p.
- De Souza Silva, J. *et al.* 2005. La innovación de la innovación institucional: de lo universal, mecánico y neutral a lo contextual, interactivo y ético. *Red Nuevo Paradigma para la Innovación Institucional en América Latina*. IFPRI-ISNAR. Quito, Ecuador. 370 p.
- Edvardsson, I. 2003. Knowledge Management and Creative HRM. Occasional Paper 14. Department of Human Resource Management, University of Strathclyde. Glasgow, Escocia, Reino Unido de Gran Bretaña. 19 p. Disponible en http://www.strath.ac.uk/media/media_61995_en.pdf
- Frappaolo, C. 2006. Knowledge Management. 2º ed. Capstone. EE. UU. 142 p.
- Figallo, C.; Rhine, N. 2002. Building the Knowledge Management Network: Best Practices, Tools, and Techniques for Putting Conversation to Work. Wiley. EE.UU. 368 p.
- Grant, R. 1991. "The resource-based theory of competitive advantage: implications for strategy formulation". *California Management Review*. 33 (3):114-135.
- Hlupic, V.; Pouloudi, A.; Rzevski, G. 2002. Towards an Integrated Approach to Knowledge Management: "Hard", "Soft" and "Abstract" Issues. *Knowledge and Process Management*. 9 (2):90-102.
- Nahapiet, J.; Ghoshal, S. 1998. «Social capital, intellectual capital, and the organizational advantage». *Academy of Management Review*. 23 (2):242-266.
- O' dell, C.; Greyson, C. 1998. If Only We Knew What We Know: The Transfer of Internal Knowledge and Best Practice. Free Press. EE. UU. A. 256 p.
- Price J.; Price, L. 2002. Texto vivo. Escribir para la web. Trad. López A., J. Pearson Educación S. A. Madrid, España. 576 p.
- Roldán, J. 2000. "Sistemas de información ejecutivos (EIS): Un estudio descriptivo sobre la situación en España". *La Empresa del Siglo XXI: Finanzas, Tecnologías y Sistemas de Información*. Colección 237-264.

- Rubenstein, A.; Geisler, E. 2003. Installing and Managing Workable Knowledge Management Systems. Praeger Publishers. 240 p.
- Sveiby, K. 1997. The new organizational wealth: managing and measuring knowledge-based assets. Brisbane: Berrett Koehler. sp.
- Tiwana, A. 2002. Knowledge management toolkit. The practical techniques for building a knowledge management system. 2 Ed. Prentice Hall PTR. Nueva Jersey, EE.UU. 416 p.
- Wenger, E.; McDermott, R.; Snyder, W. 2003. Cultivating Communities of Practice. Harvard Business School Press. EE.UU. 352 p.
- World Bank. 1998. What is knowledge management? A background to the World Development Report. Washington DC, EE. UU. sp.

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

ASPECTOS GENERALES

1. La edición de la revista es una de las actividades relevantes de Transferencia, por lo que se publicará un número por año.
2. Únicamente se aceptarán aquellos artículos que no hayan sido publicados en otra(s) revista(s).
3. La revista tiene carácter técnico - científico y en ella se publican:
 - a- Artículos científicos resultado de trabajos originales e inéditos de investigación (básica, aplicada), que a juicio del Comité Editorial tengan mérito científico o técnico.
 - b- Noticias técnicas (notas técnicas, avances de investigación, validación, etc.).
 - c- Análisis y comentarios sobre temas especializados.
 - d- Revisiones bibliográficas.
4. Cada documento que se acepta, se registra en una base de datos donde se detalla el título del trabajo, el nombre del (la) autor (a), la fecha de recibo, la fecha de entrega al Comité Editorial, el nombre del revisor y las correspondientes fecha de entrega y recibo, fechas de entrega y recibido por el (la) autor (a) con las observaciones provenientes de los revisores.
5. Se puede utilizar el correo electrónico para el envío de documentos, pero no sustituye que el (la) responsable del seguimiento de los documentos por parte del DTEI debe hacer entrega en papel de la boleta que acompaña los documentos con su respectiva firma de recibido, esto para los (as) revisores (as) y autores (as) nacionales, (se adjunta la boleta), siempre que sea posible. En caso de encontrarse muy distante al (la) revisor(a) u autor (a) se le solicitará el envío de la boleta por fax con las observaciones y debidamente firmada.
6. Una vez que el documento es recibido por el Departamento de Transferencia e Información Tecnológica, se envía una copia al Comité Editorial, quien le asigna un (a) revisor(a) interno (a) de la institución para su primera corrección. Este (a) revisor (a) dispone de un mes para hacer las observaciones y devolverlo al Editor o Editora.

PROCEDIMIENTOS

1. La aceptación o no de los escritos será de acuerdo con las normas y procedimientos para publicar artículos científicos y es competencia del Comité Editorial.
2. El (la) autor (a) entrega el documento al responsable (editor o editora) del Departamento de Transferencia e Información Tecnológica (DTEI), quien llena una boleta de recibido del documento.
3. El editor o editora revisa que el documento contenga la estructura (los componentes) que fue solicitada. En caso de estar incompleto se devuelve al autor con una carta indicando lo que se debe corregir.
7. El (la) responsable del Departamento de Transferencia e Información Tecnológica cuenta con ocho días hábiles para enviarle al autor el documento a fin de que introduzca las observaciones del revisor en el documento y paralelamente le hace una segunda revisión. El (la) autor (a) dispone también de 15 días hábiles para devolver el documento corregido.

El (la) responsable del Departamento de Transferencia e Información Tecnológica cuenta con un mes para enviarlo a los (as) revisores (as) externos e internos. Los revisores internos tendrán un plazo máximo de un mes para entregar la publicación revisada con un informe escrito de la misma. A los revisores externos se les sugerirá el mismo tiempo para revisarlo.

Cuando el artículo es devuelto por los revisores, la editora o el editor tiene ocho días hábiles para hacerlo llegar a los autores con una nota en la que se indican las correcciones respectivas. Por su parte, los (as) autores (as) contarán con un plazo máximo de 15 días hábiles para hacer las correcciones y devolverlo, a la editora o al editor.

8. Los artículos científicos deben tener una extensión máxima de 20 páginas escritas a doble espacio. Las notas técnicas deben tener una extensión no mayor de 12 páginas escritas a doble espacio.

Se debe presentar un original y tres copias en hojas de papel bond tamaño carta y el texto grabado en formato digital, escrito en Word con letra Arial No 12. Los gráficos y cuadros deben aparecer en Excel con sus respectivas tablas de valores.

9. En la redacción de los artículos se deben utilizar las Normas de la Real Academia de la Lengua Española, las unidades de medida del Sistema Métrico Decimal y las simbologías escritas de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Las unidades en su abreviatura no llevan punto, se escriben con minúscula y no tienen plural. (PCCMCA 2006). Por ejemplo, se escribe igual 1 ha o 25 ha y no 25 has.; 0,5 m o 93 m y no 93 mts.

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

compuestos químicos (como por ejemplo: NaOH, NaCl). Cuando las unidades no están precedidas por un número, se expresan por su nombre completo sin utilizar su abreviatura. Por ejemplo: metro en lugar de m.

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

En el caso de los números del cero al nueve, cuando no van seguidos de unidades, se escriben con palabra; y números para valores iguales o mayores a diez (UCR 1999).

10. Cuando los plaguicidas se citan en el título y texto se debe utilizar sólo el nombre genérico de los productos (Ejemplos: terbufos, cletodim) y que se encuentren debidamente registrados y su uso aprobado para el cultivo en Costa Rica (registrados en el Servicio Fitosanitario del Estado. Web: www.proteccionnet.go.cr). No se acepta el uso de nombres comerciales; ni el nombre de casas comerciales o productoras de insumos agropecuarios.

ESTRUCTURA DE LOS ARTÍCULOS

Título: tiene que ser claro, breve y conciso y lo más informativo posible. No más de 15 palabras es aceptable. Debe indicar el contenido del artículo de manera suficientemente explícita y precisa (MAG 1990).

Indicar con un "1" con una nota al pie de página, si el trabajo fue parte de una tesis, proyecto, etc.

En él se deben incluir los nombres científicos de las plantas y animales u otros organismos considerados en el estudio (UCR 1999).

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

Título resumido: en el encabezado de página se presenta el título resumido del trabajo. Cada autor debe incluir el título resumido de su trabajo, el cual no debe exceder de diez palabras.

Autor(es): se considera (n) autor (es), el (los) individuo (s) (autor (es) personal (es), o entidad (es), institución (es), asociación (es), organización (es), sociedad (es), autor (es) corporativo (s), responsable (s) de los contenidos intelectuales de las publicaciones.

El orden en el que se mencionan va de acuerdo con su contribución y aportes en la investigación y se colocan al margen superior derecho, debajo del título. Incluye el nombre completo y los apellidos, con una nota al pie de página indicando la institución para la cual labora (n) el (los) autor (es). Se omiten los grados académicos del (los) autor (es). Si el (los) autor (es) lo desea (n) puede (n) indicar en la nota al pie de página, su grado académico, la dirección del correo electrónico.

Resumen: se coloca después del nombre de los autores y emite en forma concisa el mensaje del artículo, describiendo brevemente los materiales y condiciones más relevantes del experimento. Debe indicar el año y lugar, los resultados obtenidos y las conclusiones más importantes. Las oraciones usadas deben ser racionales, objetivas y justificar el por qué de la investigación y el objetivo, evitando describir directamente los materiales y los métodos. La extensión no debe exceder de 250 palabras.

Introducción: define el problema que motiva la investigación y al final de esta sección se indican los objetivos o razones del estudio. Pueden incluirse citas bibliográficas para ayudar a la definición del problema y del trabajo. Se recomienda que su extensión sea de aproximadamente 350 palabras (MAG 1990). Toda la información debe estar respaldada con citas bibliográficas.

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

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

En la discusión es preferible no abusar de la estadística, es para ser usada como una herramienta para probar la(s) hipótesis propuesta(s), con una base objetiva. Se debe suministrar la significancia de las pruebas.

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

En la “Discusión” se debe explicar hasta qué punto los resultados obtenidos contribuyen a la solución del problema (limitantes) y qué puede traducirse en recomendaciones, aplicaciones, sugerencias, hipótesis, etc. (MAG 1990).

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

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (LITERATURA CITADA)

La lista de la literatura citada debe estar conformada por no menos de diez citas bibliográficas y deben ser recientes.

Resumen de Normas Técnicas para la redacción de referencias bibliográficas. En IICA y CATIE (1999) se define la Referencia Bibliográfica como el conjunto de elementos suficientemente detallados que permiten la identificación de la fuente documental (impresa o no) de la que se extrae la información.

En términos generales esos elementos son: Autor, Año de publicación, Título y Subtítulo, Información sobre el documento, tal como notas tipográficas, volumen y número de revista, entre otros, y el orden y especificación varían según el tipo de documento: libro, revista serie, documento electrónico y otros.

A continuación se citan algunos ejemplos tomados de este documento. Si existiera, dudas sobre la forma de citarlos, la información se encuentra en la dirección electrónica <http://www.iica.int> luego dar click en bibliotecas y aquí en Biblioteca Commemorativa Orton y cuando aparece Servicios dar click en Herramientas de Trabajo.

1. Libros y Folletos

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

Los elementos son:

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

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

2. Tesis

Los elementos son:

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

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

3. Conferencias, Congresos, Reuniones, etc

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

Los elementos son:

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

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

4. Analíticas

A. Obra colectiva

Es la referencia biográfica de un trabajo escrito por un autor en un documento editado o compilado por otro(s) autor(es) tal y como es el caso de las conferencias, reuniones o congresos.

Los elementos son:

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

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

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

B. Trabajo de un autor en su propia obra

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

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

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

Mugabe, J; Otieno-Odek, J. 1997. National access regimes: capacity building and policy reforms. *In*: Mugabe, J; Barber, CV; Henne, G; Glowka, L. eds. Access to genetic resources. Nairobi, ACTC. p. 95-41.

5. Publicación Periódica

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

A. Revistas

Elementos:

Autor(es). Año de publicación. Título del artículo. Nombre de la revista Volumen de la revista (Número de la revista): página inicial y final del artículo. El volumen y el número se mencionan en números arábigos.

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

a. Sin Volumen y sin número

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

Powles, H. 1987. Fencing off fish. Caribbean Farming feb. 1987. 13, 21.

b. Con Volumen sin número

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

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

c. Sin Volumen con número

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

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

B. Periódicos o diarios

Elementos:

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

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

C. Separatas

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

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

6. Materiales cartográficos

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

Elementos:

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

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

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

7. Material Audiovisual

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

Elementos:

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

A. Microficha

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

B. Diapositiva

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

C. Videocinta

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

8. Documentos Electrónicos

Actualmente en forma electrónica se encuentran monografías, publicaciones periódicas, mensajes, conferencias, reuniones, bases de datos, programas de computadora, entre otros.

Por tanto, se seguirán las normas establecidas para cada uno de ellos y además se incluirán otros elementos que permitan identificar el medio en que están disponibles (en línea, disco compacto, disquetes, mensajes electrónicos, cintas magnéticas y otros).

Elementos:

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

A. En línea

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

a. Libros

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

b. Revistas

Rodríguez, I. 1999. Tratamientos del agua potable, (en línea). Globo Terráqueo No. 20610. Consultado 10 set. 1999. Disponible en <http://www.interbook.net/personal/jigonzaes1set99.htm>

c. Base de datos

Fundación Arias para la paz y el progreso humano, CR. 1998. Ceiba: base de datos ONG centroamericanas (en línea). San José, CR. Consultado 15 ene. 1998. Disponible en <http://www.arias.or.cr/ceiba>

d. Correo electrónico

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

e. Disco compacto

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

f. En disquete

Los tamaños estándares comunes son: 5 ¼ x 8 pulgadas y 3 ½ pulgadas.

CIFOR (Centro para la Investigación Forestal Internacional, ID); CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1997. Manejo del bosque natural latifoliado en el Trópico Americano. Turrialba, CR., Biblioteca Conmemorativa Orton. 1 disquete HD. 3 ½ pulgadas (Serie Bibliotecología y Documentación. Bibliografía no. 26).

9. Comunicaciones Personales

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

Elementos:

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

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

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

10. Notas

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

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

A. Notas de contenido

Las notas de contenido dan información específica complementaria sobre el contenido de determinado documento con el fin de aclarar su alcance. Se registran a continuación de la cita bibliográfica.

Castillo Villalobos, E. 1990. Plantas ornamentales de follaje. San José, CR, Fertica. 40 p. *Dracaena fragrans* p. 25.

B. Notas sobre las características específicas de la publicación

a. Trabajo citado por otro autor

Para hacer mención de un trabajo citado por otro(s) autor (es) en caso que el original no está disponible para consultarlo directamente, la referencia bibliográfica se redacta según el tipo de documento y la entrada se hace por el autor de la fuente secundaria en la cual se menciona el trabajo original. Para registrar la paginación se usa(n) la(s) página(s) específica(s) donde se hace dicha mención. A continuación se incluye la referencia del documento original, antecedido de la frase Fuente original:

Kaimowitz, D; Angelsen, A. 1998. Economic models of tropical deforestation: a review. Bogor, ID, CIFOR. p. 8. Fuente original: Lambin, EF. 1997. Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. *Progress in Physical Geography*. 21:375-393.

b. Resumen consultado

En caso que sólo se consulte el resumen en una fuente primaria, se indica la nota Sólo resumen al final de la referencia.

Roveratti, DS; Moraes, WBC. 1989. Control alternativo da ferrugem do cafeeiro no campo por *Bacillus thuringiensis* comercial. *Arquivos do Instituto Biológico* 56(Supl.):37. Sólo resumen.

c. Publicado en más de una fuente

Cuando un trabajo ha sido publicado en varias fuentes, se sugiere citar los documentos por orden cronológico con la nota también en :

Cook, RTA; Pereira, JL. 1976. Strains of *Colletotrichum coffeanum*, the causal agent of coffee berry disease, tolerant to Benzimidazole compounds in Kenya. *Annals of Applied Biology* 83(3):365-379. También en: *Kenya Coffee* 42(491):63-76. 1977.

En el caso de un trabajo publicado en una revista o monografía, que también se presentó en una conferencia, reunión o evento, se anota la referencia del documento disponible, seguida de la frase Presentado en:, indicando la otra fuente alternativa.

Mayorga, A; Coto Royo, L. 1997. Hacia la biblioteca agrícola del Siglo XXI. Turrialba, CR, CATTIE. 9 p. Presentado en: Congreso Internacional sobre Información Electrónica y Bibliotecas Digitales(Heredia, CR, 1997).

d. Reimpreso

Si un trabajo es publicado como una separata o reimpreso, se anota la referencia del documento disponible, agregándole la frase Reimpreso en: seguida de la información correspondiente a la reimpresión.

Oladokun, MAO. 1991. Tree crop based agroforestry in Nigeria: a checklist of crops intercropped with cocoa. *Agroforestry Systems* 11(3):227-241. Reimpreso en: ICRAF Reprint no.78.

c. Trabajos sin publicar

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

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

11. Formas de citar las referencias bibliográficas dentro del texto

Por cuestiones de ética y derechos de autor todo investigador debe dar crédito de los trabajos que ha utilizado para desarrollar su investigación, facilitando con ello identificar a los autores de planteamientos y resultados anteriores que fundamentan dicha investigación.

Hay diferentes modos de citación en el texto que varían según las disciplinas. No obstante, en el caso de trabajos científicos y técnicos el que más se emplea es el Sistema autor-fecha. Consiste en referenciar un trabajo, del texto a la lista bibliográfica publicada al final de la publicación, por medio del apellido (s) del autor (es) seguido por el año de publicación.

A. Cita contextual

En la redacción de cualquier trabajo de investigación se emplea con mucha frecuencia la cita contextual. La cita contextual es aquella en que un autor toma una idea, un resultado o un punto de vista de otro autor y lo presenta con sus propias palabras para reforzar o aclarar su propia investigación. Puede redactarse de dos maneras:

a. Haciendo énfasis en el autor

Es cuando el nombre del autor va incluido en la redacción del párrafo.

Brenes (1998) ha demostrado que las variedades de mayor rendimiento son más susceptibles al ataque de nemátodos.

Estudios realizados por Brenes (1998) muestran que las variedades de mayor rendimiento son más susceptibles al ataque de nemátodos.

b. Haciendo énfasis en el texto

Es cuando se redacta el párrafo sin mencionar el autor. Este se indica entre paréntesis al final del párrafo.

Las variedades de mayor rendimiento son más

susceptibles al ataque de nematodos (Brenes 1998).

B. Ejemplos con variaciones

a. Publicación con un autor

Finegan (1992) demostró que el rendimiento...

El mejoramiento genético da mejor rendimiento... (Finegan 1992.)

Estudios realizados por Rivas Platero (1995) sobre micorrizas...

Avances de investigación en micorrizas... (Rivas Platero 1995.)

b. Publicación con dos autores

En el caso de dos autores de una misma publicación se cita por los apellidos de ambos unidos por la conjunción "y".

Rodríguez y Salas (1993) determinaron que la rentabilidad de los sistemas agroforestales...

Considerando la rentabilidad de los sistemas agroforestales ... (Rodríguez y Salas 1993).

c. Publicación con tres ó más autores

En el caso de tres o más autores de una misma publicación se cita por el apellido(s) del primer autor seguido por la expresión latina *et al.* (en cursiva) (y otros).

Estudios realizados por Salazar *et al.* (1994) sobre la densidad de adultos virulíferos...

La densidad de adultos virulíferos de Bemisia... (Salazar *et al.* 1994).

d. Más de una cita o publicación

Cuando se requiere citar más de una publicación a la vez, se debe separar cada una de ellas por coma (,). Las publicaciones deben mencionarse en orden cronológico por fecha

de publicación, de la cita más vieja a la más reciente.

Ruiz (1980), García y Sánchez (1992) y Rojas (1996) analizaron muestras de suelos...

Fertilización con N, P, K aplicadas a muestras de suelos ... (Ruíz 1980, García y Sánchez 1992, Rojas 1996)

12. Presentación, ordenación y organización de la lista bibliográfica

Se recomienda presentarla al final del trabajo y en el caso de la Revista del INTA se le asigna el título de Literatura Citada.

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

A. Citas de un mismo autor publicadas el mismo año

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

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

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

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

B. Citas cuyo primer autor es el mismo, pero

hay otros autores

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

_____; Herasme, R. 1996. Optimización de condiciones ambientales para la germinación de cedro (*Cedrela odorata*) y ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill). Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales no.16:23-26. EEFBM (Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno). 1999.

LITERATURA CITADA

UCR (Universidad de Costa Rica). 1999. Cómo presentar manuscritos. Revista de Biología Tropical 47(3):633-639.

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

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

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

PCCMCA (Programa Cooperativo Centroamericano de Mejoramiento de Cultivos y Animales). 2006. Agronomía Mesoamericana.17 (3):427- 430.