# ALCANCES TECNOLÓGICOS

REVISTA DEL INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA EN TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

AÑO 8 NÚMERO 1 2010





# INVESTIGACIÓN DE HORTALIZAS EN AMBIENTE PROTEGIDO

Roberto Ramírez Matarrita<sup>1</sup>

La condición tropical de Costa Rica hace que la producción de hortalizas se vea muy afectada por los cambios ambientales, lo que se refleja en una oferta inestable de los productos hortícolas, tanto para el mercado nacional como el de exportación. Esto ha hecho que los agricultores estén anuentes a incursionar en nuevas tecnologías de producción para proteger los cultivos del medio ambiente.

El INTA-Costa Rica mediante los proyectos "Tecnología Validada en Producción Hortícola bajo Ambientes Controlados en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez", "Perfeccionamiento de Técnicas de Producción de Hortalizas bajo Ambientes Protegidos en Costa Rica" y "Generación de Tecnología para la Producción Intensiva de Hortalizas bajo Ambientes Protegidos en la Región Chorotega", viene desarrollando un proceso de investigación cuya meta es diversificar las opciones tecnológicas acorde con los tipos de productores.



**Figura 1.** Campos experimentales en producción de hortalizas bajo ambiente protegido. Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, Cañas, Guanacaste, CR. 2010.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA. CR. rramirez@inta.go.cr



Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria

#### **ALCANCES TECNOLÓGICOS**



es la Revista Anual del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria

ISSN-1659-0538

AÑO 8/NÚMERO 1/2010

# **Comité Editorial INTA:**

Ing. Laura Ramírez Cartín, MSc. Ing. Nevio Bonilla Morales, MSc. Ing. Jorge Mora Bolaños, MSc. Ing. Juan Mora Montero, MSc. Ing. Marco Vinicio Castro Bonilla Ing. María Mesén Villalobos

#### **Editoras:**

Ing. María Mesén Villalobos Ing. Laura Ramírez Cartín, MSc.

**Diseño Gráfico e Impresión** Mundo Creativo S. A.

# **ÍNDICE**

del nitrógeno en maíz  Nevio A. Bonilla Morales
Comportamiento poblacional del ácaro <i>Steneotarsonemus</i> spinki en variedades de arroz utilizadas en Costa Rica <b>Ruth León González</b>
Comportamiento productivo de híbridos de papaya ( <i>Carica papaya L.</i> ) en Guápiles, Costa Rica. <i>Antonio Bogantes Arias , Eric Mora Newcomer</i>
Fertilización nitrogenada de variedades de maíz en dos localidades maiceras de Costa Rica.  Nevio A. Bonilla Morales
Evaluación de variedades e híbridos de sorgo forrajero en condiciones de bosque húmedo tropical <i>Edwin Orozco Barrantes, William Sánchez Ledezma 43</i>
La mosca blanca (hemiptera: aleyrodidae) y el "blanqueamiento" del cultivo de chayote ( <i>Sechium edule</i> )  **Ruth León González
INFORMACIONES TÉCNICAS
Enraizamiento de estacas de chayote (Sechium edule jacq. Sw)  Jaime Brenes Madriz, Silvana Alvarenga Venutolo,
Ana Abdelnour Esquivel 61
Establecimiento y manejo del pasto kikuyo (Kikuyuocloa clandestina)  William Sánchez Ledezma, María Mesén Villalobos
Normativa y procedimientos para la publicación de artículos científicos en la revista del INTA-Costa Rica

# ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DEL NITRÓGENO EN MAÍZ

Nevio A. Bonilla Morales<sup>1</sup>

#### RESUMEN

# Análisis de correlación y regresión para la determinación del nitrógeno en maíz.

El objetivo fue identificar la relación existente entre el contenido del nitrógeno foliar determinado en laboratorio con el medido en el campo mediante un clorofilómetro. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial de cuatro variedades de maíz, tres repeticiones y cuatro niveles de nitrógeno. Las variedades de maíz fueron UPIAV-G6, Los Diamantes 8843, JSAENZ y EJN2 y los niveles de nitrógeno 0, 60, 120 y 180 kg nitrógeno/ha. Los niveles de nitrógeno para variedades mostraron valores de 0,39 a 0,62 en los modelos de regresión. Los coeficientes de correlación entre contenido foliar en laboratorio y las lecturas del medidor de clorofila mostraron un valor de 0,71 con referencia al factor variedad y 0,55 con respecto a nivel de nitrógeno. Los contenidos de nitrógeno por variedad variaron entre 2,63 y 3,41% y para los niveles de nitrógeno entre 2,66 y 2,76%. El coeficiente de correlación de Pearson varió de 0,40 a 0,62 con el muestreo foliar y las lecturas de campo lo que indica una relación importante entre ambos factores.

Palabras clave: medidor de clorofila, regresión, correlación, Zea mays.

#### INTRODUCCION

La producción de maíz en Costa Rica se desarrolla en diversidad de ambientes que provocan en muchos casos bajos rendimientos. Los principales factores que afectan su producción son la fertilidad y el manejo de los suelos, la distribución de las lluvias, el inadecuado manejo agronómico y la presencia de enfermedades y plagas.

Los trabajos de investigación en fertilidad del cultivo de maíz presentan ciertas complejidades, ya que consideran aspectos de densidad de siembra, cultivares, rotación con leguminosas y épocas de siembra. De igual manera, los trabajos llevados a cabo por Saín y Acosta (1993), Barreto *et al.* (1994), Gordon *et al.* (1997), Tosquy y Castañon (1998), Morales (1998) y Cano *et al.* (2001) muestran resultados interesantes al respecto. Se reportan interacciones entre densidad de siembra, épocas de siembra y cultivares; así también la dinámica de la rotación maíz-frijol en función del manejo de la fertilización.

En los últimos años han surgido herramientas metodológicas que determinan las dosis de fertilización nitrogenada adecuada para el cultivo de maíz. Se han utilizado de manera combinada los experimentos clásicos de niveles del elemento con diferentes cultivares con la determinación indirecta del contenido de clorofila mediante el medidor de clorofila SPAD y la medición en laboratorio del contenido foliar de nitrógeno utilizando el método Kjeldahl (AOAC 1984, Ma y Zuazaga 1942). Existe una gran diversidad de variantes con respecto a esta metodología, dependiendo de los objetivos del trabajo y el cultivo de que se trate. MacKown y Sutton (1998) llevaron a cabo experimentos con esta metodología en tabaco; Rodríguez et al. (1998) en tomate; Peterson et al. (1993), Novoa y Villagrán (2002), Sainz Rozas y Echeverría (1998) en maíz. De esta manera, determinaron los niveles de nitrógeno a través de la medición del verdor de las hojas con el SPAD y su correlación con los contenidos reales de nitrógeno foliar (Rodríguez et al. 1998, Peterson et al. 1993, Novoa y Villagrán 2002, Sainz Rozas y Echeverría 1998).

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA. Costa Rica. nbonilla@ inta.go.cr

Las mediciones de clorofila realizadas con el SPAD y el análisis de contenido de nitrógeno están altamente correlacionados (Novoa y Villagrán 2002), donde se reporta un coeficiente de regresión de 0,88 y 0,81, respectivamente.

En este caso, se menciona que para valores del SPAD inferiores a 35,3, equivalentes a un contenido de 1,84% de N en las hojas, estarían indicando que es necesario aplicar nitrógeno, considerando el valor crítico del elemento.

EISPAD ó medidor de clorofila mide el contenido de clorofila "o verdor" de las plantas, cuantifica cambios sutiles o tendencias en el contenido nutricional de la planta mucho antes de que ellos sean visibles al ojo humano v permite determinar el estado del nitrógeno en las hojas del cultivo. Es una medición no invasiva, ni destructiva del tejido foliar; simplemente determina un contenido de clorofila incluido en un índice con una lectura de valor absoluto que va de 0 a 99,9. La relación entre la lectura del medidor de clorofila y la concentración de clorofila foliar no es lineal, por lo tanto el uso básico del medidor ha sido para determinar la eficacia potencial de los tratamientos adicionales de nitrógeno en las plantas de un cultivo (Markwell et al. 1995).

El medidor de clorofila constituye una herramienta apropiada para el monitoreo de la disponibilidad de N, especialmente en estadios vegetativos del cultivo. Sainz Rozas y Echeverría (1998) indican que cuando los datos de los dos años del estudio fueron analizados, el 95% del rendimiento máximo fue logrado con índice de suficiencia de nitrógeno (ISN) de 0,97-0,98.

En el cultivo de maíz dulce este dispositivo se considera un buen estimador del estado del nitrógeno en la planta y podría usarse como complemento de los programas de fertilización, ya que sus lecturas se relacionan directamente con el contenido de nitrógeno en las hojas y con el rendimiento del cultivo (Villar 2004). Similares resultados obtuvieron MacKown y Sutton (1998) en tabaco, Rodríguez *et al.* 

(1998) en tomate y Arregui *et al.* (2000) en papa. Sin embargo, se recomienda validar el modelo en una segunda oportunidad, pues los resultados obtenidos en otros estudios no muestran los datos necesarios para poder inferir que la dosis estimada por el modelo fue la que produjo los resultados encontrados y no un factor ajeno. Villar (2004) determinó que el valor crítico calculado para lectura de clorofila 49, permitiría contar con una herramienta en la toma de decisiones respecto a la aplicación de nitrógeno en la segunda fertilización. Este valor crítico en conjunto con la utilización del modelo, servirían para proporcionar recomendaciones de dosis de fertilizante a aplicar.

El objetivo fue identificar la relación existente entre el contenido del nitrógeno foliar determinado en laboratorio con el medido en el campo mediante un clorofilómetro.

# **MATERIALES Y MÉTODOS**

Esta investigación se estableció en las localidades de Pejibaye de Pérez Zeledón y Upala de Alajuela en las dos épocas de siembra para cada localidad (mayo-agosto y setiembre-diciembre) de los años 2007-2008.

La actividad se desarrolló en dos etapas paralelas:

- 1. Establecimiento y evaluación de los tratamientos con niveles de nitrógeno y variedades de maíz bajo las condiciones de producción del productor de maíz de los cantones de Pejibaye de Pérez Zeledón y Upala en dos épocas de siembra.
- 2. Determinación del contenido de nitrógeno foliar, en el laboratorio de suelos del INTA, de las muestras tomadas en cada ensayo durante el desarrollo del ciclo del cultivo.

Las parcelas experimentales estuvieron constituidas por cuatro surcos de 5,0 m de longitud separados 0,75 m. La parcela útil consideró los dos surcos centrales con un área de 8,25 m²-Las plantas estuvieron distanciadas 0,5 m entre sí, se sembraron tres semillas por

golpe de siembra, se raleó a dos plantas por golpe de siembra a los 15 días después de la siembra, para tener una población homogénea y un número constante de plantas durante todo el ciclo del cultivo. La población fue de 53 333 plantas por hectárea.

A partir de la etapa fenológica V6 (seis hojas verdaderas) se muestreó cada 15 días hasta el final del ciclo del cultivo, seleccionando la primera hoja totalmente desarrollada ubicada desde el extremo superior de la planta hacia abajo, esto se llevó a cabo en tres plantas ubicadas en cada borde de la parcela para no afectar la determinación del rendimiento de las mismas en los surcos de la parcela útil. Se realizaron 16 mediciones con el medidor de clorofila en cada hoja muestreada antes de ser cosechada, cada muestra se llevó al laboratorio para la determinación del contenido foliar de nitrógeno mediante el método Microkjeldahl (AOAC 1984, Ma y Zuazaga 1942).

El nitrógeno se aplicó un 25% a la siembra y un 75% a los 25 días después de la siembra. Solamente los tratamientos con 0 nitrógeno no llevaron este elemento. El fósforo y el potasio se aplicaron en un 100% al momento de la siembra. La fuente de nitrógeno fue la fórmula química comercial 10-30-10 a la siembra y nitrato de amonio a los 25 días después de la siembra.

# Variables evaluadas (CIMMYT 1995)

#### En campo

- 1. Número de plantas establecidas (a los 15 días de siembra).
- 2. Contenido de clorofila cada 15 días a partir de etapa V6 hasta el final del ciclo.
- 3. Días a floración masculina (número de días con 50% de plantas floreadas).
- 4. Días a floración femenina (número de días con 50% de plantas floreadas).
- 5. Altura de planta (en centímetros al momento de la cosecha).
- 6. Altura de mazorca (en centímetros al momento de la cosecha).
- 7. Acame de raíz (número de plantas).

- 8. Acame de tallo (número de plantas).
- 9. Daño por enfermedades foliares (escala 1 a 5 donde 1 es sano).
- 10. Daño por insectos plaga (escala 1 a 5 donde 1 es sano).
- 11. Aspecto de planta (escala donde 1 es excelente y 5 deficiente).
- 12. Aspecto de mazorca (escala donde 1 es excelente).
- 13. Cobertura de mazorca (número de mazorcas con mala cobertura).
- 14. Número de plantas cosechadas.
- 15. Número de mazorcas podridas (al momento de la cosecha).
- 16. Peso de campo (en kilogramos por parcela útil).
- 17. Humedad de grano a cosecha (porcentaje medido con determinador portátil).

#### En laboratorio

Contenido foliar de nitrógeno (determinado con método micro-Kjeldahl). Micro Kejldahl (AOAC 1984, Ma y Zuazaga 1942). De acuerdo con Vargas (2005) se utilizó el método Microkjeldahl que consta de tres etapas, a saber, digestión, destilación y valoración para la determinación del contenido de nitrógeno foliar de las muestras colectadas de los experimentos de campo establecidos.

Se realizó un análisis de suelo de cada sitio de siembra previo al establecimiento del ensayo.

## Análisis estadístico

Se realizó un análisis de regresión lineal para los niveles de nitrógeno en el tiempo para cada variedad, un análisis de correlación entre lecturas de SPAD y el contenido foliar de nitrógeno del laboratorio obtenido por el método de Micro Kejldahl (AOAC 1984, Ma y Zuazaga 1942). Las otras variables se registraron como referencia y complemento del rendimiento.

El análisis de la varianza para la primera variable se realizó mediante el procedimiento GLM del programa Statistical Analysis System (SAS) (SAS Institute Inc. 1985). Se utilizó la prueba de separación de medias Diferencia Mínima Significativa (DMS). Además, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson y su significancia para validar la capacidad estimadora del SPAD.

Los modelos de regresión también fueron ajustados mediante el mismo programa, las medias de tratamientos fueron comparadas mediante contrastes ortogonales determinar si las necesidades de nitrógeno por parte de la planta de maíz presentan diferencias varietales. En este caso se supuso que las variedades no son igualmente exigentes en los niveles por este elemento. En este artículo se presentan los resultados combinados de dos años de evaluación (2007 y 2008) correspondientes a cuatro ensayos ubicados en las localidades de Upala y Pejibaye de Pérez Zeledón.

# **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El análisis de regresión indicó que el modelo seleccionado que considera los factores variedad y nivel de nitrógeno explica el 74,0% de la varianza de los datos. La ecuación de regresión es la siguiente:

Y = 2,346 + 0,291(variedad) + 0,0154 (nivel nitrógeno)

El análisis de contrastes determinó significancia para él para el modelo de regresión lineal al 0,05 en cuanto a los factores nivel de nitrógeno y variedad.

El análisis de regresión para la variable dependiente rendimiento mostró que el modelo es significativo con un coeficiente de determinación de 0,99. Esto indica que para determinado nivel de nitrógeno el modelo de regresión predice adecuadamente el rendimiento.

El análisis de regresión evidenció significancia para el modelo de regresión lineal al 0,05 en cuanto a los factores nivel de nitrógeno y variedad. El coeficiente de determinación indicó un valor 0,84, lo que indica una adecuada explicación de la variabilidad de los datos.

Las predicciones a partir del modelo de regresión en el análisis de varianza acumulado con respecto a variedades y niveles de nitrógeno para la variable rendimiento presentaron una significancia para el modelo considerado (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Predicciones de los valores de rendimiento para variedades y niveles de nitrógeno del modelo de regresión. San José, CR. 2007.

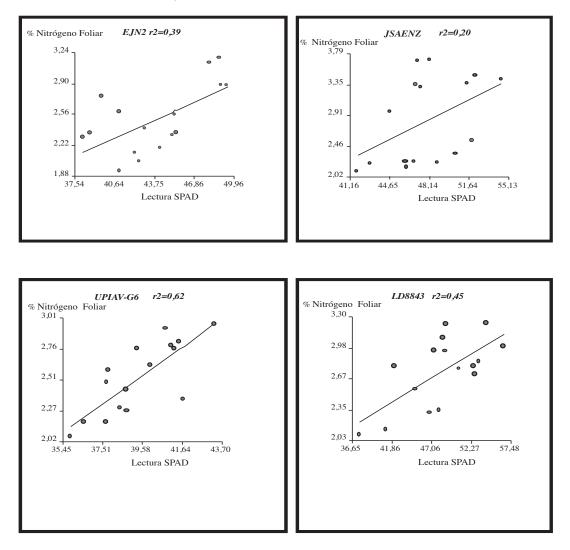
Variedad	Valor de rendimiento predicho
EJN2	4,344
JSAENZ	3,753
LD8843	4,703
UPIAVG6	5.126
Nivel de Nitrógeno	Valor de rendimiento predicho
0	3,352
60	3,629
120	4,833
180	6,133

El análisis de regresión indicó para las variedades EN2, LD8843, JSAENZ y UPIAV-G6 porcentajes de variancia de 71,3, 86,4, 94,5 y 89,5 respectivamente. Esto indica que el modelo de regresión explica bastante bien la variabilidad de los datos. Así mismo en cuanto los niveles de nitrógeno el coeficiente de determinación fue de 0,98 para el modelo de regresión ajustado con una significancia al 0,05. En la Figura 4 se muestra la línea de mejor ajuste para el modelo de regresión de la variable rendimiento según el nivel de nitrógeno.

El análisis de regresión lineal para los niveles de nitrógeno para cada variedad mostró valores desde 0,39 a 0,62 en los modelos de regresión indicando que en las variedades una relativa respuesta lineal a la aplicación del elemento.

Los valores de correlación fueron altos entre ambas variables a través de las diferentes etapas fenológicas de la planta de maíz, esta tendencia se muestra tanto para los tratamientos de nitrógeno como para las diferentes variedades. Además, se calculó el coeficiente de Pearson para determinar la capacidad estimadora del SPAD, del Cuadro 2 se evidencia que esta capacidad es relativamente alta entre las lecturas de SPAD y los valores de nitrógeno determinados en laboratorio.

Dicha tendencia se muestra también en la Figura 1, donde se presenta la misma para las diferentes variedades en función del rendimiento y las lecturas de SPAD, siendo la variedad UPIAV-G6 la que presenta la más clara. Esto evidencia que esta variedad responde mejor a los tratamientos de nitrógeno. La variedad LD 8843 también presenta una tendencia similar. En el Cuadro 2 se presentan las correlaciones entre las lecturas de SPAD y el porcentaje de nitrógeno determinado en laboratorio para los ensayos de 2007.



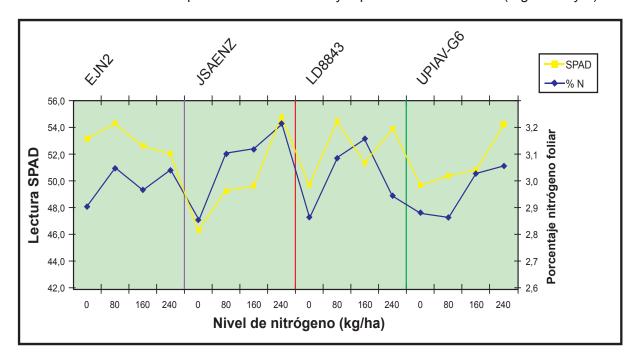
**Figura 1.** Correlación entre lecturas de SPAD y rendimiento de grano en t/ ha para las cuatro variedades de maíz. Pejibaye, Pérez Zeledón, CR. 2007.

Cuadro 2. Correlaciones entre lecturas de SPAD y porcentaje de nitrógeno en diferentes etapas fenológicas de la planta de maíz según tratamiento y variedad. El Águila, Pejibaye. San José, CR. 2007.

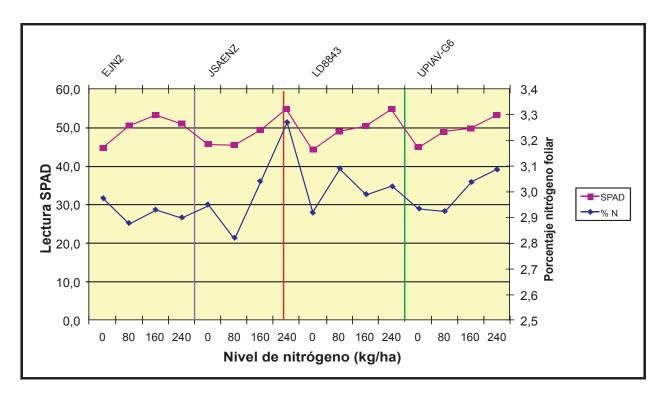
	21/0	6/07	04/0	707	19/7	/07	09/0	08/07	Promed	io
VARIEDAD	SPAD	% N	SPAD	%N						
UPIAV-G6	46,6	3,27	48,3	2,76	50,4	3,14	43,3	2,45	47,1	2,91
LD8843	45,1	2,94	47,0	2,45	49,3	3,05	42,4	2,31	45,9	2,69
JSAENZ	44,3	2,74	44,5	2,39	47,5	3,02	40,9	2,37	44,3	2,63
EJN2	42,9	3,10	45,3	2,50	49,6	3,15	44,4	2,52	45,6	2,82
R		0,39		0,82		0,84		0,78		0,71
0	44,0	2,90	45,3	2,60	49,6	2,90	41,3	2,30	45,0	2,66
60	44,0	2,90	46,1	2,60	50,6	2,90	43,6	2,40	46,1	2,70
120	45,1	3,20	46,8	2,40	50,0	3,00	41,9	2,40	46,0	2,76
180	45,7	3,00	47,0	2,60	48,9	3,00	41,7	2,30	45,8	2,73
R		0,62		0,49		0,71		0,44		0,55
r Pearson		0,30		0,45		0,48		0,62		

Las correlaciones entre las lecturas de SPAD y el porcentaje de nitrógeno se presentan en la Figura 2 para el ensayo de Upala y la Figura 3 en el caso del ensayo establecido en Pejibaye. Al analizar los gráficos mencionados se nota que las correlaciones son relativamente altas para ambos casos. Dichas correlaciones son particularmente interesantes para las variedades UPIAV-G6 y Los Diamantes 8843 en ambos ensayos.

Los coeficientes de correlación entre las factores y variables consideradas para el ensayo de Upala fueron % nitrógeno y SPAD: 0,43, SPAD y nivel nitrógeno: 0,53, rendimiento y SPAD: 0,50, rendimiento y nivel de nitrógeno: 0,39, rendimiento y % nitrógeno: 0,006. Esto indica que el medidor de clorofila correlacionó aceptablemente con la mayor parte de las variables (Figuras 2 y 3).



**Figura 2.** Relación de lectura SPAD y porcentaje de nitrógeno foliar para las variedades estudiadas. Upala, Alajuela, CR. 2008.



**Figura 3.** Relación de lectura SPAD y porcentaje de nitrógeno foliar para las variedades estudiadas. Pejibaye, Pérez Zeledón, CR. 2008.

En el Cuadro 3 se muestran los porcentajes de nitrógeno al momento de la cosecha en mazorca para los ensayos de 2008 tanto para los tratamientos de nitrógeno como las variedades consideradas. Es importante indicar que los valores de nitrógeno son bajos con respeto a lo mostrado durante el ciclo del cultivo como una consecuencia de la transformación de este elemento en moléculas más complejos en la mazorca de maíz.

Los coeficientes de correlación para el ensayo de Pejibaye fueron porcentaje de nitrógeno y SPAD: 0,54 % nitrógeno y rendimiento: 0,077; SPAD y rendimiento: 0,43; rendimiento y nivel de nitrógeno: 0,47; SPAD y nivel de nitrógeno: 0,90. Estos resultados conservan una tendencia similar al ensayo de Upala con respecto al SPAD.

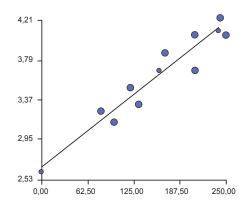
No se determinaron diferencias significativas en el ensayo de Upala en cuanto a niveles de nitrógeno y variedades con respecto a rendimiento. Para el ensayo de Pejibaye si se determinaron diferencias significativas para los dos factores mencionados.

**Cuadro 3.** Porcentaje de nitrógeno a la cosecha para las localidades de Upala y Pejibaye según nivel de nitrógeno y variedad de maíz. Alajuela, CR. 2008.

VARIEDAD	NIVEL N	Upala % N	Pejibaye % N
EJN2	0	1,8	1,7
	60	1,9	1,4
	120	1,9	1,5
	180	1,9	1,8
JSAENZ	0	1,9	1,6
	60	1,9	1,6
	120	1,9	1,7
	180	2,0	1,6
LD8843	0	1,8	1,6
	60	2,0	1,6
	120	1,8	1,6
	180	1,9	1,6
UPIAV-G6	0	1,9	1,5
	60	1,8	1,6
	120	1,9	1,5
	180	1,9	1,5

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede señalar que los coeficientes de correlación entre contenido foliar determinado en laboratorio y las lecturas del medidor de clorofila mostraron un valor de 0,71 con referencia al factor variedad y 0,55 con respecto a nivel de nitrógeno lo que evidencia una correlación relativamente aceptable entre ambos métodos de determinación. Los contenidos de nitrógeno por variedad oscilaron entre 2,63 y 2,91 % y para los niveles de nitrógeno variaron entre 2,66 y 2,76%. Estos son valores relativamente normales para el cultivo de maíz El coeficiente de correlación de Pearson varió de 0,30 a 0,62 a lo largo del tiempo de muestreo foliar y toma de lecturas con el SPAD lo que valida la capacidad estimadora del medidor de clorofila indicando que la correlación varía dependiendo de la variedad y el nivel de nitrógeno de que se trate.

#### Rendimiento de grano (t/ha)



#### Nivel de nitrógeno (kg/ha)

**Figura 4.** Función de regresión lineal para rendimiento según nivel de nitrógeno. CR. 2011

# LITERATURA CITADA

AOAC (Association Of Official Analytical Chemists). 1984. Official methods of analysis. 13Th. Ed. Washington, D.C. 1298 p.

Arregui, I.M.; Merina M.; Mingo-Castel, A.M. 2000. Aplicación del medidor portátil de clorofila en los programas de fertilización nitrogenada en patata de siembra Depto. de Producción Agraria, Universidad Pública de Navarra. //z. Pascualena J, Ritter E. (Ed) 2000. Libro de Actas del Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo en Patata. Patata. 3-6 Julio, Vitoria—Gastéis, España. p 157-170.

Barreto, H. J.; Pérez, C.; Fuentes, M.R.; Quemé, J.L.; Larios, L. 1994. Efecto de dosis de urea-N en el rendimiento del maíz bajo un sistema de rotación con leguminosas de cobertura. Agronomía Mesoamericana 5:88-95.

Cano, O.; Tosquy, O.H.; Sierra, M.; Rodríguez, F.A. 2001 Fertilización y densidad de población en genotipos de maíz cultivados bajo condiciones de temporal. Agronomía Mesoamericana 12(2):199-203.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento en Maíz y Trigo). 1995. Manejo de los ensayos e informe de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT. México, D.F. 20p.

García, F.O. 2003. Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz INPOFOS/PPI/PPIC Cono Sur Acassuso – Argentina. 21 p.

Gordón, R.; Franco, J.; De Gracia, N.; González, A. 1997. Respuesta del maíz al nitrógeno y la rotación con canavalia, bajo dos tipos de labranza, Río Hato, Panamá, 1993-94. Agronomía Mesoamericana 8(2):78-84.

Hernández, A; Barrientos, V; Chassaigne, A; Alezones, J. 2003. Evaluación y selección de poblaciones y líneas de maíz (*Zea mays* 

L.) eficientes en la asimilación de nitrógeno. Bioagro 15(2):115-120.

Ma, T. S.; Zuazaga, G. 1942.Micro-Kjeldahl determination of nitrogen. A new indicator and an improved rapid method. *Ind. Eng. Chem. (Analytical Edition)* 14:280-2, [G.H. Jones Chemical Laboratory, University of Chicago, Chicago, IL]

Mackown, C.T.; Sutton, T.G. 1998 Using Early-Season Leaf Traits to Predict Nitrogen Sufficiency of Burley Tobacco Agron. J. 90:21–27.

Markwell , J; Osterman, J.C.; Mitchell, J.L. 1995. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter *Photosynthesis Research* 46 (3): 467-472

Morales, J.A. 1998. Fertilización y densidad de población en líneas de maíz en el noreste de México. Agronomía Mesoamericana 9 (2):125-130.

Novoa, R.; Villagrán, N. 2002 Evaluación de un instrumento medidor de clorofila en la determinación de niveles de nitrógeno foliar en maíz .Agric. Téc. 62(1) Chillán ene., sp.

Peterson, T.A.; Blackmer, T; Francis, D; Schepers, J. 1993. NebGuide: Using a Chlorophyll Meter to Improve N Management. Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska. Lincoln. EUA No.G93-1171-A. 4p.

Rodríguez Mendoza, M; González, G; Santelises, A; Etchevers Barra, J.; Santizó Rincón, J. A. 1998. Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados. México. Terra 6(2):135-141.

Saín, G.; Acosta M. A. 1993 Recomendaciones condicionadas de fertilización con nitrógeno y fósforo usando un modelo cuadrático en la provincia de Chiriquí, Panamá. Agronomía Mesoamericana 4:11-17.

Sainz Rozas, H.; Echeverría, H. 1998. Relación entre las lecturas del medidor de clorofila (Minolta SPAD 502) en distintos estadios del ciclo del cultivo de maíz y el rendimiento en grano. Rev. Fac. Agron., La Plata 103(1):37-44.

Sainz Rozas, H; Echeverría, H.E; Barbieri, P. 2004. Desnitrificación en un suelo bajo siembra directa en función de la presencia de plantas de maíz y de la dosis de nitrógeno. Revista de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Ciencia del Suelo 22(1): 27-35.

Tosquy, H.; Castañón, G. 1998. Respuesta de fertilización y densidad de siembra en líneas de maíz. Agronomía Mesoamericana 9(2):113-118.

Vargas, A. 2005. Protocolo de procedimientos de laboratorio: Determinación del nitrógeno foliar. Laboratorio de suelos, plantas, aguas y abonos orgánicos. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Costa Rica. p 4-5.

Villar Zunzunegui, D.F. 2004. Absorción de nutrientes, efecto de la fertilización nitrogenada y potásica y utilización del medidor de clorofila Minolta (modelo SPAD 502) en el manejo del nitrógeno en maíz dulce (Zea mays var. Saccharata). Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias Vegetales, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Dirección de Investigación y Postgrado, Programa de postgrado en Ciencias de la Agricultura. p 24-54.

# COMPORTAMIENTO POBLACIONAL DEL ÁCARO Steneotarsonemus spinki EN VARIEDADES DE ARROZ UTILIZADAS EN COSTA RICA

Ruth León González 1

#### **RESUMEN**

Comportamiento poblacional del ácaro Steneotarsonemus spinki, en variedades de arroz utilizadas en Costa Rica. El objetivo de este estudio fue determinar la preferencia del ácaro S. spinki en variedades de arroz bajo secano favorecido, el cual se realizó en la localidad Olla Cero, Palmar de Osa, Puntarenas, Costa Rica de junio a diciembre del 2005. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 16 variedades y tres repeticiones, en parcelas de 10 m² (2 x 5 m), con una separación de 1 m entre bloques. Se seleccionaron tres plantas al azar, y de cada una se evaluaron tres tallos, y de estos se tomaron tres vainas. Variables evaluadas: total de ácaros (huevos, inmaduros (larvas-ninfas) y adultos (hembras- machos) por variedad; los datos se sometieron a análisis de varianza y separación de medias según la prueba de Tukey al 5%, además área bajo la curva (ABC) del total de los ácaros. Las variedades se agruparon con base a la preferencia del ácaro. El grupo I, las menos preferidas: Palmar 18 (29), INTA 05 (570), Fedearroz-50 (1116), Senumisa 3 (1440), CR-4477 (1745) y Senumisa 2 (1777), grupo II, medianamente preferidas: CFX-18 (2643), CR-1821 (3598) y CR-5272 (4385) y grupo III, susceptibles al ácaro: CR-4102 (10449), Tempisque (12641), CR-1113 (13355), CR-4338 (15882), Setesa 9 (16301), INTA 04 (19901) y Senumisa 4 (21685). El mayor rendimiento lo obtuvo la variedad CR-5272 seguida de la variedad CFX-18 las cuales fueron medianamente preferidas. Por lo tanto no se presentó una relación directa entre las poblaciones del ácaro y los rendimientos del cultivo.

Palabras claves: preferencia, arroz secano, etapa fenológica, índice de producción.

# INTRODUCCIÓN

El ácaro del vaneo del arroz Steneotarsonemus spinki Smiley, 1967, está ampliamente distribuido en Asia, ha ocasionado pérdidas en los rendimientos de un 60% por primera vez en China, a mediados de la década del setenta (INISAV, citado por Almaguel et al. 2004). En 1977 causó severos daños en Taiwán (Cheng y Hsiao, citado por Almaguel et al. 2004), y desde 1985 ha sido considerado como plaga del arroz para el Asia tropical (Almaguel et al. 2004). En Cuba se detectó a finales de 1997, (Ramos v Rodríguez 2003) v causó pérdidas hasta un 80% (Reyes 2005). Además, se encuentra en República Dominicana, Haití, Colombia, Panamá, Centroamérica, México, Belice y Estados Unidos (Hummela et al. 2009).

En Costa Rica en el año 2003, se observaron las primeras sintomatologías del manchado y

vaneo del grano en la provincia de Guanacaste en aproximadamente 15 000 hectáreas. Se atribuyó este problema a bacteriosis asociado a un efecto climático (alta temperatura y precipitación), luego esta sintomatología se extendió a todas las regiones arroceras del país y fue identificado en Bagaces, Guanacaste en el año de 2004.

La mayor incidencia del ácaro se favorece por altas temperaturas, disminución de las lluvias, dosis elevadas de fertilizantes nitrogenados y por un mal manejo general de la fertilización (Almaguel *et al.* 2003, Botta *et al.* 2003 y Miranda *et al.* 2003).

El *S. spinki* ocasiona dos tipos de daño: directo, al alimentarse extrae el contenido de la vaina de las hojas lo que induce la deshidratación y la muerte del tejido, se alimenta de los granos en formación, impide su llenado (vaneo), se observa necrosis, marchitez y deformación en el raquis de la panícula en el momento

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA. Costa Rica. nbonilla@ inta.go.cr

de la floración; lesiones directas sobre el órgano floral y el grano en formación; atrofia y bloqueo del crecimiento. Indirecto: durante su alimentación, el ácaro invecta sustancias tóxicas a las células vegetales para mantener el contenido celular fluvendo sin obstáculos: estas toxinas provocan deformaciones en el tejido vegetal, induce a la deformación del grano lo que se conoce como "pico de lora", además, Almaguel et al. (2003) indican que este ácaro transporta las esporas del hongo Acrocylindrium, Sarocladium oryzae (Sawada) Gams & Hawksw, el cual causa manchado y pudrición de la vaina y la espiga. Más recientemente se relaciona con las bacterias Pseudomonas fuscovaginae v Burkolderia glumae.

Santos *et al.* (2001), indican que este ácaro es una plaga específica del cultivo del arroz, mientras que en el IDIAP-Panamá (2006) se menciona que esta plaga afecta los rendimientos del cultivo dependiendo de la susceptibilidad de la variedad, estas aseveraciones como muchas otras confirman que este ácaro, tiene preferencia varietal.

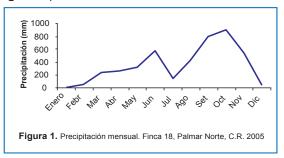
preliminares Estudios realizados en INTA (León 2004 y León 2008), muestran variedades comerciales y de fundación con algún grado de tolerancia al ácaro al alcanzar considerables poblaciones por planta durante su ciclo fenológico, situación que podría ser utilizada en el manejo integrado del ácaro. Esta investigación de preferencia de S. spinki por los materiales de arroz es importante para tomar decisiones en el momento de hacer liberaciones de variedades comerciales, generalmente los ácaros fitófagos tienen preferencia por un tipo de tejido vegetal en particular, siendo la razón principal por la cual se convierten en plagas que se localizan en determinadas partes de las plantas durante su ciclo de vida.

El objetivo de este estudio fue determinar la preferencia del ácaro *S. spinki* en 16 variedades de arroz bajo secano favorecido utilizadas en Costa Rica.

# **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se realizó en Finca 18, localidad Olla Cero, Palmar Norte de Osa, Puntarenas, durante los meses de junio a diciembre del 2005. La temperatura media anual osciló en un rango de 25 °C y 30 °C. La precipitación promedio del año 2005 en el lugar del estudio fue de 4479,29 mm y la precipitación promedio desde el mes de junio a diciembre fue de 487,79 mm, la mayor en el mes de octubre (896,62 mm) y la mínima en diciembre (40,64 mm). La precipitación promedio anual en los últimos cinco años en la zona de estudio ha sido de 3105,08 mm.

La precipitación promedio del año 2005 en el lugar del estudio fue de 4479,29 mm y la precipitación promedio desde el mes de junio a diciembre fue 487,79 mm dándose la mayor precipitación en el mes de octubre (896,62) y la mínima en el mes de diciembre (40,64 mm) (Figura 1).



Se empleó un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones, la parcela experimental fue de 10 m² (2 x 5 m), con una separación de 1 m entre bloques. Se evaluaron 16 variedades de arroz (Cuadro 1), de las cuales al momento de hacer el estudio 12 eran comerciales en Costa Rica: CR-5272, CR-1821, CR-4477, FEDEARROZ 50, SENUMISA-04, CR-4106, CR-1113 y más recientemente CFX18, SETESA 9, SENUMISA 02, SENUMISA 03 y Palmar 18.

La finalidad de conocer las características de cada variedad fue tratar de encontrar respuesta a las preferencias del ácaro (estructura, color, disposición de las vainas, entre otros) a la variedad, evaluadas, bajo el sistema de secano favorecido (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características de las variables evaluadas. Palmar Norte, CR. 2005.

Variedad	Características
CFX-18	Es una variedad adaptada a secano, de macollamiento mediano, porte bajo, ciclo precoz, de 95 a 100 días después de la germinación (ddg).
CR-4102	Su ciclo se considera precoz ya que lo cumple entre los 105-110 ddg, alcanza la floración entre los 75 y 80 días
Palmar 18	Material de ciclo corto o precoz, con variaciones de 105 a 115 días de germinación a cosecha, el inicio de formación de primordio floral se da entre los 48 y 55 días. Inicia floración entre 75-80 días, maduración a los 105-115 días. Posee alta adaptabilidad a zonas de siembra de secano. De macollamiento alto, tolerante al acame, altura de planta 105-110 cm.
CR-5272	Porte bajo, hojas erectas, macollamiento moderado, resistente al acame, con floración entre los 80 y 85 días después de la siembra y una duración a la cosecha entre 110 y 115 ddg.
CR-4477	Es de macollamiento intermedio, en estudios previos ha mostrado ser menos preferida por el ácaro del vaneo. Esta variedad es de ciclo intermedio (115-120 días), florece a los 85 días, tolerante al volcamiento.
Tempisque (IW7)	Línea de ciclo cortó con 115 días a cosecha. Esta línea tiene la característica de contar con el gen de resistencia a las Imidazolinonas.
Senumisa 2	Su macollamiento es intermedio. Es de ciclo intermedio, ya que completa su ciclo a los 115 días y florece a los 85 ddg.
Senumisa 3	De macollamiento intermedio. Se considera de ciclo precoz ya que inicia macollamiento entre los 30–35 ddg, floración entre 80-85.
Senumisa 4	Es de ciclo precoz, inicia macollamiento a los 30-35 ddg y la floración a los 85-95 ddg.
SETESA 9	Esta variedad es de hojas erectas, color de lámina verde intenso, con tonalidad púrpura bajo ciertas condiciones. Tienen una altura de planta de 94 cm, florece a los 97 días, la cosecha se da a los 128 días, el macollamiento es intermedio o moderado susceptible al volcamiento.
Fedearroz -50	Variedad de ciclo intermedio a tardío (125-128 ddg) y florece a los 95 días. Tolerante al acame. Su macollamiento es intermedio.
CR-1113	Paja corta, hojas erectas, tallos gruesos, buen macollamiento, resistente al acame, florece entre 95 y 100 días después de la siembra (dds), se cosecha a los 127 y 135 días.
CR-1821	Tiene gran capacidad de macollamiento y resistencia al acame. Sus hojas se caracterizan por ser de crecimiento laxas y erectas; florece entre los 95 y 100 días y se cosecha entre los 125 y 130 días.
INTA 04	85 días a floración, 115 días a cosecha, macollamiento medio, tolerante al acame. Susceptible al ácaro <i>S. spinki,</i>
INTA 05	88 días a floración, 120 días a cosecha, macollamiento alto, tolerante al acame y al ácaro <i>S. spinki</i> .
CR-4338	El tipo de macollamiento es intermedio, resistente al volcamiento, florece a los 87 días, su ciclo a cosecha lo completa en 118 días.

Fuente: MAG, ONS, INTA.

En el Cuadro 2 se incorporó la designación y los progenitores de cada variedad, así como la genealogía, cruce, año en que fue registrada y la institución registrante.

Cuadro 2. Descripción de las variedades evaluados. Palmar Norte, CR. 2005.

Variedad	Institución registrante	Año	Genealogía	Cruce
CFX-18	INARROZ	2000	LA2207	L-202/Lemont
CR-4102	MAG-ONS- A C P S - OFIARROZ	1999	CT10825-1-2-1-1	CT6516-23-10-1-2-2/CT6750-9-2- 4-M-1-M-1
Palmar 18	SENUMISA	2007	FL03187-12P-5- 2P-3P-M	FL03160-6P-12-2P-1P-M (ORIZYCA1/IR21015-72-3-3-3-1// CT10310-15-3-2P-4-3)
CR-5272	MAG	1975	P 753-19-1-1-CR29	IR930-80/IR822-432
CR-4477	MAG-ONS- OFIARROZ- ACPS	2003	CT11408-6-F4- 21P-2	P 4 2 7 7 - F 2 - 2 - 9 - 1 X / COL1xM312A-74-2-8-8/P3059-F4-79-1-1B
Tempisque (IW7)	INARROZ	Sin registrar	-	Parentales:
Senumisa 2	SENUMISA	2004	CT10323-29-4-1- 1T-2P	P3084-F4-56-2-2/P3844-F3-19-1- 1B-1X//CT8154-1-9-2.
Senumisa 3	SENUMISA	2004		P5413-8-3-5-11/CT9145-4-15-1-1
Senumisa 4	SENUMISA	2005	CT8050/P5413-8- 3-5-11-2X	CT8050 como progenitor femenino está conformado por el cruce de: 18521/IR21015 y el masculino: P5413-8-3-5-11-2X proviene del cruce CR-1113/IRAT122// Colombia 1/5685
SETESA 9	CIAT	1985	PNA 2 F6-1055-1-5 P4034F5-21	CICA8//CICA4/Componi
Fedearroz -50	SENUMISA	2001	FB0007-3-1-6-1-M	ORYZICA LLANOS 4/P 1274-6-8M-1-3M-1
CR-1113	MAG	1974	IR822-81-CR2	IR 8//PANKHARI 203/IR 8
CR-1821	MAG	1985	P 881-19-22-4-1- 1B-1B-CR1-61	IR 22//IR930-147-8/COLOMBIA 1
INTA 04	INTA-CR	2005	CT18685-7-1-3-2	-
INTA 05	INTA-CR	2005	CT18657-12-4-21-1	CT8628/P9743-F2-85-6-1X
CR-4338	MAG-ONS- OFIARROZ- ACPS	1999	CT8665-1-1-1P-4	P 4 2 7 7 - F 2 - 2 - 9 - 1 X / COL1xM312A-74-2-8-8/P3059-F4-79-1-1B

Fuente: INTA, ONS, SENUMISA

#### Muestreos de ácaros

Los muestreos se realizaron a partir de los 41 hasta los 104 ddg, de manera tal que se efectuaron siete evaluaciones, cada variedad se encontraba en distinta fase fenológica. Para ejecutar la evaluación se tomó al azar de cada parcela tres tallos en cada fecha de conteo, para un total de 84 tallos por tratamiento, los cuales se trasladaron en bolsas plásticas a 500 m de donde se tomo la muestra al lugar del conteo. Las vainas se cortaron con un bisturí a la altura del punto de inserción entre la hoja y la vaina que corresponde a la lígula. El conteo se realizó de forma manual y directa en estereoscopio con luz arriba y abajo y hasta 40 X de aumento. Se registraron los diferentes estadios del ácaro huevos, inmaduros y adultos (hembras-machos).

# Labores agronómicas

La densidad promedio de siembra fue de 250 plantas por parcela, lo cual correspondió a 138 gramos de semilla para 10 m², equivalente a 140 kg/ha. La siembra se realizó al voleo. Durante todo el periodo de estudio no se aplicaron acaricidas. A excepción del insecticida a base de Etofenprox para disminuir las poblaciones del chinche de la espiga (*Oebalus insularis*) en la fase de estado lechoso donde se procuró tomar los tallos del último muestreo antes de la aplicación.

Las parcelas fueron tratadas según las prácticas habituales del manejo agronómico del cultivo, se fertilizó antes del inicio de la formación del primordio floral, a base de urea, cloruro de potasio, 18-46-0 y zinc foliar. En total se alcanzaron las siguientes cantidades de elementos por hectárea: nitrógeno 130 kg, fósforo 40 kg y potasio 60 kg. Para la protección contra enfermedades se aplicaron triazoles y carbendazina. Para controlar arvenses se utilizaron herbicidas hormonales, graminicidas y sulfunilureas.

# Índice de producción

Para obtener el índice de producción se cosecharon 20 panículas en los 30 m² de área cultivada para sacar el peso en 1000 granos, esta metodología se planteó debido a que durante el desarrollo del cultivo las condiciones climáticas fueron muy adversas (altas precipitaciones, sequía, vendavales) por lo que en algunas de las parcelas se perdieron plantas lo que hizo que no hubiera homogeneidad en el área sembrada. El peso fue realizado en el Laboratorio de la Corporación Arrocera Nacional (CONARROZ)²

#### Se evaluaron las siguientes variables

- 1- Total de ácaros: huevos, inmaduros, adultos (hembras y machos) por variedad.
- 2- Rendimiento (peso de 1000 granos de arroz en granza en 30 metro cuadrados).
- 3- Área bajo la curva (ABC) del total de los ácaros.
- 4- Correlación de las poblaciones del ácaro frente la fase fenológica del cultivo.

Los datos obtenidos del conteo de los distintos estados del ácaro se sometieron a análisis de varianza y separación de medias según la prueba de Tukey al 5% mediante el paquete estadístico SAS (Statistical Análisis Systems versión 6.11). Con base en el conteo total de ácaros se calculó el área bajo la curva (ABC) mediante la fórmula: ABC:  $\sum ((Y_i + Y_{i+1})/2)^* (T_{i+1} - T_i)$  T: tiempo y: ácaros.

Para construir las gráficas de comportamiento del ácaro se utilizó el total de ácaros (huevos, inmaduros y adultos) por variedad. Los cuales se calcularon en base al total de ácaros del área bajo la curva (ABC) mediante la fórmula: ABC:  $\sum ((Y_i + Y_{i+1})/2) * (T_{i+1} - T_i)$  T: tiempo y: ácaros.

El ABC consiste en determinar el comportamiento del ácaro con respecto a cada variedad a través del tiempo. Cada tratamiento se representa en un sistema de coordenadas en que la ordenada (x) es muestreo y la

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Laboratorio de Control de Calidad de CONARROZ 2009

abscisa (y) es la variable de respuesta. Se origina una línea de comportamiento que a su vez deja un área bajo ésta que se divide en secciones trapezoidales determinadas por la distancia entre muestreos y el comportamiento de la variable de respuesta en el período específico; la sumatoria de todas las áreas de las secciones trapezoidales (áreas parciales), resulta en el área total bajo la curva (Vargas 2006)<sup>3</sup>.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Análisis de las poblaciones de *S. spinki* mediante el área bajo la curva (ABC), usando el total de ácaros.

Realizado el análisis de ABC a las poblaciones de *S. spinki*, los resultados obtenidos muestran que entre algunos de los tratamientos se dio diferencias significativas de ahí que se agruparon a las variedades de la siguiente manera: de acuerdo al análisis comparativo de Tukey al 5%, en el cuadro 3 se distinguen claramente tres grupos de acuerdo a la separación de medias de las 16 variedades evaluadas de acuerdo a la preferencia del ácaro, del total de ácaros acumulados en los siete momentos de muestreo, como se detalla a continuación:

**Cuadro 3.** Área bajo la curva (ABC) de *S. spinki* por variedad registrados en el periodo de muestreo. Secano favorecido. Palmar Norte, CR. 2005.

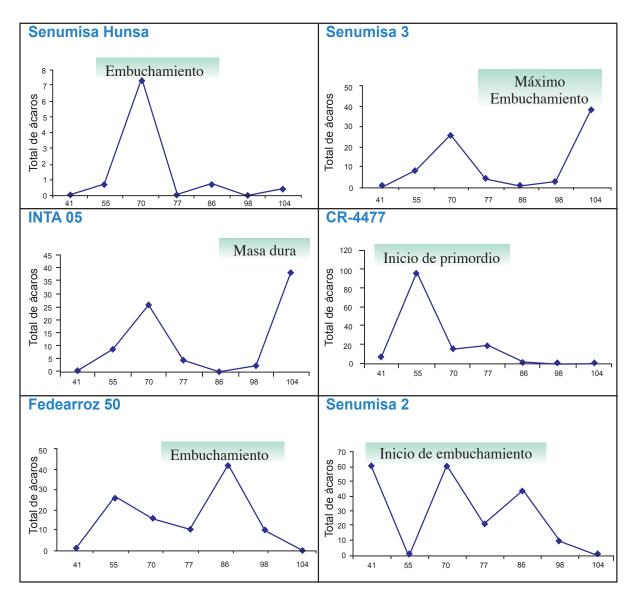
Variedad	Totales (Hembras, machos, inmaduros y huevos)
CFX-18	2643 (bc)*
CR-4102	10449 (abc)
Palmar 18	29 (c)
CR-5272	4385 (bc)
CR-4477	1745 (c)
Tempisque	12641 (abc)
Senumisa 2	1777 (c)
Senumisa 3	1440 (c)
Senumisa 4	21685 (a)
Setesa 9	16301 (ab)
Fedearroz-50	1116 (c)
CR-1113	13355 (abc)
CR-1821	3598 (bc)
INTA 04	19901 (a)
INTA 05	570 (c)
CR-4338	15882 (ab)

<sup>\*</sup> Columnas con igual letra no difieren estadisticamente según pueba de Tukey al 5%

# Grupo I. Variedades menos preferidas por el ácaro

Este grupo se forma por las variedades que registraron menores cantidades poblacionales del ácaro durante el crecimiento de la planta, en el periodo comprendido de 41 a 104 ddg. Es decir desde la formación del primordio hasta cosecha. Dentro de este grupo se observaron poblaciones totales de ácaros de 29 a 1777 durante su ciclo fenológico. Entre estas variedades tenemos a Senumisa Hunsa conocida como Palmar 18 con (29 ácaros), seguida de INTA 05 (570 ácaros), Fedearroz-50 (1116 ácaros), Senumisa 3 (1440 ácaros), CR-4477 (1745 ácaros) y Senumisa 2 (1777 ácaros). La Figura 2 ilustra cada una de las variedades que formaron el grupo 1.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Vargas, L. 2006. Área bajo la curva. Entrevista. INTA - Costa Rica. Comunicación personal.



**Figura 2.** Área bajo la curva (ABC) para totales (adultos, inmaduros y huevos) de *S. spinki* por variedad. Palmar Norte, CR. 2005.

Palmar 18 presentó poblaciones promedio de 1,38 ácaros por planta, registrando una alza poblacional en la etapa de panzoneo (70 dds), pero en la edad de los 77 dds, que coincidió con la etapa fenológica de masa, se observó una disminución drástica de la población. Manteniendo poblaciones bajas hasta la cosecha. El resultado de uno de los componentes de rendimientos promedio de esta variedad se registró en 17,8 g/peso de 1000 granos.

INTA-05 registró poblaciones promedio de 27,14 ácaros/planta. Se observó alzas poblacionales a los 70 ddg que corresponde a la etapa de panzoneo, luego cayeron las poblaciones hasta los 98 ddg en la etapa de leche-masa, pero ocurrió una nueva alza poblacional al final de la maduración, lo que hace pensar en la importancia de realizar una desinfección del área a sembrar, y un buen manejo de los residuos de cosecha para que no existan fuentes de inóculo en el momento de la siembra. El rendimiento de esta variable fue de 17,8 g/peso de 1000 granos.

Fedearroz 50 mostró una curva de población con cantidades superiores a 17,71 ácaros/tallo y el mayor pico poblacional lo alcanzó a los 86 dds, en la etapa fenológica de panzoneo, para luego descender hasta la cosecha, su rendimiento de campo fue de 14,9 g/peso de 1000 granos.

**Senumisa 3** presentó 68,57 ácaros/tallo en promedio por planta durante su ciclo del cultivo. Las mayores poblaciones se presentaron en la etapa reproductiva, muy cercana a la floración, para luego aumentar hacia la maduración, esta situación debe considerarse por ser una fuente de inóculo para la siembra siguiente. El rendimiento registrado fue de 11,4 g/peso de 1000 granos.

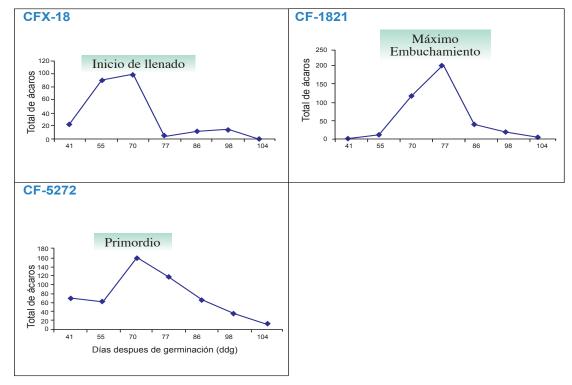
**Senumisa 2**, en general presentó 84,62 ácaros/planta en promedio, presento una curva

de población con fluctuaciones marcadas, inició desde el primer muestreo a los 41 días en la etapa de elongación del tallo con altas poblaciones, para luego descender a los 55 días en la etapa de primordio, a los 70 dds vuelve a aumentar las poblaciones similares a la obtenidas a los 41 dds, manteniendo esas poblaciones en su etapa reproductiva, hacia la maduración las poblaciones disminuyeron. El rendimiento fue de 15,0 g/peso de 1000 granos.

CR-4477 registró poblaciones medias de 83,1 ácaros/planta. En la etapa fenológica de inicio de primordio alcanzó el pico poblacional, después de esta etapa presentó una disminución de la población hacia la etapa de maduración y cosecha. El rendimiento cosechado fue de 14,4 g/peso de 1000 granos.

# Grupo II. Variedades medianamente preferidas

Este grupo estuvo conformado por tres variedades que presentaron poblaciones entre los 2,643 y 4,385 como se muestra a continuación: CFX-18 (2643), CR-1821(3598) y CR-5272 (4385). Las dos primeras variedades obtuvieron los mayores rendimientos, pero la variedad CR-1821 fue la penúltima en cuanto al rendimiento como se muestra en el Figura 3.



**Figura 3.** Área bajo la curva (ABC) para totales (adultos, inmaduros y huevos) de S. *spinki* por variedad del grupo 2. Palmar Norte, CR. 2005.

**CFX-18** registró poblaciones medias de 125,86 ácaros/planta, las mayores poblaciones se observaron en la etapa vegetativa entre los 55 y 70 dds entre desarrollo de panícula y floración bajando la población en la etapa pastosa, mantuvo bajas las poblaciones hasta su cosecha. El rendimiento registrado fue 18,9 g/peso de 1000 granos.

CR-5272 presentó un promedio de 208,81 ácaros/planta, se observó poblaciones altas desde su etapa vegetativa, con altas

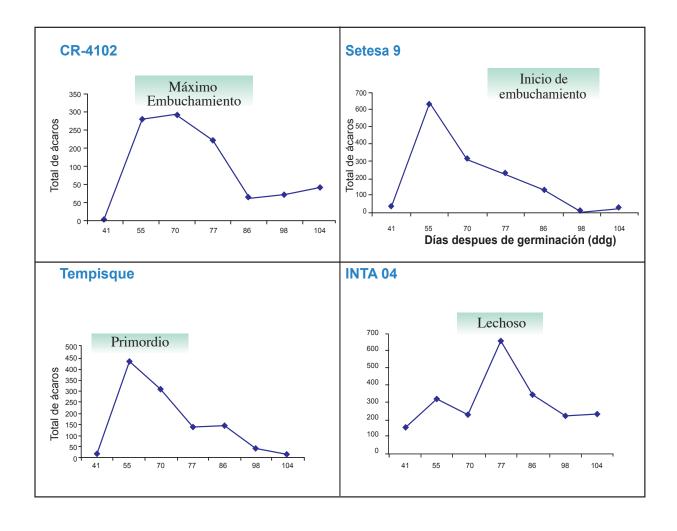
poblaciones al momento de la floración, la disminución de la población se mostró hacia la maduración, pero en altas poblaciones. Su rendimiento fue 22,4 g/peso de 1000 granos.

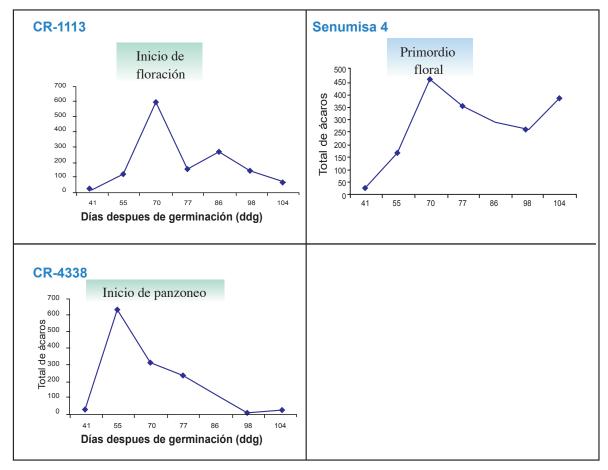
**CR-1821** en promedio alcanzó 172,33 ácaros/tallo, en esta variedad se observó un alza poblacional entre los 70 y 77 dds que correspondió a las etapas de primordio y previo a floración, disminuyendo gradualmente desde los 86 dds hasta la cosecha, el rendimiento registrado fue de 13,2 g/peso de 1000 granos.

# Grupo III. Variedades más preferidas por el ácaro

La población total durante el ciclo fenológico de las diferentes variedades de este grupo osciló entre los 4,338 y 21,685 ácaros de sus diferentes estadios del ácaro. Esta población se muestra a continuación: CR-4102 (10 449), Tempisque (12 641), CR-1113 (13 355), CR-4338 (15 882), Setesa 9 (16 301), INTA 04 (19 901) y Senumisa 4 (21 685).

En la Figura 4 se muestran los diferentes gráficas poblacionales y se indica el estado fenológico de la planta en que alcanzó el pico poblacional.





**Figura 4.** Área bajo la curva (ABC) para totales (adultos, inmaduros y huevos) de S. *spinki* por variedad del grupo 3. Palmar Norte, CR. 2005.

CR-4102 esta variedad alcanzó un promedio de 497,57 ácaros/planta, consiguió el pico poblacional entre los 55 y 70 dds lo que correspondió a las etapas fenológicas de inicio de primordio y máximo panzoneo, disminuyendo levemente hacia la etapa de maduración y cosecha, sin embargo siempre mantuvo poblaciones altas en todo su ciclo fenológico. El rendimiento promedio fue de (60,1 g/30 m²) 17,8 g/peso de 1000 granos.

**SETESA 9** presentó un promedio de 776,24 ácaros/planta, alcanzando sus máximas poblaciones en la etapa de inicio de primordio, inició una disminución de las poblaciones desde la etapa de máximo panzoneo o previo a floración hasta el estado de leche, para aumentar de nuevo en la etapa de masaleche. El rendimiento fue de 16,7 g/peso de 1000 granos.

Tempisque (INARROZ, IW7) mostró un promedio de 602,14 ácaro/planta, las máximas poblaciones se alcanzaron en la etapa de primordio, manteniendo altas poblaciones en las fases vegetativa, reproductiva e inicios de maduración de hembras, machos e inmaduros. El rendimiento alcanzado fue de 14,6 g/peso de 1000 granos.

**INTA 04** alcanzó un promedio de 947,67 ácaros/planta, a los 41 dds que correspondió a las etapas entre plántula y macollamiento, para alcanzar la mayor población a los 77 dds, etapa de leche, manteniendo poblaciones durante la fase maduración y cosecha. Esta variedad presentó durante la fase reproductiva altas poblaciones del ácaro. Su rendimiento fue de 14,4 g/peso de 1000 granos.

**CR-1113** presentó un promedio de 635,95 ácaros/planta, alcanzó las mayores cantidades de ácaros en las vainas en la fase reproductiva propiamente en la etapa de inicio de floración que correspondió a los 70 dds. En la etapa de elongación del tallo inicio a infestarse la planta de ácaros y hasta cosecha mantuvo altas las poblaciones. El rendimiento obtenido fue de 14,3 g/peso de 1000 granos.

Senumisa 4 el promedio de ácaros fue de 1036,62/planta, iniciando a infestarse en la etapa de plántula (41 dds) con un promedio de 3,33 ácaros/vaina y aumentando las poblaciones hasta alcanzar el pico poblacional en la etapa de inicio de floración con 149,89 ácaros/planta, continuando con la etapa de cosecha con 125 ácaros/planta. El rendimiento de esta variedad fue de 13,9 g/peso de 1000 granos.

**CR-4338** con un promedio de 756,29 ácaros/planta, alcanzó el pico poblacional a los 55 días que corresponde a la etapa de inicio de panzoneo o desarrollo de panícula. El rendimiento de esta variedad fue de 14,1 g/peso de 1000 granos.

Recapitulando, en la Figura 5, vemos en orden ascendente como las variedades fueron infestadas por el ácaro y a pesar de esas diferencias las plantas no se vieron afectadas en su vigor, color o baja en rendimiento. Aunque no se puede llegar a conclusiones definitivas en relación con los efectos que pudieron tener las infestaciones del ácaro en los rendimientos debido a que las características inherentes de cada una de las variedades pueden influir considerablemente en ello.

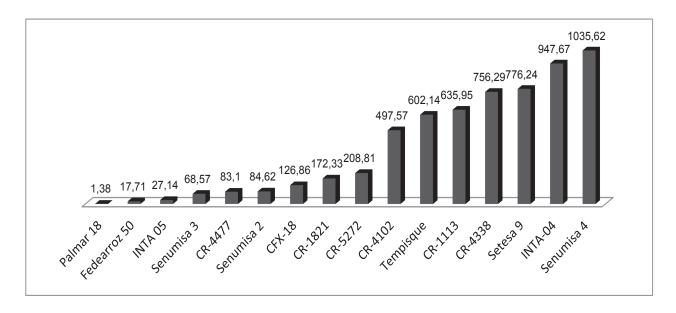


Figura 5. Población total de ácaros de *S. spinki* por variedad. Palmar Norte, CR. 2005.

## ÍNDICE DE PRODUCCIÓN

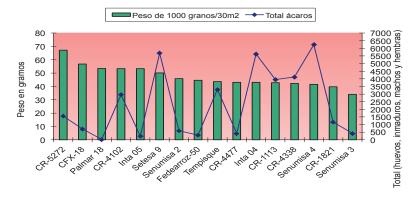
Los rendimientos de las diferentes variedades se muestran en el Cuadro 3, se presenta el promedio en gramos producidos en 30 m², así como el total de la población en 24 plantas evaluadas por variedad. Estos rendimientos

se pudieron ver afectados debido a que las variedades desarrollaron su etapa fenológica en distintos momentos y las condiciones de clima variaron en el tiempo.

**Cuadro 3.** Duración del ciclo de producción de 16 variedades de arroz y ataque de *Steneotarsonemus spinki.* Palmar Norte, CR. 2005.

Grupo de susceptibilidad	Variedad	Ciclo (días)	Infestación promedio (%)	Rendimiento promedio (gr/ peso de 1000 granos)
l	Palmar 18 (Senumisa Hunsa)	115	1,38	17,8
	Senumisa 2	115	84,62	15,0
	Senumisa 3	115	68,57	11,4
	INTA 05	120	27,14	17,8
	CR-4477	120	83,1	14,4
	Fedearroz 50	128	17,71	14,9
II	CFX-18	100	126,86	18,9
	CR-1821	130	172,33	13,2
	CR-5272	115	208,81	22,4
III	CR-4102	110	497,57	17,8
	Setesa 9	128	776,24	16,7
	Tempisque	115	602,14	14,6
	INTA-04	115	947,67	14,4
	CR-1113	135	635,95	14,3
	Senumisa 4	118	1035,62	13,9
	CR-4338	115	756,29	14,1

En la Figura 6 se puede observar que la variedad CR-5272 fue la que mostró el mayor peso de 1000 granos, es posible que esta variable se vea favorecida por la precocidad al igual que CFX-18 seguida de Palmar 18 y CR-4102. Si relacionamos la infestación de ácaros en estas variables, se encuentran en el grupo 2 que corresponde a variedades medianamente preferidas y si continuamos analizando esta comparación no hay claramente relación entre el rendimiento y la densidad poblacional. Sin embargo es una realidad que las variedades producen aún en la presencia de los ácaros, pero se aprecia una ligera tendencia a que en las variedades con más ácaros producen menos con respecto a uno de los componentes de rendimiento promedio.



**Figura 6.** Relación del peso de las variedades con la densidad poblacional de S. *spinki.* Palmar Norte, CR. 2005.

Todas las variedades evaluadas son de ciclo precoz a intermedio, ambiente que pudo influir en que no existiera afectación en el rendimiento de las variedades, al no darle tiempo al ácaro de reinfestar la planta en reiteradas ocasiones ya que las variedades de ciclo precoz durante su ciclo de vida logran adquirir menos presión de la población de ácaros con respecto a las variedades tardías, siendo esto de alguna manera un factor que favorece los rendimientos al no dañar las plantas.

En el Cuadro 2, se describen algunas características de las variedades evaluadas en este estudio, para tratar de analizar la preferencia de los ácaros a las diferentes variedades enfocándonos en la conformación del tallo con el fin de constatar si hay algún mecanismo meramente anatómico que favorezca las poblaciones del ácaro, sin embargo es muy escasa la información de este tipo como para poder concluir, basados en las estructuras morfológicas.

Cada variedad evaluada tiene designación y progenitores distintos, por lo que fue muy difícil relacionar las preferencias o no del ácaro con los materiales. No se pudo interpretar algún aporte de gen tolerante o resistente al problema del ácaro.

Pero sí es necesario mencionar que hay variedades que se sacan del mercado debido a la preferencia del ácaro, sin embargo lo importante es valorar si ese material se ve afectado en rendimiento aún en presencia del ácaro. Como ejemplo la variedad CR-5272, la cual muestra cierto grado de no preferencia por el ácaro, y a pesar de que son variedades viejas siguen siendo demandadas por los productores debido a su calidad industrial y culinario, al igual que la variedad CR-1113 es muy preferida por el ácaro, pero no se ha demostrado que se disminuya el rendimiento debido a la infestación, se asocia a vaneamiento por hongos o bacterias, pero no por el ácaro.

Este estudio revela que las variedades de arroz toleraron diferentes poblaciones de ácaros por

planta, en términos generales se observó que a pesar de que las variedades mantuvieron ácaros en las plantas, éstas produjeron. La población de Steneotarsonemus spinki fue mayor en la etapa de formación de la panícula, declinando posteriormente en la etapa de maduración de la planta. No se presentó una contundente relación entre las poblaciones del ácaro y los rendimientos del cultivo, pero sí en las variedades en que los picos poblacionales no coincidieron con la etapa de formación de la panícula, los rendimientos no se vieron afectados. Hay plantas de arroz de material genético que no deben dejarse de sembrar por el solo hecho de tener altas poblaciones del ácaro, lo que hay que analizar es la etapa fenológica en que alcanza estas poblaciones que es lo que hace que se afecten los rendimientos. Por lo tanto la pérdida en rendimiento con las densidades poblacionales del ácaro es varietal. Es recomendable que en futuros trabajos de este tipo se realicen haciendo coincidir la etapa de floración en todas las variedades.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Carmen Hernández Ramírez, por la asistencia del ensayo y conteo de los ácaros. A Luís Guillermo Vargas Cartagena, por la ayuda en campo, el análisis estadístico y elaboración de gráficos. A Juan Carlos Ocampo Sanabria, por la instalación y manejo agronómico del cultivo. A Luís Diego Riggioni A, por el permiso de realizar este estudio y consecución de las semillas. A Carlos Sanabria Ujueta, por la logística inicial de realizar este estudio. A la MSc. Evelyn Itzel Quirós del IDIAP de Panamá. Penonomé Coclé, por sus consejos y valiosos aportes en la revisión de este estudio.

#### Literatura consultada

Almaguel, L.; Santos, A.; Torre, P.; Botta, E.; Hernández, J. 2003. Dinámica de población e indicadores ecológicos del ácaro *Steneotarsonemus spink*i Smiley 1968 (Acari:Tarsonemidae) en arroz de riego en Cuba. Fitosanidad. 7 (1): 123-130.

Almaguel, L.; De la Torre, P.; Cáceres, I. 2004. Suma de temperaturas efectivas y potencial de multiplicación del ácaro del vaneado del arroz (*Steneotarsonemus spinki*, Smiley) en Cuba. Fitosanidad. 8 (1): 37-40.

Botta, E.; Almaguel, L.; González, T.; Arteaga, I. y Hernández, J. 2003. Evaluación del comportamiento de *Steneotarsonemus spinki* en diferentes variedades de arroz durante los años 2000-2001. Fitosanidad. 7 (2): 125-129.

Cheng, Ch.; Hsiao, C. 1979. Bionomics of *S. spinki* attacking rice plants in Taiwan. Recent advances in acaralogy. no. I:111-117.

Cochran, G.; Cox, M. 1965. Diseños experimentales. 2 ed. México. Editorial F. Trillas. p. 618-644.

CONARROZ (Corporación Arrocera Nacional, Costa Rica). 2009. Estadísticas arroceras. (en línea) Consultado martes 10 de nov. 2009. Disponible en www.conarroz. com.

Hummela, N; Castro, B; McDonald, C; Pellerano, C; Ochoa, R. 2009. The panicle rice mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley, a re-discovered pest of rice in the United States. Crop Protection 28: 547–560.

IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá). 2006. Guía técnica para el manejo integrado del complejo ácaro-hongobacteria en el cultivo de arroz. 38 p.

León, R. 2004. Evaluación de la presencia del ácaro *Steneotarsonemus spinki* (Tarsonemidae) en diez variedades de arroz (*Oryza sativa*). INTA-Costa Rica (Archivos técnicos) San José, Costa Rica. 6 p.

León, R. 2008. Evaluación preliminar de diferentes germoplasmas de arroz (Oryza sativa) para determinar la preferencia del ácaro *Steneotarsonemus spinki* (Tarsonemidae) en Costa Rica. Revista Alcances Tecnológicos. no.1:27-44.

León, R. 2004. Diagnóstico de artrópodos asociados al cultivo de arroz. INTA-Costa Rica. Datos sin publicar

León, R. 2008. Diagnóstico de artrópodos asociados al cultivo de arroz. INTA-Costa Rica. Datos sin publicar

Miranda, I; Ramos, M.; Fernández, B. 2003. Factores que influyen en la abundancia de *Steneotarsonemus spinki* en arroz, en Cuba. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. no. 69:34-37.

INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria); ONS (Oficina Nacional de Semillas). 2005. Producción y certificación de semillas genéticas y fundación de arroz. Estación Experimental EJN, Guanacaste. CR. Boletín divulgativo.

Ramos, M. Y Rodríguez, H. 2003. Aspectos biológicos de *Steneotarsonemus spinki* en arroz, en Cuba. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Turrialba, Costa Rica. no. 61: 48-52.

Ramos, M.; Rodríguez, D. J. 2003. Análisis de riesgo de un especie exótica invasora: *Steneotarsonemus spinki* Smiley, estudio de un caso. Rev. Protección Vegetal. 18(3): 153-158.

Reyes, A. 2005. Ácaro del vaneamiento de arroz *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Prostigmata: Tarsonemidae). Programa de arroz. (en línea). CIAT, Colombia. Disponible en www.scribd.com/doc/99235600/Acaros-Del-Arroz.

Santos, A.; Almaguel, L.; De La Torre, P.; Cásares, I. 2001. Longevidad y Fecundidad de *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en el cultivo de arroz en Cuba. Fitosanidad 5 (3): 17-19.

# COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE HÍBRIDOS DE PAPAYA (Carica papaya L.) EN GUÁPILES, COSTA RICA.

Antonio Bogantes Arias<sup>1</sup>, Eric Mora Newcomer<sup>2</sup>

## **RESÚMEN**

Comportamiento productivo de híbridos de papaya (*Carica papaya L.*) en Guápiles, Costa Rica. Este experimento se realizó en Guápiles, Limón, Costa Rica durante los años 2008 y 2009. El objetivo fue determinar la productividad de nuevos híbridos de papaya. Los híbridos H-10 G (MH03-7 x T2); H-11 G (MH03-7 x HC95-8); H-10 P (MH03-10 x T2); H-11 P (MH03-10 x HC95-8) y H Pococí (testigo), se sembraron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se evaluó altura de planta y de inserción de la primera fruta, grosor del tallo, número y peso de frutos, firmeza, sólidos solubles (brix) y severidad de antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides*) en la fruta, así como la incidencia de carpelodia en flores hermafroditas. Las plantas del híbrido H-10P fueron 48 cm más altas que las del híbrido más bajo. Los híbridos derivados de la línea MHO3-10 produjeron 12,7 kg más de fruta por planta con respecto a los derivados de la línea MHO3-7. En general, el rendimiento en todos los híbridos fue superior a 40 kg por planta. La firmeza de cáscara y pulpa en la fruta varió entre 70 y 136 newton (N). Los híbridos de la línea MHO3-10, superaron en 1,02 grados brix a los híbridos con MHO3-7. El porcentaje de severidad de antracnosis en fruta estuvo por debajo de seis. Se observaron flores con carpelodia en plantas de H-10G y H-11G.

Palabras clave: rendimiento, firmeza, grados brix, antracnosis.

# INTRODUCCIÓN

En las localidades de Guácimo, Pococí y alrededores (región Huetar Atlántica) así como, en la Fortuna y en el Tanque de San Carlos (región Huetar Norte) de Costa Rica, se produce cerca del 50% de la producción de papaya. Se requiere desarrollar nuevos materiales con potencial comercial y de adaptación a las condiciones de estas zonas en las que la precipitación anual es superior a los 3000 mm y la temperatura promedio supera los 24 °C (Mora y Bogantes 2004 a).

El mejoramiento genético en papaya es una opción para obtener materiales adaptados y con las características apropiadas a las zonas productoras (Chan 1992, Loyola y Firmino 2001, Goenaga *et al.* 2001, Mora y Bogantes 2004 a, b; David *et al.* 2006, Alonso *et al.* 2008 a y Alonso *et al.* 2009 a). La diversidad genética en los materiales silvestres y cultivados de papaya, permite hacer prospección y

selección de accesiones locales que junto a la introducción de nuevos genotipos foráneos, constituyen dos vías fundamentales para aumentar la variabilidad (Alonso *et al.* 2009 b).

En Costa Rica se ha logrado la producción de nuevos híbridos con el cruzamiento de variedades locales e introducidas, se aprovecha la heterosis, se mejora el sabor y se obtienen altos grados brix en la fruta (Mora y Bogantes 1999-2002). Esta misma estrategia se sigue en otros países, como México y Cuba con la introducción o el uso de materiales de altos grados brix como la Maradol, Sunrise y Sunset (grupo Solo) o la Red Lady (Rivas *et al.* 2003; Alcántara *et al.* 2010, Alonso *et al.* 2008 b).

Algunas características de producción importantes para la selección adecuada de variedades de papaya son la altura de la planta, el número de frutas, la altura de la primera fruta y el peso de la misma (Loyola y Firmino 2001).

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA. Costa Rica. abogantes@inta.go.cr.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, UCR, Costa Rica. emoran@racsa.co.cr.

También, son importantes las características de calidad del fruto, como grados brix, color rojo y firmeza en la pulpa así como la tolerancia a *Colletotrichum gloesporioides* que afecta la fruta, principalmente en la etapa de poscosecha (Solano y Arauz 1995).

Se han documentado pérdidas entre el 25 y 50 % en frutos de papaya cosechada, causadas por la antracnosis (Páez s.f.). En Costa Rica es la enfermedad que más afecta a la fruta que se exporta a Canadá. Barrientos (2010)³, indica que un 75% del rechazo de la fruta exportada a ese país, por el Centro Agrícola Cantonal de Guácimo durante el año 2010, fue por este patógeno. Es evidente que la resistencia es una característica importante en los procesos de selección (Mora y Bogantes 1999-2002).

Las variedades criollas (multilíneas) son aún empleadas por los productores en Costa Rica (Guzmán 1998). Éstas tienen deficiencias en estabilidad productiva y calidad gustativa de la fruta, lo cual, ha repercutido negativamente en el consumo de la papaya. La liberación del híbrido Pococí en el 2006 introdujo ventajas relacionadas con el rendimiento, la calidad de la fruta, y la estabilidad o uniformidad entre las plantas. Este híbrido, produce una fruta con un peso promedio de 1,3 kg (Bogantes y Mora 2006); su rendimiento así como el peso y el aroma le han agradado al productor y al consumidor.

En la actualidad, existen otros usuarios, miembros de la agrocadena de papaya, como los industriales y los hoteleros que requieren de una fruta con dos kilogramos de peso, uniforme, sana y con un brix alto (no menos de 10 grados). Además, se deben considerar otras oportunidades o nichos de mercado como el de fruta pequeña (entre 600 y 800 g), con poca cavidad interna, similar al tipo Solo (Alonso *et al.* 2008 b), especial para exportar a Europa y Estados Unidos.

Esta investigación tuvo como objetivo, determinar la productividad de nuevos híbridos de papaya, en Guápiles, Costa Rica.

# **MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento se inició en setiembre del 2008 y finalizó en noviembre del 2009, en la finca de un productor de papaya, localizado en el distrito de La Rita, cantón de Pococí, provincia de Limón. La altura aproximada de dicha región es de 225 msnm, con una temperatura promedio de 24,6 °C y una precipitación anual promedio de 4380 mm. Los tratamientos fueron híbridos producidos en el proyecto conjunto entre la Universidad de Costa Rica (UCR) y el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA-Costa Rica) y se describen en el Cuadro 1.

Las líneas progenitoras tienen diferentes orígenes:

a. La línea T2 es un material criollo seleccionado y autopolinizado durante dos años.

Las líneas MH03-7, MH03-10 y HC95-8 tienen tres y seis generaciones de autofecundación respectivamente y fueron obtenidas de una población segregante a partir de material autóctono hibridizado con variedades de Cuba y Hawaii (Mora y Bogantes 1999-2002).

Se utilizó como testigo el híbrido Pococí liberado en el 2006 (Bogantes y Mora 2006).

**Cuadro 1.** Híbridos de papaya y sus respectivos progenitores. Guápiles, Limón,CR. 2010.

Tratamientos	Líneas progenitoras
1. Hibrido H-10 G	MH03-7 x T2
2. Híbrido H-11 G	MH03-7 x HC95-8
3. Hibrido H-10 P	MH03-10 x T2
4. Híbrido H-11 P	MH03-10 x HC95-8
5. Hibrido Pococí	Testigo absoluto

El diseño experimental consistió en un bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La parcela total para cada repetición, estuvo constituida por un surco de 6 plantas

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Barrientos, M. 2010. Antracnosis *(Colletotrichum gloeosporioides)* en papaya para exportación. Centro Agrícola Cantonal de Guácimo. Guácimo, Pococí. Comunicación personal.

sembradas a 2,5 m entre sí y 2,5 m entre surco. Se aplicó el manejo del productor que consistió en fertilizar con la fórmula comercial 10-30-10 (30-60 g planta -1) a la siembra. Después de la siembra se aplicó 15-3-31 y 18-5-15-6-1.2 (50-100 g planta -1) en forma alterna y mensual desde los tres hasta los 14 meses. Lo anterior se complementó con la aplicación de microlementos foliares cada mes. El combate de Colletotrichum gloesporioides en la fruta se efectuó con aplicaciones preventivas de benomil y mancozeb (2 g p.c. litro <sup>-1</sup>) Para el combate de Toxotripana curvicauda se usó cipermetrina (1 cc p.c. litro -1) y el control de malezas se efectuó con glifosato (90-100 cc p.c. litro -1).

#### Variables evaluadas

Altura total de la planta (cm). Se midió desde la base hasta el ápice terminal, a los ocho meses de edad.

**Grosor del tallo (cm).** Se midió a 50 cm del suelo, a los ocho meses de edad.

**Altura de la primera fruta (cm).** Se midió desde el suelo hasta la inserción de la primera fruta, a los siete meses de edad.

Número y peso de frutos (g). Se contó el número de frutos de todo el primer flujo de producción (cinco meses) y se tomó el peso del fruto. Adicionalmente, se contó el número de plantas con al menos una flor hermafrodita con carpelodia. Todo a los ocho meses de edad.

Sólidos solubles (grados Brix) de la pulpa. Se evaluó en fruta 100 % madura (amarilla externamente) de plantas con 10 meses de edad. (Mora y Bogantes 2004 b).

Firmeza (newton) de pulpa y cáscara. Se midió con un penetrómetro manual, en el centro de la fruta 100% madura de plantas con 10 meses de edad.

Porcentaje de Severidad de antracnosis (Colletotrichum gloesporioides) en fruta.

Se calculó haciendo una observación visual del porcentaje de área con síntomas en la fruta 100% madura de plantas con 10 meses de edad, según la escala de severidad de Solano y Arauz (1995). La medición de ésta variable se basó en el inóculo natural de la plantación, proveniente de peciolos, hojas, flores y frutas (Durán *et al.* 2000).

La muestra para el número de frutos por planta, altura de la planta, altura de la primera fruta y grosor del tallo, consistió de dos plantas por repetición para un total de ocho por híbrido o tratamiento. La muestra para peso de fruta por planta, porcentaje de antracnosis, firmeza de la pulpa y brix consistió en dos frutas por planta, cuatro por repetición para un total de 16 frutas por tratamiento.

El brix se midió con un refractómetro de mano graduado de 0 a 32%. La firmeza se midió con un penetrómetro de 200 newton (N), con un extremo (accesorio) plano y redondo de 1cm de diámetro.

Los datos finales fueron sometidos a pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk), homogeneidad de varianzas y el análisis de varianza. Motivados por las características de las líneas progenitoras (Cuadro 1) se hicieron comparaciones por análisis de contrastes entre los híbridos con MHO3-7 (H-10G y H-11G) y los híbridos con MHO3-10 (H-10P y H-11P). También, entre los híbridos con T2 (H-10G y H-10P) y los híbridos con HC95-8 (H-11G y H-11P) así como el híbrido Pococí con los cuatro híbridos restantes. Todos los análisis fueron realizados utilizando el sistema estadístico SAS (López y López 1995).

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Altura de planta, fruta y grosor del tallo

La altura total de las plantas y el grosor del tallo fue diferente entre híbridos (p=0,0001 y 0,006 respectivamente). A los ocho meses de edad la diferencia promedio entre la altura de las plantas más altas (H-10 P) y las más bajas (H-10 G) fue de 48 cm (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Altura de planta, grosor del tallo y altura desde el suelo a primera fruta de híbridos de papaya a los ocho meses después de la siembra. Guápiles, Limón, CR. 2009.

Tratamiento	Altura planta (cm)	Grosor tallo (cm)	Altura primera fruta (cm)
H-10P	205	9,58	73,38
H-11 P	199	8,50	78,12
H-Pococí	185	9,84	76,75
H-11G	172	8,62	68,00
H-10G	157	8,04	73,50

Los H-10P y H-11P que comparten a la línea MHO3-10, mostraron mayor altura (promedio de 38 cm) con respecto a los derivados de la línea MHO3-7 (H-10G y H-11G). (Cuadros 2 y 3). Las plantas de la línea progenitora MHO3-10 fueron más altas y de entrenudos más largos que los de la línea MHO3-7.

Las líneas T2 y HC95-8, son parecidas en altura y tuvieron un efecto similar en el crecimiento de sus respectivos híbridos (H-10G, H-10P y H-11G, H-11P). La altura del híbrido Pococí usado como testigo, fue igual al promedio de los cuatro híbridos restantes. Con respecto al grosor del tallo, las plantas del Híbrido Pococí fueron 1,15 cm más gruesas que el promedio de los otros cuatro híbridos (Cuadros 2 y 3).

**Cuadro 3.** Estimados de las diferencias de altura de planta y grosor del tallo entre grupos de híbridos de papaya, ocho meses después de la siembra. Guápiles, Limón, CR. 2009.

Tratamientos (híbridos)	Altura planta (cm)	Grosor tallo (cm)
H-10G y H-11G (MHO3-7*) vs	- 37.75	- 0,71
H-10P y H-11P (MHO3-10*)	(p= 0,0001)	(p= 0,07 n. s.)
H-10G y H-10P (T2*) vs	- 4,50	0,25
H-11G y H-11P (HC95-8*)	(p= 0,44 n. s.)	(p= 0,53 n. s.)
Todos vs H. Pococí	- 1,75 (p= 0,85 n. s.)	- 1.15 (p= 0,01)

<sup>\*</sup> Líneas progenitoras

n. s. = Sin diferencias significativas.

La altura de las plantas en los híbridos, con excepción del híbrido H-10G, es similar a la de otros híbridos como Tainung 1 y Scarlett Princess, con un año de edad (Alonso *et al.* 2009 a), y a la de las variedades Red Lady y Sunset Solo en México, con 1,88 y 1,81 m (Rivas *et al.* 2003). En aquellos genotipos sin problemas de esterilidad femenina, la planta alta (con dos metros), es una característica importante porque podría estar relacionada con una mayor cantidad de frutas. Sin embargo, a mayor altura de la planta más dificultad para cosechar la fruta (Alonso *et al.* 2009 a). En nuestro medio se han observado plantas muy bajas (con menos de 1,50 m) y productivas

pero con problemas de compresión de frutas y con entrenudos muy cortos, que reducen su ciclo productivo.

La inserción de la primera fruta en la planta fue muy similar entre los híbridos (p= 0,39), estuvo a una altura entre 68 y 78 cm del suelo (Cuadro 2). Alonso *et al.* (2008 a), reportan una correlación positiva entre la altura de la planta y la primera fruta (flor) en tres cultivares del grupo Solo evaluados en Cuba. En México, Rivas *et al.* (2003) reportan la altura de la primera fruta en las variedades Sunrise y Sunset Solo a 88 y 90 cm del suelo. El inicio de la producción con fruta a poca

altura es considerada como una característica importante en papaya, tanto es así que Alonso et al. (2009 a), resaltan cultivares con primera fruta a una altura entre 45 y 50 cm del suelo y destacan como una desventaja en la Tainung 1, la producción de la primera fruta a los 86 cm. En México, Alcántara et al. (2010), reportan una altura de inserción de la primera fruta desde los 64 cm del suelo en papaya Maradol y hasta 77 y 108 cm en otros cultivares criollos e introducidos. Para condiciones de precipitación por encima de los 4000 mm, típicas de la región Huetar Atlántica de Costa Rica, la altura de la primera fruta debería ser mayor a 80 cm, para disminuir la incidencia de Phytophtora sp que es favorecido por el salpique del agua en la fruta. Después de las lluvias queda suelo proveniente del salpique en las frutas y en el tallo, en los primeros 50 cm de altura (Mora y Bogantes (2004 a). Por otra parte, una excesiva precocidad de la planta con fruta muy baja, puede estar asociada a una vida útil menor de la plantación (Mora y Bogantes 1999-2002).

# Número y peso de frutas

El número de frutos por planta entre los híbridos varió entre 30,50 y 51,12 (p= 0,01) (Cuadro 4). En México el híbrido 'Azteca' en etapa de prueba, produjo un promedio de 38,5 frutos por planta, comparado con 33,9 en la variedad 'Maradol' (Mirafuentes y Azpeitia, 2008). En Cuba Alonso *et al.* (2009 a), obtuvieron 59, 50 y 40 frutos por planta en los híbridos Tainung 01, Scarllet Princess y la variedad Maradol, respectivamente.

**Cuadro 4.** Número y peso promedio de frutas, para los primeros cinco meses de cosecha, en cinco híbridos de papaya. Guápiles, Limón, CR. 2009

Tratamiento	Número frutos	Peso fruto (g)	Peso por planta (kg)
H-11P	51,12	995,14	52,5
H-Pococí	47,00	1378,75	64,5
H-11G	43,75	1014,93	44,5
H-10P	42,50	1412,33	60,6
H-10G	30,50	1422,63	43,2

Los híbridos de la línea progenitora MHO3-10 (H-10P y H-11P) produjeron en promedio 9,69 frutos más que los híbridos con MHO3-7 (H-10G y H-11G). Las plantas de los híbridos que incluyeron la línea MHO3-10 fueron más altas con respecto a las de los híbridos con MHO3-7, eso repercutió en una mayor cantidad de nudos, hojas, axilas florales y frutos por planta. También se deduce que hubo un efecto de la línea progenitora HC95-8 en la cantidad de fruta, con un promedio en sus híbridos (H-10G y H-10P) de 10,94 frutos más con respecto a los otros dos híbridos con T2 (H-11G y H-11P). El promedio de frutos de los cuatro híbridos fue similar a Pococí (Cuadros 4 y 5).

Cuadro 5. Estimados de las diferencias de número y peso promedio de frutas entre grupos de híbridos de papaya para los primeros cinco meses de cosecha. Guápiles, Limón. CR. 2009.

Tratamientos (híbridos)	Número frutos	Peso fruto (g)
H-10G y H-11G (MHO3-7*) vs	- 9,69	15,04
H-10P y H-11P (MHO3-10*)	(p= 0,01)	(p= 0,74 n. s.)
H-10G y H-10P (T2*) vs	-10,94	412,44
H-11G y H-11P (HC95-8*)	(p= 0,004)	(p=0,0001)
Todos vs H. Pococí	- 5,03 (p= 0,21 n. s.)	- 167,49 (p= 0,007)

<sup>\*</sup> Líneas progenitoras n. s.= Sin diferencias significativas.

El peso promedio en la fruta de los cuatro híbridos fue inferior al del testigo Pococí (Cuadro 5). Se establecieron dos grupos de interés por el peso de la fruta (Cuadro 4), el primero, con una fruta mediana entre 1379 y 1423 g, con potencial para el doble propósito (consumo en fresco y proceso); el segundo grupo, con fruta entre 995 y 1015 g, un peso para el mercado de fruta pequeña, especialmente en Europa y Estados Unidos. En Cuba, Alonso et al. (2009) a), también consideran como fruta mediana la que obtuvieron en los híbridos Tainung 1 y Scarlett Princess (1456 y 1554 g). En Brasil Cattaneo et al (2007) obtuvieron un peso de fruta alrededor de los 1200 g en 23 genotipos del grupo Formosa así como en los dos híbridos comerciales Tainung 1 y Caliman 1 y lo consideran como un peso de fruta deseable para la comercialización.

EL promedio de producción de fruta de los híbridos H-10G y H-10P, superó al de H-11G y H-11P, en 412,44 gramos (Cuadro 5). Esa diferencia es un posible efecto genético de la línea T2, la cual es criolla y siempre produce una fruta grande con un peso alrededor de los 2 kg. Situación similar se ha observado en otros híbridos, en los que se han usado líneas con fruta grande (2 kg) como la Maradol roja o materiales del grupo Formosa cruzadas con materiales del grupo Solo de fruta pequeña con 500 g de peso (David *et al.* 2006).

El hibrido más productivo fue Pococí (p= 0,0004) con 14,3 kg más de fruta por planta que el promedio de los demás (Cuadro 4). También los híbridos con MHO3-10 produjeron 12,7 kg más (p=0,0006) que los provenientes de MHO3-7 (Cuadro 4). En general los rendimientos superan la expectativa comercial que se tiene con los materiales criollos en Costa Rica, entre 31 y 37 kg (Bogantes y Mora 2006). Híbridos comerciales, de fruta mediana (1000-1400 g) como la Red Lady y las Tainung 1 y 2, evaluados en Puerto Rico, tuvieron rendimientos aproximados a 58 kg por planta (Goenaga et al. 2001). En materiales de fruta más pequeña (500-600 g) como los del grupo Solo, se obtuvieron 40 kg (Alonso et al. 2008 a). En el caso de Pococí, en sus pruebas iniciales se registraron rendimientos de 54,19 kg (Mora y Bogantes 2004 a).

A los ocho meses de edad, se observaron 10 plantas del híbrido H-10G y una planta en el H-11G con al menos una flor hermafrodita con carpelodia. Ambos descienden de la línea MHO3-7, en la cual se han detectado individuos con esta característica en la cuarta generación de autofecundación. Este fenómeno consiste en la transformación de los estambres en carpelos (Storey 1967), que es estimulada por temperaturas frías (se da a menos de 20 °C en nuestro medio). El resultado final es una fruta deformada conocida como "cara de gato", sin valor comercial (Da Silva *et al.* 2006).

# Firmeza, brix y antracnosis

La firmeza de cáscara y pulpa en la fruta varió entre 70 y 136 newton (N) (Cuadro 6). Pococí obtuvo 33 N menos de firmeza en su fruta con respecto al promedio de los cuatro híbridos restantes (Cuadro 7). Una resistencia a la penetración (firmeza) de 50 N, utilizando extremo redondo y plano para penetrar la cáscara y pulpa, es aceptable para fruta madura que no requiere de mucha manipulación. Para fruta con mucha manipulación o que se transporta a destinos largos, se requiere de una resistencia mayor, entre 60 a 70 N (usando la misma técnica de penetración). No obstante, los autores han observado que una fruta 100% madura con firmeza de cáscara y pulpa por encima de 120 N, se siente bastante dura al tacto y esa característica no satisface completamente al consumidor ni al productor; es probable que este último, confunda esa firmeza con un trastorno fisiológico que se da en algunas ocasiones y que consiste en un endurecimiento o falta de maduración de la fruta por causas aún desconocidas.

**Cuadro 6.** Firmeza, brix de la pulpa y porcentaje de área de la fruta de papaya afectada por antracnosis en los híbridos, evaluados a los 10 meses. Guápiles, Limón, CR. 2009.

Híbrido	Firmeza (Newton)	Grados Brix	% antracnosis
H-11P	136	12,82	3,54
H-Pococí	70	10,90	1,00
H-11G	112	11,71	5,47
H-10P	74	11,44	3,67
H-10G	90	10,51	7,75

Tratamiento con igual letra en una misma columna presentan diferencias no significativas según Prueba de Duncan a 5%.

Los híbridos derivados de HC95-8 (H-11G y H-11P) tuvieron 42 N más de firmeza en su fruta con respecto a (H-10G y H-10P) que se derivaron de la línea T2 (Cuadro 7). En efecto la línea HC95-8 es un material estable y con una fruta bastante firme (más de 100 N). Fonseca *et al.* (2003) en una valoración de firmeza de las papaya Sunrise y Golden del grupo Solo, señalan que una baja firmeza de pulpa promueve menor resistencia al transporte y mayor cuidado para el manejo postcosecha.

**Cuadro 7.** Estimados de las diferencias de firmeza, brix de la pulpa y porcentaje de antracnosis entre grupos de híbridos de papaya, evaluados a los 10 meses. Guápiles, Limón, CR. 2009.

Tratamientos (híbridos)	Firmeza (N)	Grados Brix	Antracnosis (%)
H-10G y H-11G (MHO3-7*) vs H-10P y H-11P (MHO3-10*)	- 4,00 (p= 0,74 n. s.)	-1,02 (p= 0,0003)	-3,00 (p= 0,04)
H-10G y H-10P (T2*) vs H-11G y H-11P (HC95-8*)	- 42,00 (p= 0,0001)	-1,30 (p=0,0001)	1,21 (p=0,51 n. s.)
Todos vs H. Pococí	- 33 (p= 0,0003)	- 0,72 (p= 0,0001)	- 4,10 (p= 0,006)

<sup>\*</sup> Líneas progenitoras n. s.= Sin diferencias significativas.

La concentración de azúcares es una característica importante en la calidad comercial de la papaya (Mora y Bogantes 2004 b). Las frutas en los diferentes híbridos tuvieron un brix cercano o superior a los 11 grados (Cuadro 6). Para las variedades tipo hawaiano 11,5 grados brix, ha sido establecido como el mínimo aceptable (Paull, citado por Zhou *et al.* 2000) así como para la papaya de exportación (Alonso *et al.* 2008 b).

El híbrido Pococí resultó con 0,72 grados brix por debajo del promedio de los demás, mientras que los derivados de MHO3-10, superaron en 1,02 grados a los híbridos con MHO3-7 (Cuadro 7). Los híbridos con HC95-8 (H-11 G y H-11P) tuvieron fruta con 1,30 grados brix por encima de los que tuvieron T2 (H-10G y H-10P) (Cuadro 7). Materiales con grados brix altos (alrededor de 12,0) como las líneas MHO3-10 y la HC95-8, son resaltados por su contribución en el aumento

de dichos sólidos solubles en los híbridos en los que son utilizados (David *et al* . 2006). En México Mirafuentes y Aspeitia (2008), reportan 12,44 grados brix para un nuevo híbrido denominado Azteca, el cual compararon con la variedad Maradol, en cuya fruta obtuvieron 10,48 grados brix. Cattaneo *et al.* (2007), obtuvieron un brix por debajo de 10,00 grados, en frutas de 23 genotipos del grupo Formosa y en el híbrido Tainung 1, evaluados en Brasil.

La severidad de antracnosis en la fruta, en general, no llegó al 10% en ninguno de los híbridos evaluados (Cuadro 6). Es importante resaltar que solo se hizo una evaluación y además en las condiciones del productor se hacía control químico de la enfermedad.

En las condiciones en que se evaluó la antracnosis en la fruta, el híbrido Pococí tuvo un 4,10% menos severidad que el promedio de los demás híbridos (Cuadro 7). Además, se observó un 3% menos de antracnosis en la fruta de los híbridos con MHO3-10 (H-10P y H-11P) comparados con los promedios de los híbridos con MHO3-7 (H-10G v H-11G). La MHO3-7 es una línea que siempre ha tenido incidencia de antracnosis en fruta que la línea MHO3-10, durante los procesos de selección (Cuadro 7). En papaya, esta enfermedad es la más limitante en el período poscosecha, la remoción de pecíolos como práctica cultural (Durán et al. 2000) y el control químico preventivo con daconil (Solano y Arauz 1995) son quizá las dos herramientas de combate más importantes en nuestro país: por ese motivo, la resistencia o alta tolerancia a dicha enfermedad es una de las características más importante en cualquier nueva variedad de papaya.

En términos generales los híbridos H-10P y Pococí, demostraron ser los más productivos y con buenas características de fruta. El híbrido H-10 G fue el de menos rendimiento por planta y con más porcentaje de antracnosis en fruta. El híbrido H-11P de fruta pequeña fue productivo y el de mayor brix (12,82), pero su fruta es muy dura o sea con una firmeza muy alta (136 N).

Agradecimiento: Los autores manifiestan su agradecimiento al técnico Felipe Rojas A. y al señor Luis Aguirre por su apoyo en las evaluaciones y el trabajo para el mantenimiento del experimento en campo.

#### LITERATURA CITADA

Alcántara, J.; Castro, E.; Ayvar, S.; Nava, A.; Brito, T. 2010. Características fenotípicas y agronómicas de seis genotipos de papaya (*Carica papaya L.*) de Tuxpan, Guerrero, México. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Enero-Junio 1(1):35-46.

Alonso, M.; Farrés, E.; Tornet, Y.; Castro, J.; Ramos, R.; Rodríguez, M. 2008 a. Evaluación de tres cultivares de papaya del grupo Solo basada en caracteres de crecimiento y productividad. Cultivos Tropicales 29 (2):59-64.

Alonso, M.; Tornet, Y.; Ramos, R.; Aranguren, M.; Rodríguez, K.; Pastor, M. 2008 b. Caracterización de los frutos de cuatro cultivares de papaya del grupo Solo, introducidos en Cuba. Agronomía Costarricense 32(2):169-175.

Alonso, M.; Tornet, Y.; Ramos, R.; Farrés, E.; Rodríguez, D. 2009 a. Evaluación de dos híbridos de papaya introducidos en Cuba. Agronomía Costarricense. 33(2):267-274.

Alonso, M.; Bautista, M.; Ortiz, M.; Quiroz, A.; Rohde, W.; Sánchez, L. 2009 b. Caracterización de accesiones de papaya (*Carica papaya L.*) a través de marcadores AFLP en Cuba. Revista Colombiana de Biotecnología Vol. XI (2):31-39.

Bogantes A., Mora E. 2006. Validación del rendimiento del hibrido de papaya "Pococí" (*Carica papaya*). En el Caribe de Costa Rica. Revista Alcances Tecnológicos. Año 4. no. 1: 53-57.

Cattaneo, L.; Santana , A.; Gonzaga M.; Santana, E. 2007. Produtividade de cultivares

de Mamoeiro do grupo 'Formosa' no estado do Espírito Santo. Papaya Brasil: 366-368.

Disponible en http://www.fundagres.org.br/downloads/pi-mamao/2007melhoramento%20 genetico\_07.pdf . consultado 9 de abril del 2011.

Chan, Y.K. 1992. Progress in breeding of F1 papaya hybrids in Malaysia. Acta Hort. 292:41-50.

Da Silva, F.; Gonzaga, M.; Correa, P.; Santana, T.; Pio, A.; Figueiredo, R.; Cancela, H.; Ferreguetti, G. 2007. Evaluation of the sexual expression in a segregating BC1 papaya population. Crop Breeding and Applied Biotechnology 7:16-23.

David M, S.; Gonzaga, M.; AmaraL, A.; Peres, A.; Ide, C. 2006. Partial diallel to evaluate the combining ability for economically important traits of papaya. Scientia Agrícola, 63(6):7p.

Durán, A.; Mora, D.; Ramírez, L. 2000. Los pecíolos de la papaya como fuente de inóculo de la antracnosis y su eliminación como práctica de control. Agronomía Mesoamericana. 11(2):07-14.

Fonseca, M.; Rocha, N.; Cenci s.; Cecon, P.; Bressan R. 2003. Comparación entre las papayas var. Sunrise Solo y var. Golden, durante siete estados de madurez. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. 5(2):86-91.

Goenaga, R.; Irizarry, H.; Rivera, E. 2001 Yield and fruit quality of papaya cultivars grown at two locations in Puerto Rico. J. Agric. Univ. P.R. 85 (3-4):127-134.

Guzmán D. G. 1998. Guía para el cultivo de la papaya. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José. Costa Rica. p. 62.

López, P. G.; López, P. J. 1995. Introducción al Micro SAS. Aplicación al análisis de experimentos. Unidad de Informática y Bioestadística. Centro Agronómico de

Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba. Costa Rica. 119 pp.

Loyola, L.; Firmino De Lima, J. 2001. Selecao e Recomendacao de variedades de mamoeiro- Avaliacao de linhagens e híbridos. Revista Brasileira de Fruticultura Jaboticabal. 23(3):617-621.

Mirafuentes, F.; Aspeitia, A. 2008. 'Azteca', primer híbrido de papaya para el trópico de México. Revista Fitotecnia México. 31(3):291-293.

Mora, E., Bogantes, A 1999-2002. Evaluación del potencial comercial de líneas S2 de papaya (*Carica papaya* L.) en la Región Atlántica de Costa Rica. Rev. Agronomía Tropical 32: 73-80.

Mora, E.; Bogantes, A. 2004 a. Evaluación de Híbridos de papaya (*Carica papaya*) en Pococí, Limón. Costa Rica. Agronomía Mesoamericana 15(1):39-44.

Mora, E., Bogantes, A. 2004 b. Herencia de la concentración de los sólidos solubles entre líneas parentales de papaya (*Carica papaya*L.) y sus híbridos. Agronomía Mesoamericana 15 (1):81-84.

Páez, A. s. f. Tecnologías sostenibles para el manejo de la antracnosis en papaya y mango. CORPOICA TURIPANÁ:http:// www.turipana. org.co/manejo\_antracnosis.htm. 15 diciembre del 2010.

Rivas V, P.; Mora, G.; Téliz, D.; Mora, A. 2003. Influencia de variedades y densidades de plantación de papayo (*Carica papaya* L.) sobre las epidemias de mancha anular. Revista Mexicana de Fitopatología. julio-diciembre, 21 (02): 109-116.

Solano, V.; Arauz, L. F. 1995. Combate de antracnosis en frutos de papaya mediante aplicaciones de fungicidas en el campo en la zona Atlántica de Costa Rica. Agronomía Costarricense 19 (2):25-30.

Storey, W. B. 1967. Theory of the derivations of the unisexual flowers of Caricaceae. Agronomía Tropical 17: 273-321.

Zhou, L.; Chistopher, D.; Paull, R. 2000. Defoliation and fruit removal effects on papaya fruit production, sugar metabolism, and sucrose metabolism. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125 (5):644-652.

## FERTILIZACIÓN NITROGENADA DE VARIEDADES DE MAÍZ EN DOS LOCALIDADES MAICERAS DE COSTA RICA

Nevio A. Bonilla Morales1

#### RESUMEN

Fertilización nitrogenada de variedades de maíz en dos localidades maiceras de Costa Rica. Se determinó el efecto del nitrógeno, en el rendimiento de las variedades de maíz. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial de cuatro variedades de maíz, tres repeticiones y cuatro niveles de nitrógeno. Las variedades fueron UPIAV-G6, Los Diamantes 8843, JSAENZ y EJN2 y los niveles 0, 80, 160 y 240 kg nitrógeno/ha. El tratamiento de 240 kg de N/ha y la variedad UPIAV-G6 presentaron el mayor rendimiento (6,1 y 5,1 t/ha respectivamente). El tratamiento 0 kg de N/ha y la variedad JSáenz mostraron rendimientos de 4,3 y 4,7 t/ha respectivamente. Los contrastes ortogonales determinaron que se presentaron diferencias entre los niveles de nitrógeno por variedad.

Palabras clave: nitrógeno, UPIAV-G6, regresión, Zea mays

#### INTRODUCCION

El manejo del nitrógeno en el cultivo de maíz en Costa Rica se basa en información generada hace 30 o 40 años y poco se ha modificado en su conformación básica. recomendaciones de fertilización Las obedecen a criterios válidos de la fenología del cultivo, pero estos criterios deben ser enriquecidos con investigaciones que los actualicen, de manera que permitan definir alternativas para condiciones particulares de suelo, clima y variedad entre otros. Las condiciones particulares de una región o localidad requieren precisar recomendaciones específicas para la dosis y épocas de aplicación del nitrógeno. Como ejemplo está el caso del elemento zinc en las regiones Chorotega y Brunca, que se beneficia cuando se considera el tipo de suelo donde se siembran actualmente las áreas de maíz (Bonilla 2009).

Los principales factores que afectan la producción del cultivo son la fertilidad y el manejo de los suelos, la deficiente distribución de las lluvias, el inadecuado manejo agronómico y la presencia de enfermedades y plagas.

La producción de maíz en Costa Rica se desarrolla en diversidad de ambientes que provocan en muchos casos, bajos rendimientos.

Debido a que el cultivo de maíz ha perdido importancia económica y a la carencia de personal técnico especializado en el área de fertilidad de suelos que lleve a cabo trabajos de investigación, en los últimos 10 años en Costa Rica se han dado pocos esfuerzos relacionados con la determinación de las necesidades nutricionales de los cultivares de maíz que se ofrecen a los agricultores.

El área de fertilidad de suelos en el cultivo de maíz, constituye un campo de investigación importante y diverso en la región centroamericana, sin embargo, se reportan pocos trabajos, en algunos casos por las razones expuestas previamente. Además dichos estudios requieren continuidad en los sitios donde se llevan a cabo, principalmente si éstos se realizan en fincas de agricultores. Estas condiciones se refieren a tiempo, espacio y manejo de las parcelas experimentales. Los trabajos realizados por Caceros *et al.* (1990); Saín y Acosta (1993); Barreto *et al.* (1994); Gordon *et al.* (1997), Sainz Rozas *et al.* (2004), García (2003) y Hernández *et al.* (2003)

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA .Costa Rica. nbonilla@ inta.go.cr.

evidencian de manera clara estos conceptos. Lo anterior se incrementa en complejidad si se considera la respuesta diferencial de las variedades al nitrógeno, ya que no todas tienen un comportamiento similar ante una misma cantidad de nitrógeno. Las nuevas variedades de maíz se seleccionan bajo un manejo estándar del nitrógeno, de manera que se puedan comparar en igualdad de condiciones y para ello es importante realizar trabajos de investigación para determinar las necesidades particulares del elemento para cada variedad.

Los trabajos de investigación en fertilidad del cultivo del maíz consideran aspectos de densidad de siembra, cultivares, rotación con leguminosas y épocas de siembra. De igual manera, los trabajos llevados a cabo por Zea (1993); Saín y Acosta (1993); Barreto *et al.* (1994) y Gordon *et al.* (1997); Tosquy y Castañón (1998); Morales (1998) y Cano *et al.* (2001) presentan resultados al respecto, donde se reportan interacciones entre densidad de siembra épocas de siembra y cultivares; así también la dinámica de la rotación maíz-frijol en función del manejo de la fertilización.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del nitrógeno en el rendimiento de las variedades de maíz.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Esta investigación se estableció en las localidades de Pejibaye de Pérez Zeledón y Upala de Alajuela en las dos épocas de siembra (mayo-agosto y setiembre-diciembre) de los años 2008-2009.

Se estableció un experimento de campo que consistió en un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 4 x 3 x 4 cuatro variedades de maíz, UPIAV-G6, Los Diamantes 8843, JSAENZ y EJN2; tres repeticiones y cuatro niveles de nitrógeno (0, 80, 160 y 240 kg/ha). Los tratamientos se presentan en el Cuadro 1.

Las parcelas experimentales estuvieron constituidas por cuatro surcos de 5,0 metros

de longitud separados 0,75 m. La parcela útil fueron los dos surcos centrales con un área de 8,25 m². Las plantas estuvieron distanciadas 0,5 m entre sí, utilizando tres semillas por golpe de siembra, se raleó a dos plantas por golpe a los 15 días después de sembradas, para tener una población homogénea y un número constante de plantas durante todo el ciclo del cultivo. La población fue de 53 333 plantas por hectárea.

El nitrógeno se aplicó un 25% a la siembra y un 75% a los 25 días después de la siembra. Solamente los tratamientos con 0 nitrógeno no llevaron este elemento. El fósforo y el potasio se aplicaron en un 100% al momento de la siembra en todos los tratamientos. La fuente de nitrógeno fue la fórmula química comercial 10-30-10 a la siembra y nitrato de amonio a los 25 días después de la siembra.

La genealogía de las variedades es la siguiente: UPIAV-G6 (S00ACTLW); Los Diamantes 8843 (sintético de ocho líneas de la Población 43), EJN2 (Guararé); JSAENZ (criolla).

### Variables evaluadas. (CIMMYT 1995)

#### En campo.

- 1. Número de plantas establecidas (a los 15 días de siembra).
- 2. Días a floración masculina (número de días con 50% de plantas floreadas).
- 3. Días a floración femenina (número de días con 50% de plantas floreadas).
- Altura de planta (en centímetros a momento de la cosecha).
- 5. Altura de mazorca (en centímetros al momento de la cosecha).
- 6. Acame de raiz (número de plantas).
- 7. Acame de tallo (número de plantas).
- 8. Daño por enfermedades foliares (escala 1 a 5 donde 1 es sano).
- 9. Daño por insectos plaga (escala 1 a 5 donde 1 es sano).
- 10. Aspecto de planta (escala donde 1 es excelente y 5 deficiente).
- 11. Aspecto de mazorca (escala donde 1 es excelente).

- 12. Cobertura de mazorca (número de mazorcas con mala cobertura).
- 13. Número de plantas cosechadas.
- 14. Número de mazorcas podridas (al momento de la cosecha).
- 15. Peso de campo (en kilogramos por parcela útil).
- 16. Humedad de grano a cosecha (porcentaje medido con determinador portátil).

Se realizó un análisis de suelo de cada sitio de siembra previo al establecimiento de la misma.

#### Análisis estadístico.

Se realizó un análisis de varianza para la variable rendimiento. Las otras variables se registraron como referencia y complemento del rendimiento.

El análisis de la varianza se realizó mediante el procedimiento GLM del programa Statistical Analysis System (SAS) (SAS Institute Inc. 1985). Se utilizó la prueba de separación de medias Diferencia Mínima Significativa (DMS).

En este artículo se presentan los resultados correspondientes a los años 2008 y 2009, específicamente a cuatro ensayos ubicados en las localidades de Upala y Pejibaye de Pérez Zeledón.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en los ensayos de los años 2008 y 2009 donde se muestran los rendimientos obtenidos para cada uno de los niveles de nitrógeno y las variedades consideradas se presentan en el Cuadro 1.

La variedad UPIAV-G6 y el nivel de 240 kg/ ha de nitrógeno mostraron los mayores rendimientos, siendo estos diferentes de manera significativa de los otros tratamientos. La variedad JSáenz mostró los menores rendimientos y los niveles 0 y 60 igualmente presentaron los menores rendimientos.

Cuadro 1. Rendimiento de variedades de maíz según nivel de nitrógeno. El Águila, Pejibaye, Pérez Zeledón, CR. 2008-2009.

NIVEL NITRÓGENO/ VARIEDAD	RENDIMIENTO t/ ha
0	3,29 a
80	3,58 a
160	4,83 b
240	6,13 c
JSAENZ	3,68 a
EJN2	4,35 b
LD8843	4,71 b
UPIAV G6	5,11 c

Letras diferentes indican diferencias significativas

En los resultados obtenidos se muestran los rendimientos para cada uno de los niveles de nitrógeno y las variedades consideradas en el Cuadro 1. La variedad UPIAV-G6 y el nivel de 240 kg/ha de nitrógeno mostraron los mayores rendimientos (5,11 y 6,13 t/ha respectivamente), siendo estos diferentes significativamente (ά=0,05) con respecto a los otros tratamientos.

Los ensayos de 2008 y 2009 presentaron diferencias significativas en cuanto a rendimiento para los factores variedad y nivel de nitrógeno aplicado de acuerdo con la prueba de separación de medias DMS (Diferencia Mínima Significativa). Las diferencias se señalan en el Cuadro 1.

El coeficiente de determinación para la variable rendimiento fue de 0,70. El análisis de contrastes ortogonales indica para las medias de tratamientos que efectivamente se presentaron diferencias varietales en cuanto a los niveles de nitrógeno, es decir la respuesta en la producción de grano.

Así mismo, para el factor nivel de nitrógeno la prueba de diferencia de medias señala que el nivel 240 kg/ha de nitrógeno presentó el mayor rendimiento (6,13 t/ha) y el nivel 0 kg/ha el menor rendimiento (3,29 t/ha). La variedad UPIAV-G6 presentó el mayor rendimiento (5,11 t/ha) siendo este diferente significativamente (ά=0,05) de las otras variedades (Cuadros 2 y 3). La variedad JSAENZ mostró rendimientos de 3,7 t/ ha. Esto indica que ambas variedades difieren en la dinámica de absorción y aprovechamiento del nitrógeno en la planta, siendo más eficiente en esta conversión

UPIAV-G6 que JSAENZ. Esto permite señalar que la no aplicación del elemento reduce significativamente el rendimiento, así mismo la variedad mencionada presenta una respuesta diferencial al nitrógeno, posiblemente no lineal.

Los contrastes ortogonales entre medias de tratamiento determinaron que existen diferencias entre los niveles de nitrógeno en cada variedad coincidiendo con la respuesta de cada variedad a la aplicación de nitrógeno en cuando al rendimiento de grano.

**Cuadro 2.** Rendimiento de grano (t/ha), lecturas de SPAD y porcentaje de nitrógeno por nivel de fertilización y variedad de maíz. El Águila, Pejibaye, San José, CR. 2008-2009.

VARIEDAD	NIVEL NITROGENO (kg/ ha)	RENDIMIENTO t/ ha	LECTURA SPAD	PORCENTAJE DE NITROGENO
EJN2	0	2,5	44,9	3,0
	80	3,2	50,6	2,9
	160	4,0	53,4	2,9
	240	3,5	51,2	2,9
JSAENZ	0	2,9	45,8	3,0
	80	3,4	45,5	2,8
	160	3,2	49,4	3,0
	240	3,5	54,9	3,3
LD8843	0	1,9	44,4	2,9
	80	2,0	49,1	3,1
	160	2,4	50,4	3,0
	240	2,6	54,8	3,0
UPIAV-G6	0	3,3	44,9	2,9
	80	3,9	49,0	2,9
	160	3,7	49,9	3,0
	240	4,9	53,3	3,1

**Cuadro 3.** Rendimiento de grano por tratamiento de nitrógeno y variedad de maíz. Upala, Alajuela, CR. 2008-2009.

VARIEDAD	NIVEL NITRÓGENO (kg/ ha)	RENDIMIENTO (t/ ha)	LECTURA SPAD	PORCENTAJE DE NITROGENO
EJN2	0	3,8	53,2	2,9
	80	5,8	54,3	3,0
	160	4,3	52,6	3,0
	240	3,7	52,1	3,0
JSAENZ	0	2,8	46,4	2,9
	80	2,6	49,3	3,1
	160	3,5	49,6	3,1
	240	3,7	54,8	3,2
LD8843	0	2,9	49,7	2,9
	80	2,2	54,5	3,1
	160	5,6	51,4	3,2
	240	4,4	53,9	2,9
UPIAVG6	0	2,7	49,7	2,9
	80	5,3	50,4	2,9
	160	4,9	50,9	3,0
	240	4,6	54,2	3,1

#### LITERATURA CITADA

Barreto, H. J.; Pérez, C.; Fuentes, M.R.; Quemé, J.L.; Larios, L. 1994. Efecto de dosis de urea-N en el rendimiento del maíz bajo un sistema de rotación con leguminosas de cobertura. Agronomía Mesoamericana 5:88-95.

Bonilla, N. 2009. Manual de recomendaciones del Cultivo del Maíz. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). San José, Costa Rica. 78 p.

Cano, O.; Tosquy, O.H.; Sierra, M.; Rodríguez, F.A. 2001 Fertilización y densidad de población en genotipos de maíz cultivados bajo condiciones de temporal. Agronomía Mesoamericana 12(2):199-203.

Caceros, O. A.; González, P.; Hidalgo, I.; Moscoso, B.; Raun, W.R. 1990. Ensayo exploratorio de métodos e interacciones de elementos en la aplicación de fertilizantes en el cultivo de maíz. Agronomía Mesoamericana 1:7-13.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento en Maíz y Trigo). 1995. Manejo de los ensayos e informe de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT. México, D.F. 20 p.

García, F.O. 2003. Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz INPOFOS/PPI/PPIC Cono Sur Acassuso – Argentina. 21 p.

Gordón, R.; Franco, J.; De Gracia, N.; González, A. 1997. Respuesta del maíz al nitrógeno y la rotación con canavalia, bajo dos tipos de labranza, Río Hato, Panamá, 1993-94. Agronomía Mesoamericana 8(2):78-84.

Hernández, A; Barrientos, V; Chassaigne, A; Alezones, J. 2003. Evaluación y selección de poblaciones y líneas de maíz (*Zea mays* L.) eficientes en la asimilación de nitrógeno. Bioagro 15(2):115-120.

Morales, J.A. 1998. Fertilización y densidad de población en líneas de maíz en el noreste de México. Agronomía Mesoamericana 9 (2):125-130.

Saín, G.; Acosta M. A. 1993 Recomendaciones condicionadas de fertilización con nitrógeno y fósforo usando un modelo cuadrático en la provincia de Chiriquí, Panamá. Agronomía Mesoamericana 4:11-17.

Sainz Rozas, H; Echeverría, H.E; Barbieri, P. 2004. Desnitrificación en un suelo bajo siembra directa en función de la presencia de plantas de maíz y de la dosis de nitrógeno. Revista de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Ciencia del Suelo 22(1):27-35.

Tosquy, H.; Castañón, G. 1998. Respuesta de fertilización y densidad de siembra en líneas de maíz. Agronomía Mesoamericana 9(2):113-118.

Zea, J.L. 1993. Efecto residual de intercalar leguminosas sobre el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) en nueve localidades de Centroamérica. Agronomía Mesoamericana 4:18-22.

# EVALUACIÓN DE VARIEDADES E HÍBRIDOS DE SORGO FORRAJERO EN CONDICIONES DE BOSQUE HÚMEDO TROPICAL

Edwin Orozco Barrantes<sup>1</sup>, William Sánchez Ledezma<sup>1</sup>

#### RESUMEN

Evaluación de variedades e híbridos de sorgo forrajero en condiciones de Bosque Húmedo Tropical. El objetivo de la presente investigación fue determinar el potencial forrajero de variedades e híbridos de sorgo para la alimentación bovina. El estudio se desarrolló durante el año 2008, a una altitud de 150 m, la temperatura y precipitación anuales de la zona oscilan de 24 a 32 °C y de 1500 a 2500 mm, respectivamente. La zona de vida es Bosque Húmedo Tropical. Para el establecimiento se aplicó glifosato y ocho días después se trazaron surcos espaciados a 70 cm. Se utilizó 20 kg/ha de semilla, esparcida a chorro seguido al fondo del surco. Los tratamientos fueron las variedades CENTA S-2, CENTA S-3 y RCV y los híbridos Sweet Grazer, Pacific BMR y Cowly, utilizando como testigo la variedad local denominada Sorgo Negro Forrajero. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar. La cosecha se realizó a los 75 días después de la siembra, analizando las siguientes variables: altura de planta, producción de materia verde y seca, contenido de materia seca, proteína cruda, fibra ácido detergente, fibra neutro detergente y digestibilidad de la materia seca. No se encontraron patógenos que afectaran la productividad. La producción de materia seca mostró diferencias significativas entre los tratamientos (p=0,0008), sobresaliendo las variedades CENTA S-3 (5,6 t/ha) y Sorgo Negro Forrajero (5,5 t/ha), así como el híbrido Sweet Grazer (5,4 t/ha), como los más productivos por corte, los cuales a la vez no difieren entre sí. También se encontró, que estos mismos tratamientos alcanzaron los mayores valores de proteína cruda (8,8, 7,4 y 8,3%, mismo orden) La digestibilidad de la materia seca estimada del CENTA S-3 fue de 56,2%, mientras que la del Sweet Grazer y del Sorgo Negro fueron de 55,7 y 49,2%, respectivamente.

Palabras clave: forraje, cereal, pasto de corte.

### INTRODUCCIÓN

El sorgo es uno de los cereales más importantes del mundo debido a su amplio uso en la alimentación humana y de animales. Además, produce en zonas de baja precipitación (300 mm) y en terrenos salinos de baja fertilidad, condiciones donde el maíz no puede ser cultivado (Meza 2004).

En la alimentación animal es utilizado principalmente con dos finalidades: mediante la elaboración de piensos y como forraje. Durante los años sesenta, la mayor parte de la producción de sorgo se utilizaba en la alimentación humana, sin embargo, a partir de esa época la utilización para pienso se duplicó, pasando de un 30 al 60%. En América

del Norte, América Central, América del Sur y Oceanía, la mayor parte del sorgo producido se emplea para piensos (FAO 1995).

Como forraje tiene gran importancia, por su alta producción y valor energético. Además, por sus buenos resultados como ensilaje, si se utiliza con un porcentaje de materia seca cercano al 30%, ya que con mayor humedad se favorece el desarrollo de hongos (*Clostridium sp*), se estimula la producción de ácido butírico y se reduce la calidad del forraje.

La introducción del sorgo a Costa Rica para evaluarlo como recurso forrajero en la alimentación animal, se realizó a principios de la década de los 80, por parte de la Dirección de Investigaciones del Ministerio de Agricultura

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA. Costa Rica. eorozco@inta.go.cr , wsanchez@inta.go.cr

y Ganadería, con el objetivo de contar con una nueva alternativa forrajera de alta producción y calidad nutritiva.

La Universidad de Costa Rica ha realizado investigación sobre la producción de biomasa y utilización del Sorgo Negro Forrajero fresco o ensilado, sin embargo, los estudios han estado restringidos a la Estación Experimental Alfredo Volio Mata, ubicada en el Alto de Ochomogo, Cartago, así como a un limitado número de fincas aledañas (Amador y Boschini 2000).

La mayor cantidad de evaluaciones realizadas en Costa Rica con sorgo para fines forrajeros, han sido con la variedad Sorgo Negro. Recientemente se han introducido nuevas variedades e híbridos de este cereal con buenas características productivas y nutritivas, idóneas para ser utilizadas en la alimentación bovina. Los materiales fueron proporcionados por el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA-Salvador). Estos materiales deben ser evaluados para determinar su potencial productivo y nutritivo bajo nuestras condiciones edáficas y climáticas. Por tanto, el presente trabajo se desarrolló con el objetivo de determinar el potencial forrajero de variedades e híbridos de sorgo para la alimentación bovina, en las condiciones de Bosque Húmedo Tropical de la Península de Nicoya, Costa Rica.

#### **MATERIALES Y METODOS**

El trabajo se desarrolló en una finca ganadera ubicada en la localidad de Cóbano, Provincia de Puntarenas, a 150 msnm, donde la precipitación y temperatura promedio anual son de 2993 mm y 26 °C, respectivamente (Hernández 2005). Bajo esas condiciones climatológicas, predomina la zona de vida de Bosque Húmedo Tropical (Bolaños 1993).

Se trabajó con siete tratamientos, de los cuales cuatro son variedades (CENTA S-2, CENTA S-3, RCV y Sorgo Negro) y tres híbridos (Sweet Grazer, Pacific BMR y Cowly). Se utilizó la variedad Sorgo Negro como testigo local.

Los materiales CENTA S-2, CENTA S-3, RCV, Sweet Grazer, Pacific BMR y Cowly fueron proporcionados por el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA- El Salvador), los cuales provienen del Programa Internacional Colaborativo para la Investigación del Sorgo, el Mijo y Otros Granos, INTSORMIL, por sus siglas en inglés. De acuerdo con el INTSORMIL, los materiales tienen características de uso mixto, producción de grano para la alimentación humana o animal, pero también pueden ser utilizados como forraje de corte. La variedad Sorgo Negro se cultiva en Costa Rica para la producción de forraje de corta para ser suministrado picado en fresco o conservado en ensilaje. Permite de cuatro a cinco cortes por año, conservando buenas características productivas y nutritivas y alta palatabilidad por parte de los animales (Elizondo 2004). Se adquirió en la Estación Experimental Alfredo Volio de la Universidad de Costa Rica, ubicada en Ochomogo de Cartago.

La investigación se realizó entre setiembre y noviembre del 2008. Para el establecimiento de los forrajes, se aplicó glifosato sobre el terreno y ocho días después se trazaron surcos espaciados a 70 cm, distribuyendo la semilla a chorro seguido al fondo de cada surco, a razón de 20 kg/ha. Se aplicaron 97,5, 19,6 y 12,5 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente, mediante la utilización de 138 kg/ha de la fórmula completa 10-30-10, diez días después de la siembra, y una segunda aplicación con 238 kg/ha de Nutrán 30 días después de la siembra.

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con tres repeticiones. El área de cada parcela fue de 4,2 m², compuesta por 4 surcos de dos metros de largo espaciados a 70 cm. La unidad muestral fue de 0,7 m², ubicada en el centro de cada parcela y conformada por dos surcos de un metro lineal cada uno. El área restante de la parcela se dejó con el objetivo de evitar el efecto de borde.

Se realizaron evaluaciones agronómicas cada mes hasta el momento de la cosecha, la

cual se realizó cuando los granos del cereal se encontraban en estado lechoso-masoso, evaluando las siguientes variables: altura de la planta (m), producción de materia verde (MV) y materia seca (MS), porcentaje de materia seca (MS), porcentaje de proteína cruda (PC), porcentaje de fibra neutro detergente (FND) y porcentaje de fibra ácido detergente (FAD). Además, se estimó la digestibilidad de la materia seca (DMS).

La variable altura de la planta se midió en metros, desde la base de suelo hasta la parte más alta de la planta, tomando en cuenta la inflorescencia. Para determinar el contenido de MS y PC se utilizó la metodología propuesta por la AOAC (1995), y para la FND y FAD la indicada por Van Soest y Robertson (1991). La DMS se estimó mediante la siguiente fórmula: DMS% = 88,9 (0,779 \* FAD%), desarrollada por García *et al.* (2005).

Se realizó un análisis de varianza con los efectos principales, y en los casos en que la fuente de variación resultó significativa (P ≤ 0,05), se procedió a aplicar la prueba de Duncan al 5 % para la comparación de medias utilizando el programa estadístico InfoStat 2001.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

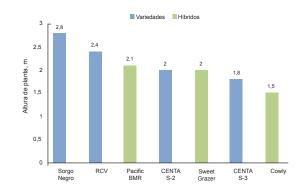
Todos los materiales alcanzaron el estado óptimo de cosecha (grano lechoso-masoso) a los 75 días después del establecimiento, con buenas características forrajeras, como son: coloración verde oscura de la planta, vigor, relación hoja-tallo, grosor de tallo, tamaño de hoja y de panoja. En términos generales, las plantas estaban sanas, sin presencia de plagas ni daños ocasionados por patógenos.

## Altura de la planta

Los sorgos alcanzaron alturas que oscilaron entre 1,5 y 2,8 m, para un promedio de 2,1±0,7 m. Se encontró que ninguno de los tratamientos evaluados, superó la atura del testigo local (Sorgo Negro), el cual conjuntamente con la variedad RCV, fueron los variedades que alcanzaron las mayores alturas (2,8 y 2,4 m,

respectivamente), mientras que el híbrido Cowly fue el que obtuvo la menor altura (1,5 m).

En la figura 1 se presentan las alturas alcanzadas por cada material.



**Figura 1.** Altura promedio de plantas de variedades e híbridos de sorgo a 75 días de crecimiento. Cóbano, Puntarenas, CR. 2008.

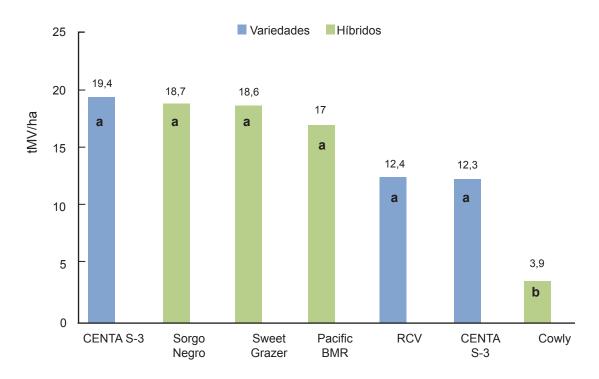
mayor altura del Sorgo Negro en La comparación materiales. а los otros obedece a que es una variedad mejorada genéticamente para la producción de forraje, donde se correlaciona la altura de la planta con producción de forraje, mientras que los otros materiales han sido mejorados para la producción de grano, donde probablemente la altura de planta baja o intermedia, sea lo más favorable para su manejo. Es importante mencionar, que a pesar de que la mayoría de los sorgos evaluados han sido mejorados para la producción de grano, el 71% de los materiales alcanzaron alturas superiores o iguales a 2 m, lo que equivale a decir que el crecimiento diario fue de 2,7 cm, cualidad que le permite a la planta a acumular grandes cantidades de biomasa.

También se encontró que las variedades en promedio alcanzaron mayores alturas (2,2±0,4 m) que los híbridos (1,8±0,4 m), siendo ambos valores superiores a la altura (1,5 m) encontrada por Amador y Boschini (2000), con el Sorgo Negro a los 80 días de crecimiento en Ochomogo de Cartago, diferencia probablemente debida a las condiciones

climáticas de cada zona. En Cóbano existe mayor cantidad de horas luz en comparación a Ochomogo, por lo que incrementa la fotosíntesis y por ende el crecimiento de las plantas.

## Producción de forraje

La producción de forraje verde presentó diferencias significativas entre los tratamientos (p<0,001), indicando la prueba de medias que el CENTA S-3 fue la más productiva por corte (19,4 t/ha), sin embargo, no difirió del Sorgo Negro (18,7 t/ha), Sweet Grazer (18,6 t/ha), Pacific BMR (17,0 t/ha) y del RCV (12,4 t/ha) y CENTA S-2 (12,3 t/ha). También se encontró que el híbrido Cowly fue el que alcanzó el menor rendimiento (3,9 t/ha), valor que difirió del resto de los tratamientos (Figura 2).



Nota: Letras iguales en cada barra no difieren entre sí (p<0,05)

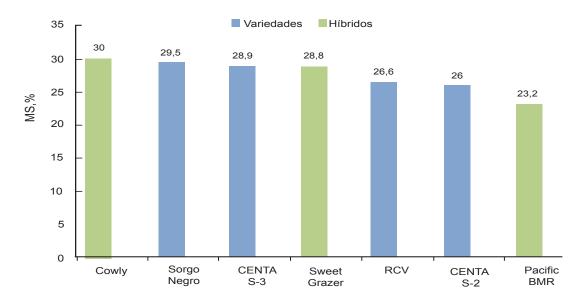
**Figura 2.** Producción de materia verde por hectárea de variedades e híbridos de sorgos a 75 días de crecimiento. Cóbano, Puntarenas, CR. 2008.

El rendimiento de MV por corte osciló entre 3,9 y 19,4 t/ha, para un promedio de 14,6±5,6 t/ha. Es importante mencionar que solamente la variedad CENTA-S3 superó ligeramente al testigo local (Sorgo Negro), mientras que más de la mitad de los tratamientos superaron el promedio de producción obtenido.

También se encontró, que la producción promedio de MV de las variedades evaluadas (15,7 t/ha) fue superior a la obtenida con los

híbridos (13,2 t/ha), sin embargo, la desviación estándar de los híbridos (8,1) es superior al de las variedades (3,4). Es importante mencionar, que en el Alto de Ochomogo, Cartago, se han encontrado rendimientos de MV superiores (25,7 tMV/ha) con la variedad Sorgo Negro a los 80 días de crecimiento, pero con contenidos de materia seca muy inferiores a los encontrados en este estudio (Amador y Boschini 2000, Araya *et al.* 1997 y Boschini y Elizondo 2005).

Por otra parte, se determinó que el porcentaje de materia seca osciló entre 23,2 y 30,0%, para un promedio de 27,6±2,4 (Figura 3). Las variedades Sorgo Negro y CENTA-S3, y los híbridos Cowly y Sweet Grazer, fueron los tratamientos que alcanzaron los mayores contenido de MS (promedio 29,3%, con escasa variación entre sí (0,6). Las variedades RCV y CENTA-S2 alcanzaron valores intermedios (26,3±0,4%), mientras que el híbrido Pacific BMR obtuvo la menor concentración de MS (23,2%). Además se encontró, que el promedio de materia seca de las variedades (27,8%), fue semejante a la de los híbridos (27,3%), con la diferencia que los últimos presentaron una desviación estándar mayor (3,6), en comparación a la mostrada por las variedades (1,5).



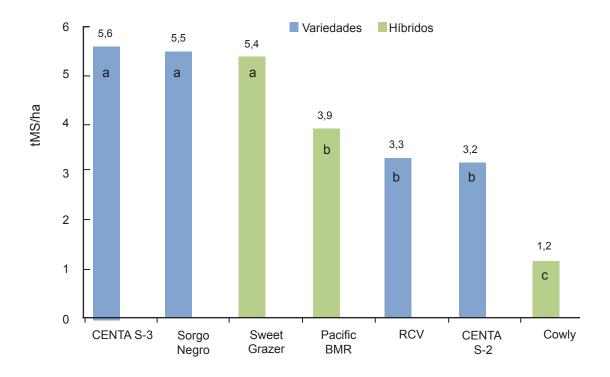
**Figura 3.** Contenido de materia seca de variedades e híbridos de sorgo a 75 días de crecimiento. Cóbano, Puntarenas, CR. 2008.

Los porcentajes de materia seca obtenidos son excelentes, máxime si los comparamos con valores de 16,7 y 19,7% obtenidos por Boschini y Elizondo (2000) y Amador y Boschini (2005), respectivamente, en estudios realizados con Sorgo Negro en la zona media de nuestro país. Bajo esas mismas condiciones climáticas, Vargas (2005) obtuvo contenidos de materia seca alrededor del 14,1% a los 77 días de crecimiento, con 15 genotipos de sorgos proporcionados por el Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT).

Con excepción de la variedad Pacific BMR, todos los materiales presentaron buenos contenidos de materia seca, lo que indica que se podrían utilizar para la elaboración de ensilaje, sin el temor de obtener pérdidas por exceso de humedad. La mayoría de los materiales evaluados alcanzaron el contenido

de materia seca óptimo para obtener un buen ensilado, el cual debe ser igual o superior al 25% (Argamentería *e/a/.* 1997).

Encuanto a la producción de MS, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (p<0,0008), indicando la prueba de medias que la variedades CENTA S-3 y Sorgo Negro, y el híbrido Sweet Grazzer, con valores de 5,6, 5,5 y 5,4 t MS/ha, respectivamente, fueron los que alcanzaron los mejores rendimientos por corte, los cuales a la vez no difieren entre sí (Figura 4). También se encontró, que el híbrido Pacific BMR y las variedades RCV y CENTA S-3, con valores que oscilaron entre 3,2 y 3,9 t MS/ha, no difirieron entre sí, pero si del resto de los tratamientos, mientras que el híbrido Colwy alcanzó la producción más baja por corte (1,2 t MS/ha).



Nota: Letras iguales en cada barra no difieren entre sí (p<0,05)

**Figura 4.** Producción de materia seca de cuatro variedades y tres híbridos de sorgo a 75 días de crecimiento. Cóbano, Puntarenas, CR. 2008.

Como se observa en la Figura 4, la producción de MS osciló entre 1,2 y 5,6, con un promedio de 4±1,6 t MS/ha. También se encontró, que en promedio las variedades produjeron más materia seca (4,4 t/ha) que los híbridos (3,5 t/ha), sin embargo, la desviación estándar de las variedades (1,2) fue inferior a la mostrada por los híbridos (2,1).

Es importante mencionar que los rendimientos obtenidos con los mejores tres tratamientos del presente estudio, muestran similitud con las 6,0 t MS/ha reportadas por Amador y Boschini (2000) con el Sorgo Negro a los 95 días de crecimiento, sin embargo, Araya *et al.* (1997) y Boschini y Elizondo (2005) reportan rendimientos inferiores (4,2 y 2,5 t MS/ha, respectivamente) para la misma variedad de sorgo y en edades semejantes. Valores muy parecidos (4,7 t MS/ha), obtuvo Vargas (2005) con 15 genotipos de sorgos forrajeros procedentes del CIAT y evaluados en Tres Ríos de Cartago. Es importante mencionar,

que en la investigación se evaluó únicamente el primer corte, sin embargo, se observó que todos los materiales rebrotaron después de cosechados, lo que significa que los sorgos tienen un alto potencial de producción por hectárea por año, en comparación con otros cereales forrajeros de un solo corte como es el caso del maíz.

#### **Valor Nutritivo**

Determinar la composición química de los forrajes es indispensable, porque nos permite conocer el potencial nutritivo, con lo cual es posible optimizar el manejo y utilización. En el Cuadro 1 se detalla la composición química de cada forraje evaluado.

**Cuadro 1.** Calidad nutricional de variedades e híbridos de sorgo a los 75 días de crecimiento. Cóbano, Puntarenas, CR. 2008.

Variedades	PC, %	FND,%	FAD, %	DMS, % *
CENTA S-2	10,7	68,6	45,5	53,5
CENTA S-3	8,3	65,1	42,6	55,7
RCV	7,4	68,5	48,1	51,4
Sorgo Negro	7,4	68,4	51	49,2
Híbridos				
Pacific BMR	10,8	64,2	44,1	54,6
Sweet Grazer	8,8	68,5	42	56,2
Cowly	6,4	69,6	49,6	50,3

<sup>\*</sup> Estimación de DMS, %= 88,9 (0,779 \* FAD%). García *et al.* (2005).

El contenido de PC osciló de 6,4 a 10,8%, para un promedio de 8,5±1,7%. También se encontró, que con excepción del híbrido Cowly, todos los materiales superaron al testigo local. La variedad CENTA S-3 y el híbrido Pacific BMR, con valores de 10,7 y 10,8%, respectivamente, fueron los materiales que alcanzaron los mejores contenidos de PC, mientras que el híbrido Cowly obtuvo el menor porcentaje de PC (6,0%). Valores superiores de proteína cruda, entre 11,6 y 14,4%, encontraron Araya (1997), Boschini v Amador (2000), Elizondo (2004), Boschini y Elizondo (2005) y Vargas (2005), en investigaciones realizadas con el Sorgo Negro a edades semejantes a las utilizadas en este estudio, sin embargo, cuando esta misma variedad fue cosechada a mayor edad (120 días), cuando el grano se encontraba en estado lechoso-masoso, los contenidos de PC fueron similares a los encontrados con las tres primeras variedades e híbridos reportadas en el cuadro anterior.

Por otra parte, se encontró que la FND fue semejante entre los materiales, con valores que oscilaron de 64,2 a 69,6%. Los híbridos Pacific BMR y Cowly alcanzaron el mayor (69,6%) y menor (64,2%) contenido de FND,

respectivamente, mientras que las variedades obtuvieron un promedio de 67,7±1,7%. Valores ligeramente superiores de FND, entre 66,8 y 73,4%, encontraron Araya (1997), Boschini y Amador (2000), Elizondo (2004), Boschini y Elizondo (2005) y Vargas (2005), en trabajos realizados con el Sorgo Negro a edades semejantes.

El contenido de FAD osciló entre 42 y 51%, para un promedio 46,1±3,5%. En el estudio se encontró, que todos los tratamientos alcanzaron contenido de FAD inferiores al testigo local (51%), mientras que la variedad CENTA S-3 (42,6%) y el híbrido Cowly (42,0%) obtuvieron los menores valores. Contenidos semejantes de FAD (43-38%), encontraron Boschini y Amador (2000) y Boschini y Elizondo (2005), en investigaciones realizadas con Sorgo Negro en la zona alta de Costa Rica. Por otra parte, Vargas (2005) reporta un valor menor (43±4,5%) con 15 genotipos de sorgos forrajeros evaluados en la zona alta de Cartago, Costa Rica

El promedio de digestibilidad de la materia seca estimada fue del 53±3,5%, siendo el híbrido Sweet Grazer el tratamiento que alcanzó la mayor digestibilidad (56,2%), mientras que el

Sorgo Negro obtuvo el menor valor (49,2%), lo que significa que todos los materiales superaron al testigo local. Valor semejante (57,8%) encontró Vargas (2005) cuando analizó la digestibilidad *in vitro* de la MS de 15 genotipos de sorgo forrajeros evaluados en la zona alta de Costa Rica.

Tomando en cuenta las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el estudio, podemos concluir que no todos los materiales se adaptaron adecuadamente a las condiciones de la zona y de manejo utilizadas, siendo la variedad CENTA S-3 y el híbrido Sweet Grazer superiores o semejantes, al testigo local (Sorgo Negro) en las variables analizadas, con valores similares a los reportados en otros estudios.

Con respecto al Sweet Grazer, hay que tener presente que es un híbrido y como tal, no es conveniente cosechar semilla para nuevas plantaciones, debido a que las nuevas generaciones manifestarían cambios de productividad errática. Por el contrario, de las variedades si se puede cosechar semilla y realizar nuevos establecimientos, manteniendo el cultivo las características de la plantación original.

Otro material de suma importancia es la variedad CENTA S-2, debido a las buenas cualidades nutritivas obtenidas, sin embargo, su baja producción, en comparación a los otros materiales, sugiere evaluarlo en mejores condiciones de suelo, esto con el fin de verificar si es capaz de expresar su potencial genético por medio de un mayor rendimiento de MS.

Según los rendimientos obtenidos por corte (5,4 t MS/ha) de los tres mejores tratamientos evaluados en el estudio, el sorgo tiene potencial para suplementar diariamente alrededor de 30 animales adultos por hectárea con un suministro diario de 2 kg MS/animal, y tomando en consideración una pérdida del 10% del forraje producido por conceptos de manejo.

#### LITERATURA CITADA

Amador, A.; Boschini, C. 2000, Calidad nutricional de la planta de Sorgo Negro Forrajero (*Sorghum almum*) para alimentación animal. Agronomía Mesoamérica 11(2):79-84. Argamentería, A.; Roza, B. de La.; Martínez, A. Sánchez, L. y Martínez, A. (1997). El ensilado en Asturias. Ed. Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias. ISBN: 84-7847-462-5. Principado de Asturias. 127 pp. (España).

Araya, E.; Jiménez, C.; Soto, H.; y Quan, A. 11997. Evaluación del potencial productivo del Sorgo Negro Forrajero (*Sorghum almum*). Agronomía Mesoamérica 8(2):90-95.

Bolaños, R.A.; Watson, V. 1993. MAPA ECOLÓGICO DE COSTA RICA. Según el sistema de clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge. Escala 1:200 000

Boschini, C.; Elizondo, J 2005, determinación de la calidad y la produción del sorgo negro forrajero *(Sorghum almun)* en edades para ensilar. Agronomía Mesoamérica. 16(1):29-36.

Cordero, R.; 2010. Producción comercial de especies menores. Versión Preliminar, EUNED, San José Costa Rica.

Elizondo, E. 2004, Consumo de Sorgo Negro Forrajero *(Sorghum almun)* en cabras. Agronomía Mesoamérica 15(12):77-80

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1995. El Sorgo y el Mijo: el la Alimentación Humana. Colección FAO: Alimentación y nutrición Nº 27. Roma, Italia.

García, Á.; Thiex, N.; Kalscheur, Kenneth; Tjardes, Kent. 2005. Interpretación de los análisis de henos y henilajes. College of Agriculture and Biological Sciences. South Dakota State University. USDA.

Hernández, G. 2005. Mapa climatológico de Costa Rica. Escuela de Ciencias Geográficas, (en línea) Costa Rica, Universidad Nacional.

Consultado 5 ene. 2012. Disponible en http://www.una.ac.cr/geocrad/mapas/index.html.

Meza, J. 2004, Comparación de la morfología y producción del Sorgo Negro (*Sorghum almum*) con dos cultivares de Sorgo Blanco, El Zamorano, Honduras. p. 15.

UNC (Universidad Nacional de Córdoba, AR). 2001. InfoStat: Sofware de Estadística y Biometría InfoStat 2001. Versión 1.0.

Van Soest, P. J.; Robertson, J. B. (1980) Sistemas de análisis para la evaluación de alimentos fibrosos. En: Normalización de Metodología Analítica en RSS. Pigden, WJ, Balch, CC & Graham, M., eds. Centro de Desarrollo Internacional de Investigaciones, Ottawa, Canadá. pp 49-60.

Vargas, C. 2005. Valor nutritivo y degradabilidad ruminal de genotipos de sorgo forraje (*Sorghum sp.*). Agronomía Mesoamérica 16(2):215-223.

# LA MOSCA BLANCA (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) Y EL "BLANQUEAMIENTO" DEL CULTIVO DE CHAYOTE (Sechium edule)

Ruth León González1

#### Resumen

La mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae) y el "blanqueamiento" del cultivo de chayote (Sechium edule). El estudio se realizó durante los meses de febrero y mayo del año 2009 en la localidad de Ujarrás, Paraíso de Cartago, Costa Rica, a una altura de 900 msnm con una temperatura promedio de 25 °C, y una precipitación promedio de 3500 mm. El objetivo de este estudio fue valorar si la presencia de la mosca blanca se relaciona con el blanqueamiento del cultivo de chayote e identificar la (s) especie (s) relacionadas. Para tal efecto se construyeron ocho jaulas con dimensiones 2,0 m de alto y 0,70 m de ancho, en las cuales, se colocó una maceta con una semilla del cultivo de chayote (sin brotar). En cuatro de las jaulas se introdujeron adultos de mosca blanca y las otras se mantuvieron aisladas del insecto. Durante el período de estudio se realizó un total de seis evaluaciones para contar el número total de peciolos de color verde y los que presentaban blanqueamiento. Se empleó un análisis de covarianza, donde la covariable fue el número total de peciolos. Además, se analizó la relación entre el número de adultos de mosca blanca introducidos en las jaulas y la cantidad de peciolos descoloridos, con base a la prueba de correlación de Pearson. Las plantas con presencia de mosca blanca presentaron un 49,79% de peciolos blancos. En las plantas sin la presencia del insecto los peciolos se mantuvieron verdes en un 100%. La mosca blanca relacionada con está decoloración es la especie Bemisia tabacibiotipo B. Observaciones realizadas indican que factores tales como: la nutrición inadecuada, disminución del riego y temperaturas altas predisponen a las plantas de chayote a un aumento en la incidencia del blanqueamiento. No obstante, la presencia del insecto es indispensable para que el síntoma se manifieste.

Palabras claves: Bemisia tabaci biotipo B, peciolos verdes, peciolos blancos.

#### INTRODUCCIÓN

En la provincia de Cartago se produce el cultivo de chayote de la variedad Quelite y el 92% de las plantaciones comerciales se localizan en un radio de 15 km al este del cantón de Paraíso, principalmente en Ujarrás, Ajenjal, Santiago, El Yas, Río Regado, Piedra Azul y La Flor, (Jiménez 1991). A partir de 1998 algunos agricultores de Cervantes incursionaron con pequeñas áreas de este cultivo y actualmente es predominante en la parte baja de Cervantes. En el año 2009 se alcanzó un rendimiento de 60 000 kg/ha/año. Los frutos de esta hortaliza son de consumo nacional y también se exportan principalmente a los Estados Unidos y algunos países Europeos.

En Costa Rica el cultivo de chayote enfrenta problemas de diversa índole, entre ellos los que se generan por la presencia de plagas en la zona productoras. Los principales insectos y ácaros, relacionados con el cultivo son: los ácaros (Paraponychus corderoi, Tetranychus urticae, Tarsonemus sp); el Trips (Frankliniella williamsi, Leucothrips sp.), la cochinilla harinosa (Pseudococcus sp.) y el lepidóptero (Diaphania nitidalis). También encontrado ocasionalmente altas poblaciones de colémbolas (Salina bidentata y Orchesella sp./en las hojas bajeras y la tijerilla (Metresura flavipes) que origina el daño al fruto en sus etapas iníciales de crecimiento, causando el daño llamado "Mal de Noriega" (León 1997 y 2010). Por lo general, en las hojas secas se encuentran estados larvales de Elaphria sp, las cuales, no generan daño al cultivo, no obstante, se ha determinado que bajo las condiciones de las zonas productoras de Costa Rica esta especie origina problemas de

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Instituto de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA. Costa Rica. rleon@inta.go.cr

alergia a los trabajadores, aspecto que obliga a que se realicen numerosas aplicaciones de agroquímicos para su manejo.

Otro problema que enfrenta la producción de chayote es la presencia del fitoplasma llamado comúnmente "sobrebrotación o bejuquillo" el cual pertenece al subgrupo 16 Srl-B del grupo "Asrter Yellows", se multiplica en el sistema vascular (floema) de las plantas que infectan. La transmisión de plantas enfermas a sanas ocurre principalmente mediante insectos conocidos como chicharritas (Homoptera) de los cuales dos especies de los géneros *Empoasca* y *Gyponana* resultaron positivos para el fitoplasma (Villalobos *et al.* 2002).

La mayor dificultad que enfrentan los productores de esta hortaliza en Costa Rica "blanqueamiento" del es conocido como chayote, el cual, está presente en toda la zona productora y que origina casi el 100% de las pérdidas de producción en los sitios donde se presenta, debido a que los frutos afectados no tienen mercado local y no pueden exportarse por su aspecto "blanqueado". Originalmente se asoció este trastorno a problemas segregaciones nutricionales. fitotoxicidad. genéticas, fitoplasmas, entre otros (León 2002). Especialistas en el campo agrícola de diferentes instituciones (UNA, UCR, Instituto Tecnológico, EARTH e INTA) han visitado y tomado muestras de teiido vegetal y frutos con este trastorno a fin de poder definir el agente causal del problema. En el año 2001, se recolectaron muestras de brotes, peciolos, y frutos, con el síntoma de blanqueamiento. Las muestras fueron recolectadas en varias zonas productoras de chayote y llevadas a la Unidad de Microscopia Electrónica (UME) de la Universidad de Costa Rica con el fin de determinar una posible partícula viral, como responsable del blanqueamiento, no obstante, los resultados fueron negativos y no se logró determinar la relación de un agente viral como responsable del problema. Durante el mes de mayo del mismo año, en la Universidad

Nacional de Costa Rica se realizó un análisis mediante la prueba de ELISA para el virus del mosaico del chavote (Ch.M.V.) con resultados también negativos. Estudios realizados por el Centro de Investigación de la Universidad de Costa Rica mediante el uso de la Técnica de PCR Anidado indican que inicialmente muestras con síntomas de blanqueamiento positivas fitoplasmas. Sin fueron para embargo, posteriores muestreos no mantuvieron esta relación, aspecto que no permite mantener dicha tesis sobre la etiología blanqueamiento (Villalobos Otras evaluaciones realizadas mediante la técnica de ELISA descartaron la relación de la bacteria Xvlella fastidiosa, y de los virus Tomato spotted virus (TSWV), Tobaco mosaic virus (TMV), Cucumbre mosaic virus (CMV) y Potyvirus (Villalobos 2011)<sup>3</sup>. Por lo tanto, hasta la fecha no se tiene clara la etiología del blanqueamiento en el cultivo de chayote.

Durante las diferentes etapas de desarrollo del cultivo se ha observado la presencia de mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae), principalmente en los estados iniciales (fase vegetativa) donde también se presentan los síntomas del blanqueamiento, de ahí que el objetivo de la presente investigación fue valorar la relación de la mosca blanca con el blanqueamiento en el cultivo chayote.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se llevó a cabo, durante los meses secos de enero a mayo, en una finca productora de chayote ubicada en Ujarrás de Paraíso de Cartago, Costa Rica a una altitud de 900 msnm. La zona presenta una temperatura promedio anual de 25 °C, con una máxima de 28 °C y una mínima de 17 °C y una precipitación promedio de 3000 mm al año. La zona de vida, según Holdridge, responde a Bosque Húmedo Premontano.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Villalobos, W. 2009. Etiología del blanqueamiento. Centro de Biología Molecular y Celular. Universidad de Costa Rica. Comunicación personal.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Villalobos, W. 2011. Etiología del blanqueamiento. Centro de Biología Molecular y Celular. Universidad de Costa Rica. Comunicación personal.

Los tratamientos evaluados para determinar la relación existente entre la mosca blanca v el blanqueamiento fueron los siguientes: plantas libres de mosca blanca y plantas en contacto con el insecto. Para ello, se adecuaron jaulas de 2 m de altura por 0,70 m de ancho, construidas de madera y con malla antiáfidos para evitar la entrada de la mosca blanca y otros insectos. Se utilizaron cuatro jaulas por tratamiento, que constituyeron las repeticiones. En cada una de las jaulas se colocó una semilla del chayote (sin brotar) en macetas de 28 cm diámetro y 25 cm de alto. Tanto el suelo, como las semillas utilizadas en el experimento mantuvieron la misma procedencia.

Para los tratamientos que incluían la presencia de la mosca blanca, semanalmente y por un período de seis meses, se ingresaron en promedio 15 moscas adultas, las cuales se recolectaron de plantas de chayote ubicadas en el vivero. Con el fin de cuantificar en el tiempo el incremento de la población dentro de las cajas, se realizó el conteo de estados ninfales y de adultos en cada una de las trampas.

Periódicamente se determinó la presencia de síntomas (incidencia) del blanqueamiento mediante el conteo de pecíolos sanos y enfermos. Para obtener el grado del blanqueamiento (severidad) se empleó una escala arbitraria de cuatro categorías (Cuadro 1), con observaciones realizadas cada ocho días durante seis meses. Las evaluaciones se realizaron en general en toda la planta y principalmente en los pecíolos. También se estimó el grado de correlación entre los días de ingreso de las moscas a las jaulas y el porcentaje de blanqueamiento.

**Cuadro 1.** Escala para determinar el grado de blanqueamiento en plantas de chayote. Ujarrás, Paraíso, Cartago, CR. 2009.

Escala	Descripción de la escala	% blanqueamiento
0	Sin síntomas de blanqueamiento	0
1	Leve	33%
2	Moderado	66%
3	Fuerte	100%

Para identificar la especie y el biotipo de mosca blanca, recolectadas en la zona de estudio, se enviaron muestras de diferentes estados del insecto al Laboratorio de Entomología del Servicio Fitosanitario del Estado para su análisis mediante la técnica de PCR. Además se enviaron ninfas al Dr. Gregory Evans del USDA/APHIS/PPQ c/o Systematic Entomology Laboratory USDA/ARS/BARC-West, Building 005, Rm 09ª 10300 Baltimore Avenue Beltsville, MD 20705.

Para probar la hipótesis de que la mosca blanca interviene en el blanqueamiento de los chayotes se utilizó un diseño experimental irrestricto, con cuatro repeticiones y 12 evaluaciones en el tiempo, de acuerdo al modelo:

 $Y_{ijk} = \mu + t_i + M_j + T_i M_j + E_{ijkl} + Co$ donde:

Yijk = Variable de repuesta % de daño

 $\mu$  = efecto de la media población

Ti = efecto del i-esimo tratamiento

Mj = efecto del j-esimo monitoreo o muestreo

TiMj = efecto interacción muestreo\*tratamiento

Eijkl = Error experimental

Co = Covariable

Las medias del porcentaje de incidencia del blanqueamiento se compararon utilizando la prueba de Duncan al 5%.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## IDENTIFICACION DE LA ESPECIE DE MOSCA BLANCA

Las ninfas de mosca blanca obtenidas en viveros de chayote en la zona de Ujarrás, fueron identificados como *Bemisia tabaci*, por el especialista Gregory Evans 2010<sup>4</sup>. Mediante técnicas moleculares fue identificada como *Bemisia tabaci*, biotipo B por el Laboratorio de Biología Molecular del Servicio Fitosanitario del Estado del Ministerio de Agricultura y Ganadería<sup>5</sup>.

Existe una fuerte relación de alimentación de la plaga *B. tabaci* con el cultivo de chayote, inducidas probablemente por la gran densidad o disponibilidad de fuente alimenticia que genera el cultivo del chayote (*Sechium edule*).

Pero en pocas ocasiones la mosca blanca oviposita en el cultivo del chayote, esto hace que las poblaciones sean heterogéneas e inestables. Por otro lado, el empleo intensivo de insecticidas (imidacloprid, thiametoxan, buprofesin, piretrinas, entre otros) incrementa la presión selectiva y pueden producir el surgimiento de altas poblaciones de mosca blanca, que difieren parcialmente de las generaciones previas (Gerling 2002).

## EFECTO DE LA PRESENCIA DE LA MOSCA BLANCA EN EL BLANQUEAMIENTO DEL CULTIVO

El análisis estadístico de la incidencia del blanqueamiento permitió diferencias significativas (P = 0.06) entre los tratamientos. Las plantas expuestas a la presencia de mosca blanca presentaron un 49,79% de blanqueamiento, mientras que las plantas libres del insecto se mantuvieron verdes en el 100% de los casos. Estos resultados demuestran una acción importante del insecto sobre la incidencia del blanqueamiento del chayote, ya sea como transmisor del agente causal o como responsable directo del problema al introducir sustancias tóxicas a la planta, donde las venas se aclaran como se aprecia en las Figuras 1 y 2. Al respecto Sánchez (2008)6, indica "se puede pensar que la "saliva" se desplaza por el sistema vascular, pero el síntoma no se produce en todas las partes de la planta, sino sólo en algunas áreas de la planta, sintomatología similar a la producida por algunas bacterias que se ubican en el xilema como Xylella o un fitoplasma que se ubica en el floema" pero los análisis realizados en el Centro de Biología Molecular y Celular de la Universidad de Costa Rica resultaron también negativos para estos patógenos.

<sup>4</sup> SEL (Systematic Entomology Laboratory). 2010. Identificación de mosca blanca. Correo electrónico: Gregory.A.Evans@aphisusda. gov. Tél.: (301)504-5894. USDA/APHIS/PPQ. Baltimore, Beltsville. Comunicación personal.

<sup>5</sup> MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR.) 2010. Identificación de mosca blanca. SFE. Laboratorio Biología Molecular, Diagnóstico Reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Reporte de laboratorio de Entomología Nº 0111/10. Costa Rica.

<sup>6</sup> Sánchez, E. 2008. Diagnostico de partículas virales en partes de la planta y frutos con blanqueamiento. Correo electrónico: muriseco@yahoo.com. Tél.: 2511-3207. CIEMic (Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas). Universidad de Costa Rica. Comunicación personal.

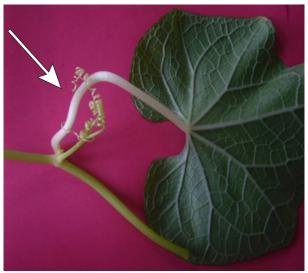


Figura 1. Hoja de chayote (Sechium edule) con peciolo y nervaduras blancas y lámina foliar verde luego de la exposición a la mosca blanca. CR. 2009.

Las poblaciones de mosca blanca encontradas en los diferentes estados fenológicos de la planta son constantes en las zonas productoras de Paraíso. Para su alimentación absorbe la savia de las hojas, y a la vez, inyectan saliva con toxinas que podrían generar distintas alteraciones en la planta como la decoloración en la planta y los frutos. Investigaciones en otros cultivos como zucchini y tomate realizadas por Perring y Chandler (1996), asocian estos síntomas a sustancias toxicogénicas presentes en la saliva de las mosca y a la interrelación con el hospedero.

El valor de R2 = 0,96 de Pearson indica que para la variable días después de ingresadas las moscas blancas adultas y el porcentaje de blanqueamiento presentó una correlación positiva entre ambas variables (P = 0,0354). Razón por la cual, se refuerza la tesis de que existe un efecto importante entre la presencia del blanqueamiento y las poblaciones de mosca blanca que se observan en las plantaciones de chayote. El análisis de correlación hizo evidente que la decoloración del cultivo se expresó luego de exponer las plantas a la mosca blanca y el porcentaje de blanqueamiento aumentó con el desarrollo oliar. Es importante recalcar que los

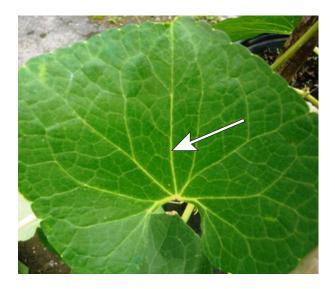


Figura 2. Hoja de chayote *(Sechium edule)* con nervaduras blancas y lámina foliar verde. Luego de la exposición a la mosca blanca. CR. 2009.

tratamientos donde no se incluyó el insecto no evidenciaron síntomas de blanqueamiento.

El daño que causa el "blanqueamiento" en los tallos, hojas, zarcillos y frutos es muy característico, ya que el color natural de la variedad (verde) se convierte a blanco crema. Este se presentó a cualquier edad de la planta, pero aumentó con la edad por el desarrollo mismo de la planta. El tamaño y forma de los frutos no se vio afectado. Los pecíolos y nervaduras de las hojas se decoloran en determinado momento, sin revertirse el proceso. Esta reacción se incrementa aún más cuando por alguna razón existe un efecto de estrés en la planta ya que según los datos obtenidos por León y Vargas, durante los años 2008 y 2009, establecen que factores tales como: la nutrición inadecuada, disminución del riego y temperaturas altas predisponen a las plantas de chayote a un aumento en la incidencia del blanqueamiento.

## MANIFESTACIÓN DE SÍNTOMAS DEL BLANQUEAMIENTO

La primera manifestación de blanqueamiento se observó a los 15 días de la introducción de

las moscas blancas, con una decoloración en los peciolos, tallos y zarcillos, que aumentó en todas las plantas infestadas, mientras que la lamina foliar no mostró decoloración (Figura 3). A los 71 días después de iniciado el experimento, de las cuatro plantas infestadas con el insecto, una se observó verde, dos plantas presentaron un 33% de blanqueamiento y una planta con un 90% de blanqueamiento. A los 91 días todas las plantas estaban con algún grado de blanqueamiento.



**Figura 3.** Brotes, peciolos, nervadura y guías de chayote *(Sechium edule)* con síntomas de blanqueamiento, luego de la exposición a la mosca blanca. CR. 2009.

La no significancia de la interacción tiempo de muestreo\*tratamiento señala que el blanqueamiento de los tallos puede ocurrir en cualquier momento del ciclo del cultivo siempre que las plantas estén o hayan sido expuestas a la mosca que se presume causante de este mal.

El efecto directo del blanqueamiento se da sobre la comercialización de los chayotes y no sobre el rendimiento del cultivo, debido probablemente a que los tejidos de la planta no pierden sus cloroplastos, al no alterarse la función y el área fotosintética, y es por esto, que no tendría porque disminuir la producción de frutos. Sin embargo, las especificaciones para exportar castigan severamente los frutos decolorados como los que muestra la Figura 4, de ahí la importancia de poder manejar este problema.



**Figura 4**. Peciolos, guías y fruto de chayote (*Sechium edule*) decolorados luego de la exposición a la mosca blanca. CR. 2009.

## **CONCLUSIÓN**

Por los resultados evidenciados en la presente investigación se concluye que la mosca blanca *Bemisia tabaci* biotipo B participa en el proceso del blanqueamiento del cultivo de chayote.

#### **AGRADECIMIENTOS**

A la Cámara de Productores de Chayote. A la Empresa *ByC*, por el cultivo y la mano de obra, para realizar los ensayos de campo. Al Fitopatólogo MSc. Luis Vargas C. por sus aportes. A Jorge Moya de la empresa ByC por su colaboración en las labores de siembra del ensayo. A Erick Delgado asistente del Laboratorio de Fitoprotección por darle mantenimiento a las plantas y jaulas.

#### LITERATURA CONSULTADA

Gerling, D. 2002. Una reinterpretación sobre las moscas blancas. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 63 p. 1 3 - 2 1. (en línea) Consultado 12 de set. 2010. Disponible en: http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2096E/A2096E.PDF.

Jiménez, R. 1991. Estudio diagnóstico del mercado internacional del chayote (*Sechium edule*) con énfasis en el mercado Norteamericano. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 582 p.

León, R. 1997. Diagnostico de artrópodos y su manejo en cultivos agrícolas de Costa Rica. Archivos Técnicos del INTA-Costa Rica. Código: BR04EE802-4-96. Sin publicar.

León, R. 2002. Diagnóstico de plagas del sector chayotero y una propuesta para dar soluciones de manejo. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Investigaciones Agropecuarias. San José. Costa Rica. Archivos Técnicos del INTA-Costa Rica. 12 p. Sin publicar.

León, R. 2010. Diagnostico de artrópodos y su manejo en cultivos agrícolas de Costa Rica. Archivos Técnicos del INTA-Costa Rica. Código: BR04EE802-4-01. Sin publicar.

Perring, T; Chandler, L. 1996. Whiteflies. En Compendium of Cucurbit Diseases. American Phytopathology Society. 70 p.

Villalobos, W.; Moreira, L.; Rivera, C. 2002. First Report of and Yellows Subgroup 16 SrL-B Phytoplasma Infecting Chayote in Costa Rica. Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular, Universidad de Costa Rica. Plant Disease. 86:330.

## INFORMACIÓN TÉCNICA

## ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE CHAYOTE (Sechium edule Jacq. SW)

Jaime Brenes Madriz, <sup>1</sup> Silvana Alvarenga Venutolo, <sup>1</sup> Ana Abdelnour Esquivel <sup>1</sup>

#### RESUMEN

Enraizamiento de estacas de chayote (*Sechium edule Jacq.* SW). El chayote para exportación se siembra principalmente en el valle de Ujarrás, en los cantones de Paraíso y Alvarado de Cartago; localidades que presentan una serie de características de suelo, clima y temperatura que favorecen su siembra. Sin embargo, uno de los principales problemas que enfrentan los productores está relacionado con el material que utilizan para la siembra, tradicionalmente el fruto o la semilla que por su naturaleza no permite la obtención de una producción morfológicamente homogénea de frutos; lo que resulta en rechazo de fruta exportable que puede alcanzar hasta el 50% de la producción. La incorporación de material de siembra propagado vegetativamente aseguraría a los productores de chayote aumentos en la uniformidad de frutos y por ende, mayores réditos por sus cosechas. En este trabajo se presenta una guía para el enraizamiento de estacas de chayote, que los productores podrían incorporar fácilmente a su actividad productiva.

Palabras clave: propagación vegetativa, semilla, fruto, cucurbitácea.

### INTRODUCCIÓN

chavote (Sechium edule) es una cucurbitácea originaria de Mesoamérica, que se cultiva en zonas tropicales y subtropicales. Antiquos documentos señalan el uso del chayote por grupos de aborígenes aztecas en el periodo precolombino (Newstrom 1990). Se utiliza principalmente como alimento humano, también como forraje para la alimentación de ganado. Los frutos, hojas tiernas y raíces tuberosas son consumidos como verdura, sin embargo; el consumo del fruto como vegetal de mesa es el más difundido. A las infusiones de hojas y cocimiento del rizoma se les atribuyen propiedades medicinales como diuréticos y para el control de la hipertensión y la arterioesclerosis. Los tallos duros y fibrosos no se consumen, pero se utilizan para la elaboración artesanal de cestas y sombreros (Newstrom 1990 y Sosa 1997).

La producción en Costa Rica alcanza cerca de 40 000 t/año, de las cuales el 20% se utiliza para consumo nacional y el 80% se exporta a países como Estados Unidos (principal consumidor, 85%), Canadá, Holanda, Reino Unido, Puerto Rico, Francia, Nicaragua, Italia, Honduras, entre otros. De acuerdo con estadísticas de PROCOMER (2011), el chayote representó el 13,3% de los productos agrícolas exportados. A partir del año 1972, cuando se realizó la primera exportación, se incentivó la producción de chayote para exportación y el área sembrada se incrementó considerablemente. Actualmente Costa Rica se ha consolidado como el principal exportador de chayote del mundo.

A pesar de que existe gran variabilidad de fenotipos de chayotes, entre los cuales podemos citar el quelite de exportación, los cocoros (blanco y negro), los criollos sazones grandes (blancos y negros), y un material criollo alargado con espinas poco cultivado por

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Biotecnología, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. jabrenes@itcr.ac.cr, salvarenga@itcr.ac.cr, aabdelnour@itcr.ac.cr

su forma y textura. El material más cultivado en nuestro país es una selección realizada por los agricultores llamada "quelite", que reúne las características deseadas para exportación, como forma, color, tamaño y peso del fruto. Esta variedad se exporta a los Estados Unidos en un 92% (Los Ángeles, New York, Chicago v Miami (28 798,2 toneladas exportadas en el 2010), desde donde se reexporta a Canadá), a la Unión Europea un 7% y el 1% restante a otros países (Bolaños 1998 y PROCOMER 2011). Existen otros materiales de chayote promisorios para el mercado de exportación como el criollo blanco y el cocoro blanco, estos materiales ya se han enviado a Estados Unidos para observar la aceptación en el mercado.

El chavote para exportación se siembra principalmente en el valle de Ujarrás, en los cantones de Paraíso y Alvarado de Cartago, este valle tiene una serie de características como suelos sueltos, profundos, ricos en materia orgánica, condiciones de temperatura y disponibilidad de agua, que permiten el buen desarrollo de las plantaciones y los frutos. Se recomienda una altura promedio entre los 1000 y 1200 msnm, temperaturas entre 13 °C v 21 °C, temperaturas inferiores a 13 °C dañan los frutos pequeños y temperaturas mayores a 28 °C promueven la caída de flores v frutos pequeños. La precipitación óptima para el cultivar quelite está entre los 1500 y 2000 milímetros distribuidos en el transcurso del año. Es un cultivo muy susceptible a la falta de agua por la gran área foliar que presenta la planta (Bolaños 1998, Lira 1996 y COOPESANPAR 2000).

El cultivo de chayote tiene gran impacto socioeconómico en la zona de Ujarrás, ya que brinda empleo fijo a cerca de 700 personas y trabajo temporal a 3200 personas, este trabajo temporal se utiliza para prácticas agrícolas como deshoja y cosecha, lo que redunda en mejor calidad de vida para esta población (Abdelnour *et al.* 2002).

A pesar de que Costa Rica mantiene el liderazgo mundial en exportación de chayote, en las plantas empacadoras se producen altos

porcentajes de rechazo de fruta, debido a que el mercado internacional es muy exigente en cuanto a la uniformidad del producto (forma, color, tamaño y textura de la epidermis de los frutos). El material de siembra, tradicionalmente la semilla, por su naturaleza no asegura la obtención de una producción de frutos morfológicamente homogénea. Esta limitante en la producción de chayote para exportación ha despertado el interés e impulsado la investigación y el desarrollo de métodos de propagación vegetativa en esta especie.

El presente trabajo consistió en una revisión de las técnicas tradicionalmente utilizadas por los productores de chayote y las desarrolladas por los investigadores del Centro de Investigación en Biotecnología, autores de este artículo, para lograr la propagación vegetativa y la multiplicación clonal de materiales de interés.

## MATERIALES DE SIEMBRA PARA LA PROPAGACIÓN DE CHAYOTE

## Frutos y semillas

Para el establecimiento de plantaciones se utilizan chayotes sazones brotados. Esto se logra colocando los frutos seleccionados de una planta de buena calidad (alta producción, forma, resistencia a enfermedades, color, textura y peso), en lugares oscuros y húmedos, se envuelven en papel periódico para adelantar la brotación, una vez que los frutos germinan son colocados bajo un sombreador (sarán 70%), para que el brote se desarrolle, después son llevados al campo. La forma más común de siembra es plantar dos o más frutos por hoyo en el sitio definitivo de siembra. También se ha utilizado la siembra de la semilla en macetas, y una vez desarrollado el brote apical, las plántulas se trasplantan al campo (Lira 1996). Este tipo de propagación es económica y puede considerarse eficiente cuando se evalúa con base en la facilidad de manipulación del material de siembra y el porcentaje de plantas obtenidas. Sin embargo, aunque se seleccionen los mejores frutos de chayotes como semilla, esto no garantiza que se van a obtener plantaciones que produzcan frutos homogéneos, debido a que esta especie es de polinización cruzada, mediada por abejas del género *Trigona*, y por ende, se presenta alta variabilidad en la cosecha, lo que descarta la posibilidad de incorporar al mercado internacional la notable variabilidad

de frutos que se producen (Lira 1996). Para los agricultores esto se traduce en pérdidas por rechazo en las plantas empacadoras y puede oscilar entre un 10% a un 20%. Si a este porcentaje se suma el porcentajes de frutos desechados en el campo durante la cosecha, este valor puede ser superior al 50% (Abdelnour 2002 y Alvarado 2006)<sup>2</sup>.



**Figura 1.** Propagación sexual de chayote a partir de semilla y fruto. Cartago, CR. 2010.

## Propagación vegetativa

Las plantas tienen gran diversidad de formas para multiplicarse vegetativa o asexualmente (sin mezcla de caracteres genéticos) y con base en observaciones cuidadosas, los productores y científicos han desarrollado técnicas como la propagación por hijuelos, estacas, acodos e injertos, es decir, la propagación vegetativa se efectúa con partes de una planta provista de yemas y con capacidad de enraizamiento para originar nuevos individuos. A diferencia

de las propagadas por semilla, las plantas propagadas vegetativamente se caracterizan porque su descendencia es genéticamente idéntica, son clones (George 2008).

La reproducción por estacas, consiste en provocar enraizamiento de un trozo de tallo, raíz u hoja separado de la planta madre, ya que la estaca es una porción de la planta susceptible de adquirir autonomía fisiológica. Los primordios de raíces adventicias se inician con la división de células parenquimáticas (células del callo

<sup>2 (</sup>CAC) Centro Agrícola Cantonal de Paraíso. 2006. Pérdidas por rechazo. (entrevista) Cartago, CR. Comunicación personal.

u otras células parenquimáticas), en forma similar a las divisiones de las raíces laterales en el periciclo de raíces jóvenes, anterior a la emergencia radical a partir del tallo o la raíz, éstas se diferencian en: meristema apical, cofia, células iniciales del cilindro vascular y corteza (Flores-Vindas 1999). Cuando los elementos vasculares de la raíz adventicia se diferencian, las células del callo y otras células de parénquima localizadas en el extremo proximal del primordio se diferencian en elementos vasculares y proveen una conexión con los elementos correspondientes del órgano iniciado (Sitte et al. 1997). En la literatura, generalmente se separan los factores que afectan el enraizamiento, en factores externos y factores internos, sin embargo, se sabe que existe una interacción constante de dichos factores, un ejemplo es el efecto de la luz sobre la producción de biomasa, por medio de la fotosíntesis y la proporción de carbohidratos/ auxina en la iniciación de la formación de raíces (Sinha 2004).

Lamayoría de las especies se pueden reproducir por estacas, por lo tanto, es un sistema muy utilizado debido a que la propagación se da en forma rápida y económica; ha sido empleado ampliamente en la propagación de frutales, leñosas y ornamentales en general (Castrillón *et al.* 2008, Sinha 2004).

En chayote, la propagación vegetativa puede solventar los problemas de multiplicación de materiales de siembra, de manera que puedan producirse clones de los materiales seleccionados y con esto, mayor uniformidad en la producción. Tanto el enraizamiento de tallos o quelites, como la micropropagación de brotes y meristemas son técnicas que se han experimentado en chayote. Sin embargo, los agricultores no han adoptado estas técnicas de manera rutinaria, debido posiblemente a que se requiere una inversión adicional en infraestructura y personal capacitado en las técnicas, aunque en años recientes se han interesado en capacitarse y experimentar con ellas. Investigadores del Centro de investigación en Biotecnología (CIB), del Instituto Tecnológico de Costa Rica, han publicado los protocolos para la micropropagación a partir de brotes y meristemas (Abdelnour et al. 2002, Abdelnour-Esquivel *et al.* 2006, Alvarenga *et al.* 1999, Alvarenga y Morera 1992), literatura fácilmente accesible para laboratorios comerciales de cultivo de tejidos. El protocolo recomendado inicia tomando brotes apicales de la planta de interés; al llevarlos al laboratorio de cultivo de tejidos se lavan con detergente y abundante agua corriente y se desinfectan. Se enjuagan tres veces con agua destilada estéril en condiciones de cámara de transferencia de flujo laminar.

Los brotes se cultivan en el medio de cultivo descrito por Murashige y Skoog (1962) con benciladenina (BA) para inducir la brotación de yemas. Durante la etapa de multiplicación, las plántulas producidas se cortan en los entrenudos para subcultivar cada explante, que consiste del brote apical o de segmentos con un nudo. Para la etapa de enraizamiento se recomienda el cultivo de los brotes en el medio de cultivo enriquecido con Ácido Indolbutírico (AIB) (Abdelnour *et al.* 2002).

En el marco del proyecto desarrollado en conjunto con los productores de la Federación de Chayoteros de la Región Oriental, investigadores del CIB y de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional, se capacitó a miembros de la federación en la técnica de micropropagación de chayote, con el fin de que en una eventual apertura de un laboratorio propio, tuvieran el personal ya capacitado (Alvarenga *et al.* 2007).

El presente trabajo presenta un procedimiento obtenido después de varios años de experimentación en el enraizamiento de tallos o quelites de chayote, de manera que pueda servir de guía a los productores que no puedan acceder a las facilidades de un laboratorio de cultivo de tejidos.

El enraizamiento de estacas de tallos o quelites es otra técnica usada para solventar el problema de variación en los frutos producidos en las plantaciones de chayote, sobre todo, para el chayote de exportación. Permite al agricultor seleccionar plantas con alto valor agronómico, que por medio del enraizamiento mantendrán sus características de productividad. Esta metodología fue usada en los años 80, pero se dejó de utilizar por razones de poca divulgación entre los agricultores, obligando a los productores a la utilización de semilla tradicional. El enraizamiento de estacas de quelites le permite al agricultor propagar plantas que según sus observaciones de campo son ideales para ser utilizadas como plantas madre (Brenes 2006 y Abdelnour 2003).

El procedimiento para la obtención de plantas a partir del enraizamiento de (tallos o quelites) es el siguiente:

Las plantas madres a utilizar deben cumplir las siguientes características:

- Plantas sanas y vigorosas
- Que produzca frutos lo más homogéneos posible en forma, tamaño, color, sin estrías y sin espinas
- Preferiblemente plantas con producción de frutos en dobles
- Cosechar las estacas una vez que la planta a comenzado a fructificar

Se recomienda cosechar estacas de plantas de una edad de tres meses aproximadamente, ya que esto permite ver la forma y otras características del fruto. En este momento se deben podar las guías, de manera que se eliminen los brotes terminales para que emerjan los brotes secundarios que son los que se utilizarán como material a enraizar.

Con respecto a la estaca que se va a enraizar esta debe presentar las siguientes características:

 Los quelites deben presentar vigorosidad y alta sanidad

- Deben medir no menos de 20 cm ni más de 45 cm
- Deben poseer al menos tres entrenudos cortos
- Se recomienda cortar el 50% de las hojas del nudo más cercano al sustrato, para garantizar un enraizamiento efectivo y evitar que el crecimiento de estas hojas no permita el amarre de las raíces al sustrato.
- El corte debe asegurar que la base del quelite no abarque más del 40% del tallo que lo sostiene, de manera que aún cuando se corta el tallo principal, éste no se dañe y siga suministrando agua y nutrientes al resto de la planta.

Una vez seleccionadas las plantas madre, se cortan los quelites con hojas de navajilla nuevas, para que el corte sea lo más fino y el daño a la planta donadora sea el menor posible. Se debe cambiar de navajilla al pasar de una planta donadora a otra, para evitar la trasmisión de enfermedades sistémicas (Figura 2)

Las estacas se cortan en las primeras horas del día (6 am a 8 am) para que las plantas estén turgentes. Las estacas se envuelven en papel toalla o periódico húmedo, para evitar la deshidratación durante su traslado al invernadero. El corte realizado en la planta madre se sella con una solución desinfectante a base de Carboxín + captán para evitar la entrada de patógenos al tejido.



**Figura 2.** Etapas de la selección de plantas madre y corte de estacas a enraizar. Cartago, CR. 2010.

Las estacas se llevan al invernadero, en donde previamente se han llenado bolsas con un sustrato compuesto de tierra y granza (3:1). Es recomendable que el sustrato sea desinfectado previo a la siembra. La desinfección puede realizarse con vapor de agua o simplemente con la solución desinfectante agregada y mezclada con el sustrato.

Las estacas se colocan en una solución enraizadora llamada ANASIL (elaborada por el Centro de Investigaciones en Biotecnología, del Instituto Tecnológico de Costa Rica), desarrollada especialmente para el enraizamiento de estacas de chayote y que contiene auxinas como parte importante de sus componentes. En esta solución las estacas se sumergen unos cinco centímetros, durante 30 segundos, para evitar que el callo formador de raíces sea muy grande. Las estacas se siembran en bolsas plásticas (de aproximadamente 1 kg) y se mantienen en el invernadero por un periodo de 22 días. Se debe brindar un riego nebulizado, con periodos cortos pero continuos. La frecuencia y la duración del riego dependerá de las condiciones climáticas que se presenten en los días de crecimiento de las raíces. En días soleados y calurosos se recomienda activar el nebulizador cada 10 min durante 20 segundos (Figuras 2 y 3).

Conforme pasan los días, en la base de las estacas se comienza a formar un callo de color café, este callo dará inicio a la formación de los primordios radicales, que comenzarán a ser visibles a partir de los 10 días, conforme pasa el tiempo las raíces crecerán fuertes y de un color blanco. Al cabo de 22 días, las plantas enraizadas serán llevadas fuera del invernadero y colocadas bajo un sombreador (sarán), para que completen el proceso de aclimatación. Después de siete días se llevan al campo para su siembra definitiva (Figura 4).

Con esta metodología de enraizamiento de estacas (quelites) de chayote, se ha obtenido un 99% de éxito en la producción de nuevas plantas en experimentos repetidos (Alvarenga *et al.* 2007). Por lo anterior, se recomienda como guía práctica para la producción de clones de chayote en la misma finca de los agricultores, donde solo requerirán un pequeño invernadero y riego para la producción del material de siembra que les asegure la uniformidad en la producción que les exige el mercado internacional.

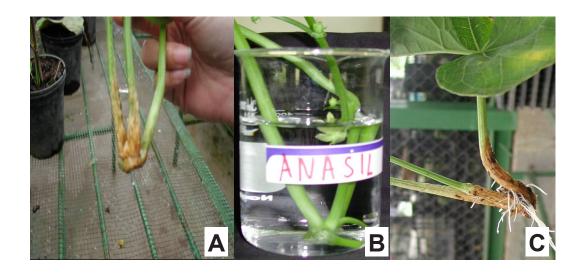


Figura 3. A) Estaca de chayote del cultivar quelite.

- B) Estaca en la solución enraizadora.
- C) Estaca con sistema radical bien desarrollado. Cartago, CR. 2010.



**Figura 4.** Plantas de chayote en diferentes estadios de crecimiento en invernadero y campo. Cartago, CR. 2010.

Este trabajo pretende ser una guía fácil para la producción asexual de material de siembra de chayote, que garantizará la obtención de una producción uniforme de frutos y por ende, un mayor volumen de exportación y utilidades que permitirán elevar la calidad de vida de los agricultores. Si el productor sigue las recomendaciones presentadas en este documento logrará la obtención del material de siembra exportable de su interés.

#### LITERATURA CITADA

Abdelnour, A. 2002. Micropropagación, crioconservación y caracterización genética de chayote *(Sechium edule)*. Tesis para optar por el grado de Doctor en Sistemas de producción Agrícola Tropical Sostenible. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. San José, CR. 107p.

Abdelnour-Esquivel, A.; Bermúdez, L.C.; Alvarenga, S.; Rivera, C. 2006. Cultivo de meristemas, termo y quimioterapia en chayote (*Sechium edule Jacq*.Sw) para la erradicación del virus del mosaico del chayote (ChMV). Manejo integrado de Plagas y Agroecología 77:17-23.

Abdelnour, A.; Ramírez, C.; Engelmann, F. 2003. Micropropagación de chayote (*Sechium edule*) a partir de brotes vegetativos. Agricultura Mesoamericana 13: 147-152.

Alvarenga, S.; Abdelnour, A.; Brenes, J.; Gatica, A.; Brenes, A.; Chaves, S.; Madriz, J.; Murrel, M.; 2007. Implementación de un estudio para identificar y obtener semillas de chayote que responden a las nuevas exigencias del mercado. Informe Final. ITCR-UNA-MICIT-CONICIT.

Alvarenga, S.; Flores, D.; Abdelnour-Esquivel, A. 1999. Micropropagación de fenotipos seleccionados de chayote (*Sechium edule*). Tecnología en Marcha. 13: 9-15.

Alvarenga, S.; Morera, J. 1992. Micropropagación in vitro del chayote. Tecnología en Marcha. 11: 31-42.

Brenes, J. 2006. Enraizamiento de estacas de chayote. Taller de capacitación para agricultores de la Federación de Centros Agrícolas Cantonales del Valle Central Oriental. Ujarrás, Cartago, CR. 9p.

Bolaños, A. Introducción a la olericultura. 1998. Editorial EUNED. San José, CR. pp. 172-175.

Castrillón, J.C., Carvajal, E.; Ligarreto, G.; Magnitskiy, S. 2008. El efecto de las auxinas en las estacas de agraz ( *Vaccinium meridionale* Swartz) en diferentes sustratos. Agronomía Colombiana 26(1):16-22.

COOPESANPAR (Cooperativa de Productores de Chayote de Santiago de Paraíso R.L.). 2000. Desarrollo Agroindustrial del Chayote. Santiago de Paraíso, Cartago, Costa Rica. 28p.

Flores-Vindas, E. 1999. La Planta: estructura y función. Vol.II. Libro Universitario Regional (LUR). Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. Pp. 371-389.

GEORGE, E.; Hall, M.A.; De Klerk, G. 2008. Plant Propagation by Tissue Culture. Vol. 1. 3 ed. Springer. Pp. 2-3.

Lira, R. 1996. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Chayote *(Sechium edule Jacq.)* SW. IPGRI. Roma, I. 58p.

Newstrom, L.E. 1991. Evidence for the origin of chayote, *Sechium edule* (Cucurbitaceae). Economic Botany. 45(3):410-428.

Newstrom, L.E. 1990. Origin and Evolution of Chayote. In: Bates, D.; Robinson, R. and Charles, J. (eds.). Biology and Utilization of Cucurbitaceae. Cornell University Press. pp. 141-149.

PROCOMER (Promotora de comercio exterior de Costa Rica). 2011. Análisis de estadísticas de exportación de Costa Rica. Libro 2011. Costa Rica. (en línea). Consultado 25 may. 2010. Disponible en http:// www.procomer.com/estadisticas/web\_libro\_estadistica2011\_v2-we.

Sinha. R., K. 2004. Modern Plant Physiology. Alpha Science International Ltd. Patna, India. p:460-512.

Sitte, P.; Ziegler, H.; Ehrendorfer, F.; Bresinsky, A. 1997. Strasburger Tratado de Botánica. 8 ed. Castellana. Ediciones Omega, Barcelona, España. pp. 231-239.

Sosa, R. 1997. El poder medicinal de las plantas. Asociación Publicadora Interamaericana. Miami, Florida, EEUU. p.123.

# ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL PASTO KIKUYO (Kikuyuocloa clandestina)

William Sánchez Ledezma<sup>1</sup>, María Mesén Villalobos<sup>1</sup>

#### **RESUMEN**

Establecimiento y manejo del pasto kikuyo. El objetivo de este trabajo fue proporcionar información que permita optimizar el uso del pasto kikuyo, en los sistemas de producción de leche de altura en Costa Rica. Se presenta un resumen de los principales detalles que se deben tomar en cuenta para un adecuado establecimiento y manejo del pasto kikuyo. Se mencionan datos como descripción botánica, adaptación, establecimiento, plagas, enfermedades y manejo en general de la pastura. El nombre científico más reciente de este forraje es *Kikuyuocloa clandestina*, sin embargo, es ampliamente conocido como *Pennisetum clandestinum*. Se introdujo a Costa Rica en el año 1920 y se adaptó muy bien a la mayor parte de la zona alta lechera comprendida entre 1750 y 2900 msnm. Su principal uso ha sido el pastoreo rotacional, con 28 a 35 días de descanso y uno de ocupación. Bajo estas condiciones la producción oscila entre 1,9 y 2,7 tMS/ha. Su contenido nutricional en rotación cada cuatro semanas es de 18 y 65,4% de MS y DIVMS, respectivamente. También es utilizado como forraje de corte, con rendimientos entre 4 y 7 t MS/ha cada 75 días, pero con valores nutritivos inferiores a los citados anteriormente.

Palabras clave: Pennisetum clandestinum, pastoreo, forraje de piso.

## INTRODUCCIÓN

El nombre científico más reciente del kikuyo es *Kikuyuocloa clandestina*, sin embargo, es ampliamente conocido como *Pennisetum clandestinum*. Pertenece a la familia de las gramíneas y es uno de los pastos más adaptados y usados en las zonas frías, comprendidas entre 1600 a 2200 m de altitud (Bernal 1991). Es originario del pueblo Kikuyu en Kenya, África (Amador 1998). Se introdujo a Costa Rica en el año 1920 conjuntamente con las razas lecheras de origen europeo como Holstein y Jersey. Situación que impulsó la actividad en la zona alta lechera de Costa Rica, comprendida entre 1750 y 2900 msnm (Morales y Kleinn 2001).

En nuestro país, la alimentación utilizada en sistemas lecheros de altura se ha basado principalmente en el uso de forrajes (especialmente gramíneas), sin embargo, debido a la escasez de forrajes durante la época seca (crítica) y a la mayor demanda de requerimientos nutricionales producto de la mejora en genética animal, los productores se han visto obligados a utilizar alimentos concentrados. Por otro lado, la demanda creciente de los granos para consumo humano, el uso de éstos para la producción de biocombustibles y la constante alza de los precios, dejan en duda el beneficio económico y la sostenibilidad de dicha práctica de alimentación.

Considerando los pastos como la fuente de alimentación más económica y de fácil acceso al productor de lechería especializada y ante la situación agravante en los costos de los concentrados, se hace necesario aplicar y validar las mejores técnicas para el establecimiento y manejo de pasturas que

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA. Costa Rica. wsanchez@inta.go.cr, mmesen@inta.go.cr.

permitan reducir los costos de producción, incrementar el rendimiento y calidad de los forrajes y la producción por hectárea, lo que permite al sector lechero competir en el mercado nacional e internacional.

## DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La planta de kikuyo es perenne, vigorosa y de porte mediano, que dependiendo de las condiciones de clima y suelo puede llegar a

Figura 1. Pastura de kikuyo con 30 días de descanso. Heredia, CR. 2010.

En cada nudo del estolón se forman tallos de color verde pálido que en las primeras etapas de crecimiento son semierectos y con el tiempo su crecimiento se vuelve erecto. Dicho hábito de crecimiento permite una rápida cobertura del suelo, ideal para prevenir la erosión, principalmente en terrenos con alta pendiente (Amador 1998). Las hojas son de color verde claro, crecen tanto en los tallos como en los estolones de forma cóncava, son delgadas, suculentas y pueden llegar a medir hasta 30 cm de longitud.

La flor es de color blanco brillante, crece en las axilas de las hojas y es conspicua, es decir, aparece al inicio de la mañana y desaparece con el calor del sol. Es pequeña y su presencia es escasa, lo cual aumenta cuando el forraje es sometido a estrés natural o a causa de su manejo. La semilla es muy pequeña y se produce en las axilas de las hojas donde queda oculta, razón por la cual se dificulta observar la inflorescencia y semilla del pasto.

El objetivo es proporcionar información que permita optimizar el uso del pasto kikuyo, en los sistemas de producción de leche de altura en Costa Rica.

alcanzar hasta 60 cm de altura (Figura 1), con raíces profundas y extensas (Amador 1998). Produce gran cantidad de tallos y estolones (Figura 2) hasta de tres metros de longitud con entrenudos cortos (Bernal 1991).



Figura 2. Estolones y entrenudos del kikuyo Cartago, CR. 2010



**Figura 3.** Pastura de kikuyo en floración. Heredia, CR. 2010.

## ADAPTACIÓN, CLIMÁTICA Y EDÁFICA

El pasto kikuyo tiene un rendimiento adecuado desde los 1600 a 2200 msnm (Bernal 1991), sin embargo, en Costa Rica



**Figura 4.** Efecto de la escarcha sobre el pasto kikuyo. Cartago, CR. 2010.

El kikuyo se adapta a todo tipo de suelo pero se desarrolla mejor en suelos profundos, bien drenados y con mediana o alta fertilidad. No prospera bien si éstos son de baja fertilidad se utiliza en ganadería de leche desde los 1750 hasta los 2800 msnm (Sánchez e Hidalgo 2009). No es exigente a la humedad, por lo que tolera sequías cortas, siempre y cuando la precipitación supere los 1000 mm anuales.

Es susceptible a las heladas (Bernal 1991), razón por cual en nuestro país en zonas ubicadas a más de 2500 msnm, la producción de forraje se reduce hasta un 50% durante los meses de diciembre a marzo. En la Figura 4, se observan áreas de pasto quemado debido al efecto de la escarcha que cae en la zona alta de Costa Rica durante los primeros meses de la época seca.

(Bernal 1991). En Costa Rica se adapta muy bien en suelos de origen volcánico de textura franco-arenosa, como los que se encuentran en la Cordillera Volcánica Central.

#### **ESTABLECIMIENTO**

## Preparación del terreno

Lo ideal es establecer las nuevas pasturas de kikuyo en terrenos recién cosechados del cultivo de papa u hortalizas (Figura 5), debido a que se reducen los costos de preparación del terreno y se aprovechan los residuos de fertilizante del cultivo anterior. En este caso no es necesario preparar el terreno, ya que el pasto se puede sembrar inmediatamente después de cosechar el otro cultivo ya que hay poca presencia de malezas.



**Figura 5.** Terreno cosechado de papa, apto para sembrar kikuyo. Cartago, CR. 2010.

En pasturas degradadas y terrenos compactados por pisoteo del ganado, lo recomendable es realizar una aplicación de glifosato y 22 días después pasar un subsolador para descompactar y airear el

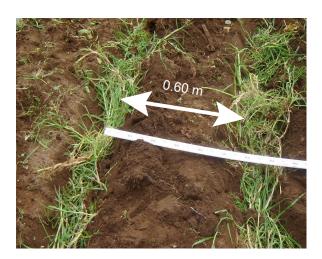
#### Semilla

A pesar de que en otros país, el kikuyo se siembra mediante semilla sexual, como es el caso del cultivar Whittet (Álvarez *et al.* 2008), en Costa Rica la siembra se realiza con material vegetativo únicamente Figura 6. La semilla sexual del kikuyo también permanece viable en el suelo por varios años (Bernal 1991), las cuales germinan después de ser defecadas por animales que consumieron kikuyo con inflorescencia (Urbano *et al.* 2005).

En la siembra con semilla vegetativa, lo recomendable es utilizar plantas bien desarrolladas y vigorosas, procedentes de pasturas con varios años de establecidas. Además, es conveniente que la semilla se

#### Siembra

El establecimiento del pasto kikuyo se puede realizar mediante diferentes técnicas; las más usadas son: en surcos (Figura 7) o en hoyos (Figura 8). Para el primer caso, los surcos se pueden realizar con azada, bueyes o con



**Figura 7.** Siembra en surcos. Cartago, CR. 2010.

terreno. Posteriormente, se pasa la rastra una o dos veces a 30 cm de profundidad o una pasada de palín mecánico. Lo ideal es que el terreno quede suelto pero no pulverizado y sin presencia de malezas.



**Figura 6.** Semilla vegetativa ideal para la siembra. Cartago, CR. 2010.

corte en la tarde del día antes de la siembra o el mismo día que se va a establecer, almacenarla a la sombra y recortar las hojas de los estolones, previo a la siembra, con el fin de reducir la deshidratación del material.

tractor, distanciados a 0,60 m entre sí y a 0,30 m de profundidad. Los estolones se distribuyen en el fondo del surco y luego se cubren parcialmente con tierra. En la segunda técnica de siembra, los hoyos se pueden realizar con pala o azada, distribuyendo estos en forma de pata de gallo a 0,6 metros entre sí y a 30 cm de profundidad.



**Figura 8.** Siembra en hoyos. Cartago, CR. 2010.

Se recomienda hacer la siembra al inicio de las lluvias (mayo-junio), sin embargo, se puede prolongar para setiembre u octubre, siempre y cuando la pastura disponga de al menos tres meses del periodo de lluvia.

## **FERTILIZACIÓN**

Antes de aplicar un programa de fertilización, es conveniente hacer un análisis del suelo, para conocer la acidez (pH) y el contenido de nutrientes existentes en el suelo. En caso de que el pH del suelo sea menor a 5,5 y el aluminio (AI) intercambiable mayor de 0,5 cmol+/litro, es necesario encalar para neutralizar la acidez, así la pastura podrá aprovechar los nutrientes disponibles y se evitan problemas de intoxicación de plantas (Molina 2009).

Las dosis de cal en Costa Rica varían entre 0,5 y 2 toneladas por hectárea (t/ha) y en algunos casos hasta 3 t/ha. Lo recomendable es aplicar la cantidad que se requiere con base al análisis del suelo, ya que de lo contrario no se logra ningún efecto en el rendimiento del cultivo (Molina 2009). En pasturas ya establecidas, se sugiere aplicar la cal de forma fraccionada para no dañar los rebrotes, y en caso de nuevos establecimientos, las aplicaciones se deben realizar al menos un mes antes de la siembra. En ambos casos, las aplicaciones se deben de realizar en días asoleados, sin presencia de lluvia.

En términos generales, se sugiere el siguiente plan de fertilización por año: 150, 50, 50, 20 y 20 kilogramos por hectárea (kg/ha) de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Mg y S, respectivamente (Toledo y Schultze-Kraft 1982). El fósforo, magnesio y azufre se aplican al momento de la siembra, mientras que el nitrógeno y el potasio se utilizan en tres fracciones: la primera un mes después del establecimiento, la segunda después del primer pastoreo leve (tres meses después de establecido) y la última después del segundo pastoreo.

En pasturas ya establecidas es recomendable determinar el grado de compactación en que se encuentra el suelo. En los casos en que el terreno no haya sido descompactado en los últimos cinco años, lo recomendable es pasar un subsolador al inicio de la época de lluvia, y posteriormente, aplicar la cal al voleo, y dos meses después implementar el programa de fertilización recomendado por Toledo y Schultze-Kraft (1982) para pasturas de clima frío.

Son varios los trabajos que demuestran que el kikuyo responde positivamente a la fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre (López y González 1985, Urbano *et al.* 2005, Castillo *et al.* 1983 y Urbano 1996). En el caso del nitrógeno, las investigaciones demuestran que el kikuyo responde a niveles elevados del nutriente. Sin embargo, a partir de cierta cantidad de nitrógeno el crecimiento del forraje se puede reducir, superando el costo al beneficio, con el inconveniente de contaminar el suelo y los efluentes de agua, principalmente.

## **CONTROL DE MALEZAS**

Cuando se realiza una adecuada preparación del terreno y manejo de la pastura, las malezas no son ninguna complicación. Además, el pasto kikuyo es una especie agresiva e invasora, y en la mayoría de los casos no permite el desarrollo de plantas consideradas malezas, tal es así que cuando se trabaja con otros cultivos, el kikuyo se considera maleza.

El problema de malezas en el kikuyo se presenta cuando se sobre pastorea, en estos casos se han identificado principalmente tres tipos de malezas: el ruibarbo (*Rheum rhabarbarum*), chile perro blanco y rosado (*Polygonum sp.*) y pitilla (*Sporobolus indica*). Las dos primeras son consumidas por el ganado a cualquier edad, mientras la pitilla solamente en las primeras etapas de crecimiento.

El control de estas malezas puede ser manual, químico o mecánico. El primero se recomienda en pasturas recientemente establecidas, extrayendo manualmente la planta completa y sus raíces, sin embargo, el resultado no es el mismo cuando la planta

no se extrae totalmente, ya que tienen gran capacidad de rebrote. Para controlar el ruibarbo y el chile perro lo más recomendable es realizar aplicaciones de 2,4-D en forma localizada después del pastoreo, mientras que para el control de la pitilla se puede aplicar glifosato también en forma localizada después del pastoreo. También la utilización del subsolador ayuda a reducir la población de malezas, debido a que el subsolador destruye muchas malezas, aumentando el pasto el área de cobertura. Es importante recalcar que la propagación de cualquier maleza se evita en gran parte no permitiendo la reproducción de semilla sexual.

## **CONTROL DE PLAGAS**

## Insectos

Los insectos que más daño ocasionan en los pastos de altura en Costa Rica son la baba de culebra (Prosapia sp.) y la colaria (Collaria oleosa). La prosapia es una plaga muy severa, una pastura invadida por este insecto se observa muy parecida a los terrenos en que se ha aplicado herbicida. La plaga tiene la particularidad de que la ninfa se hospeda en la base de la planta y extrae nutrientes, el adulto ataca el follaje donde ocasiona serios daños, por lo cual la planta muere rápidamente. La mayor presencia se da durante la época de máxima precipitación, debido a que su proliferación se favorece cuando existe condiciones de alta humedad, desapareciendo durante las época seca o de menor precipitación (Sánchez y Mesén 2004 y Mesén y Sánchez 2006).

El control de la prosapia puede ser biológico o químico o combinando ambos con un buen manejo del pastoreo (rotación). Para el control químico se pueden utilizar insecticidas, sin embargo, el control es deficiente, debido a que pocos meses después la plaga aparece nuevamente. En la zona alta de la provincia de Cartago en Costa Rica, el mejor resultado se ha logrado con aplicaciones de hongos del género *Beauveria* durante los meses de

máxima precipitación (octubre, noviembre y diciembre). Es importante mencionar que los buenos resultados de la utilización de los hongos, son afectados cuando el productor utiliza equipo contaminado con químicos para aplicar el hongo, combina el control biológico (hongos) con el químico o realiza aplicaciones altas de fertilizantes, debido a que en estos casos se destruye el hongo beneficioso. Para evitar lo anterior, es recomendable utilizar equipo limpio no combinar el control biológico con el químico, y utilizar un plan de fertilización que no exceda lo recomendado anteriormente.

La *Collaria oleosa* es un insecto que raspa la lámina de la hoja ocasionando serios daños que limitan la fotosíntesis de la planta. Al igual que la *Prosapia sp,* también se puede controlar con aplicaciones de insecticidas durante las épocas de mayor población.

## **Enfermedades**

Al pasto kikuyo lo invade el hongo *Cladosporium phei*, el cual se presenta con mayor frecuencia en las zonas nubosas, con precipitaciones frecuentes y altas, y periodos cortos de temperatura cálida. Sin embargo, la incidencia es baja, y no existen reportes que indiquen que su presencia afecta la producción y el contenido nutricional de la pastura.

## PALETEO DE EXCRETAS

Después del pastoreo es recomendable realizar el "paleteo" de las excretas (Figura 9), labor que consiste en dispersar con una pala, las excretas depositadas por los animales durante el pastoreo. El "paleteo" se realiza con el objetivo de aprovechar de mejor manera, las excretas como abono orgánico. Además, si no se realiza esta acción, el aprovechamiento de las pasturas se reduce, debido a que las vacas no consumen el pasto que crece sobre y alrededor de las excretas.



**Figura 9.** "Paleteo" de excretas en pastura de kikuyo. Cartago, CR. 2010.

## ASOCIO CON LEGUMINOSAS

El pasto kikuyo se puede asociar con el trébol (*Trifolim repens*), aumentando la producción y calidad nutritiva (Figura 10). Sin embargo, en este caso es recomendable dar un adecuado manejo, ya que si el período de descanso es menor de seis semanas y se da más de dos días de ocupación, se arriesga la persistencia de la leguminosa (Bernal 1991).



**Figura 10.** Pasto kikuyo en asocio con trébol blanco. CR. 2010.

## **UTILIZACIÓN**

Comúnmente el pasto kikuyo se utiliza en pastoreo, pero también se puede usar como forraje de corte, cobertura del suelo y ornamental.

#### **Pastoreo**

El pastoreo del pasto kikuyo puede ser continuo, rotacional o en franjas. La primera técnica consiste en mantener los animales continuamente pastoreando en toda el área de pastura existente en la finca, sin apartos y sin días de descanso. Esta técnica se puede aplicar, porque el hábito de crecimiento y las reservas de nutrientes en los estolones y rizomas, le permiten a la planta de kikuyo formar áreas foliares rápidamente, sin embargo, la producción de biomasa y calidad es mayor si el pastoreo es rotacional o en franjas (Dugarte y Ovalles 1991).

El pastoreo rotacional consiste en dejar descansar la pastura entre pastoreos, por lo que existe un período de ocupación y otro de descanso. Mediante esta técnica de pastoreo, el rendimiento y la calidad de la pastura es mayor cuando la rotación es de seis semanas de descanso y un día de ocupación. Cuando la frecuencia de pastoreo es mayor a 12 semanas, la producción de forraje aumenta pero la calidad disminuye considerablemente, y si por el contrario, la frecuencia de pastoreo se acorta (cada dos o tres semanas) la producción es baja y se afecta la persistencia de la pastura (Dugarte y Ovalles 1991).

En Costa Rica, el pasto kikuyo normalmente se pastorea de forma rotacional (Figura 11), en promedio con 30 días de descanso y medio día de ocupación. Para esto, cada finca dispone de aproximadamente 62 apartos, permitiendo que las vacas pastoreen dos apartos por día, uno en la mañana y otro en la tarde, después de cada ordeño.



**Figura 11.** Pastoreo rotacional del pasto kikuyo. Cartago. CR. 2010.

El pastoreo en franjas, consiste en ofrecer en varias franjas durante el día, un área destinada al pastoreo diario. A pesar de que esta técnica es muy utilizada en varios países de Sur América, no se han encontrado diferencias significativas en cuanto a consumo de materia seca, tiempo efectivo de pastoreo y producción de leche, cuando una misma área de una pastura de alfalfa, fue ofrecida en una sola franja por día, versus en cinco franjas diarias (Camerón *et al.* 2003).

En Costa Rica, esta técnica es poco utilizada, y su uso incrementa los problemas de erosión del suelo, principalmente en terrenos con mucha pendiente y exceso de humedad, debido al alto tránsito de los animales en áreas muy reducidas (franjas) por varias horas.

Es importante mencionar, que independientemente de la técnica de pastoreo utilizada, es conveniente evitar el sobrepastoreo, ya que de lo contrario, la recuperación de la pastura es lenta debido a la disminución acentuada del área foliar, necesaria para que ésta se recupere adecuadamente.

El sobrepastoreo afecta la producción y calidad del forraje. Además, cuando se pastorea en exceso, la vida útil de la pastura se reduce considerablemente. Lo recomendable es realizar un aprovechamiento no muy profundo, de tal forma que después del pastoreo la altura del pasto no sea inferior a 20 cm (Figura 12), dejando suficiente área foliar para que la planta mantenga sus reservas y realice la fotosíntesis adecuadamente.



**Figura 12.** Pastoreo rotacional del pasto kikuyo. Cartago. CR. 2010.

#### Corte

El principal uso del pasto kikuyo es el pastoreo, sin embargo, también se puede usar como forraje de corte, ya sea para suministrarlo como forraje fresco o semiseco, o conservarlo mediante heno, silopacas o ensilado. En nuestro país, lo común es que los ganaderos lo utilicen como forraje fresco o semiseco, debido a que el heno o ensilado presenta el inconveniente de que contiene mucha agua, principalmente durante la época lluviosa, lo que dificulta su almacenamiento.

Una alternativa utilizada por los ganaderos para incrementar el contenido de materia seca del kikuyo, es realizar la cosecha cuando el pasto tiene entre 75 y 90 días de crecimiento, sin embargo, esta práctica reduce la calidad nutritiva del forraje considerablemente. También se ha observado que el kikuyo se utiliza como forraje de corte, principalmente durante la época seca, periodo durante el cual el redimiendo y la calidad nutritiva disminuye drásticamente, en comparación a la época lluviosa.

Lo recomendable es cortar el pasto a los 60 días de rebrote, con el fin de evitar al mínimo la pérdida de nutrientes. Para incrementar el contenido de materia seca, se sugiere realizar un presecado, que consiste en dejar el pasto expuesto al sol un día después de cortado, e ideal realizar un volteo unas horas antes de recogerlo.

En cuanto a la conservación del pasto kikuyo, no se recomienda utilizarlo para heno, debido a que el proceso de secado se complica a causa de la alta humedad existen en la zona, por lo que se sugiere que se conserve mediante silopacas o ensilaje. En ambos casos es necesario realizar el presecado para incrementar el contenido de materia seca, y agregar al menos un 3% de melaza para mejorar el proceso de fermentación, debido a que el pasto kikuyo contiene poca cantidad de azúcares.

### Otros usos

Por su hábito de crecimiento y excelente cobertura del suelo, el pasto kikuyo también se puede utilizar con cobertura vegetal en terrenos con mucha pendiente y taludes de carreteras, evitando así la pérdida del suelo a causa de la erosión. Además, se puede usar como planta ornamental en los jardines de las casas y centros deportivos, ya que presenta buena resistencia al tránsito.

## PRODUCCIÓN Y CALIDAD

El pasto kikuyo es uno de los forrajes tropicales de mejor calidad existentes en Costa Rica, sin embargo tanto la producción como la calidad de este forraje depende de las condiciones climáticas, fertilidad del suelo y manejo de la pastura. Su principal uso ha sido el pastoreo rotacional con 28-35 días de descanso y uno de ocupación.

La producción de forraje se incrementan con la fertilización nitrogenada, con cambios que pueden ir desde 1 a 1,5 tMS/ha y con contenidos de proteína cruda (PC) de 16,2 a 17,3%, al aumentar la dosis anual de nitrógeno de 150 a 300 kg/ha (Urbano 1996). También se reportan incrementos de 1,3 a 1,6 tMS/ha, y 16 a 17,8%, de PC, cuando se aumentó el nitrógeno de 0 a 250 kg/ha/año (Castillo *et al.* 1983). En ambos casos con rotaciones cada seis semanas.

En la provincia de Cartago en Costa Rica bajo el sistema de pastoreo, en rotación cada 30 días, los rendimientos oscilan entre 1,9 y 2,7 tMS/ha durante la época de mínima y máxima precipitación, respectivamente, con un 18,8% de PC en promedio (Mesén y Sánchez 2006). En el marco del Proyecto Plantón-Pacayas-CIP-Perú desarrollado por el INTA en Costa Rica, también en la provincia de Cartago se obtuvieron rendimientos entre 1,1 a 2,3 tMS/ha cada 30 días (Sánchez e Hidalgo 2009). En cuanto a la digestibilidad in vitro de la materia seca, se reportan datos en el país de 65,4% (Andrade 2006).

El kikuyo también es utilizado como forraje de corte, con rendimientos entre 4 y 7 tMS/ ha cada 75 días, pero con producciones superiores y valores nutritivos inferiores a los citados anteriormente (Sánchez e Hidalgo 2009).

## LITERARURA CITADA

Álvarez, E.; Gracía J.; Rodríguez, R.; Carrillo, G. 2008. Valor alimenticio del pasto kikuyo cv. Whittet en dos estaciones de crecimiento. INTERCIENCIA. 33(002):135-139.

Amador, C. 1998. Pastos y forrajes. Año 7 y número 14. Guía Agropecuaria de Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica.

Andrade, M. 2006. Evaluación de técnicas de manejo para mejorar la utilización del pasto kikuyo. Tesis Lic. Ing. Agr. San José, CR, UCR. 225 p.

Bernal, J. 1991. Pastos y forrajes tropicales, 2 ed. Colombia. Editorial Banco Ganadera. p. 491-524.

Camerón, E.; Moretto, M.; Strasser, R.; Aronna, S.; Romero, L. 2003. Comportamiento ingestivo diurno de vacas lecheras en un sistema de pastoreo rotativo de franjas diarias. In: Memoria del 26° Congreso argentino de producción animal. INTA. Estación Experimental Rafaela. Argentina.

Castillo, E.; Coward, J.; Sánchez, J.; Jiménez, C.; López, C. 1983. Efecto de la fertilización nitrogenada en época lluviosa sobre productividad, composición química y digestibilidad *"in vitro"* del pasto kikuyo bajo pastoreo en el cantón de Oreamuno. Agronomía Costarricense 7(1-2):9-15.

Dugarte, M.; Ovalles, L. 1991. La producción de pastos de altura, kikuyo y ryegrass perenne en el estado de Mérida. FONAIAP-Estación experimental de Mérida. no.36.

Mesén, M.; Sánchez, W.; 2006. Evaluación de gramíneas de piso de clima frío en Oreamuno de Cartago. Alcances Tecnológicos, INTA. no1:29-35.

Sánchez, W.; Hidalgo, C. 2009. Experiencias con forrajes de altura en la zona alta lechera de la microcuenca Plantón-Pacayas. San José, CR, INTA. 10 p. Boletín Técnico No 7.

Morales, D.; Kleinn, C. 2001. Árboles fuera del bosque, "concepto, importancia y evaluación en Costa Rica. In: Proyecto información y análisis para el manejo forestal sostenible. (GCP/RLA/133/EC). Chile. FAO.

Toledo, J.M.; Schultze-Kraft, R. 1982. Métodología para la evaluación agronómicas de pastos tropicales. In: Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos tropicales, Colombia. CIAT. p. 91-109.

López, C.; González, L. 1985. Respuesta del kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) a dosis crecientes de fósforo en un Trypic Dystrandfpt, bajo condiciones de invernadero. Agronomía Costarricense. 9 (1):93:97.

Sánchez, W.; Mesén, M. 2004. Evaluación de gramíneas de piso de clima frío en Oreamuno de Cartago. Alcances Tecnológicos, INTA. no1:1-6.

Urbano, D.; Castro, F.; Dávilla, C. 2005. Efecto de la presión de pastoreo y fertilización NPK sobre la composición botánica de la asociación kikuyo-maní forrajero en la zona alta del estado de Mérida-Venezuela. Zootecnia Tropical. 23(4): 333-344.

Urbano, D. 1996. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de tres gramíneas tropicales. Temas Agropecuarios. Facultad de Agronomía, Venezuela. no 4:2-7.

## NORMATIVA Y PROCEDIMIENTOS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS EN LA REVISTA DEL INTA-COSTA RICA

#### **ASPECTOS GENERALES**

- 1. La edición de la revista es una de las actividades relevantes del área de transferencia de tecnología del INTA-Costa Rica, 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 pueden publicar:
  - Artículos científicos
  - · Comunicaciones cortas
  - Notas técnicas
  - Revisiones bibliográficasAnálisis y comentarios

  - Informaciones técnicas

## **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 del INTA.
- 2. Una vez que el Comité Editorial recibe el artículo, dispone de un mes para enviarlo a los revisores. Los revisores internos tendrán un plazo máximo de un mes para entregar las publicaciones revisadas con un informe escrito de las mismas. A los revisores externos se les sugerirá el mismo tiempo para revisarlo.
- 3. Cuando el artículo es devuelto por los revisores, la editora o el editor dispondrá de ocho días hábiles para enviarlo a los autores con una nota en la que se indican las correcciones respectivas. Por su parte, los autores contarán con un plazo máximo de 15 días hábiles para hacer las correcciones y devolverlo, a la editora o al editor.

- 4. Los artículos científicos deben tener una extensión máxima de 20 páginas escritas a doble espacio, en Microsoft Word con letra Arial 12
- 5. Las notas técnicas deben tener una extensión no mayor de 12 páginas escritas a doble espacio, con el mismo tipo de letra.
- 6. En la redacción de los artículos se deben utilizar las normas de la Real Academia Española y las unidades de medida del Sistema Métrico Decimal.

Las unidades no llevan punto, se escriben con minúscula y no tienen plural.

- · Algunos ejemplos son: kilogramo (kg), gramo (g), metro (m), hectárea (ha), grados Celsius (C), milímetro (mm), miligramo (mg) litro (I), metros sobre el 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 y los millones con un espacio. Ejemplo: 8 327 451,25. Los números de cuatro cifras se escriben sin espacios. Ejemplo: 2458.
- 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.
- 7. Cuando se citan plaguicidas se debe utilizar solo el nombre genérico del producto. Ejemplos: Terbufos, Oxidemeton Metil. No se acepta el uso de nombres comerciales excepto en el caso que sean formulaciones particulares que influyen en los resultados.

## **ESTRUCTURA DE LOS ARTÍCULOS**

Título: tiene que ser breve, específico y resumido. No más de 14 palabras. Indicar los nombres científicos en cursiva y negrita (cuando el nombre común no es muy conocido), en el texto solamente en cursiva. Las palabras del título no se repiten en las palabras clave. Lo que no se usa en los títulos¹:

- Estudio sobre......
- Informe de.....
- Investigación acerca de.......
- Contribución a.....
- Resultados de un estudio sobre......
- Análisis de los resultados......

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 común. Se escriben con letra cursiva.

Autor(es): se considera (n) autor (es), el (los) individuo (s) (autor (es) personal (es), o la entidad (es), institución (es), asociación(es), organización (es), sociedad (es) (autor (es) corporativo (es), 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 debajo del título. Con una nota al pie de página indicando la institución para la cual labora el (los) autor (es). Se omiten los grados académicos del (los) autor (es). Si el (los) autor (es) lo desea (n) puede (n) indicar la dirección electrónica.

Resumen: se coloca después del nombre de los autores y presenta en forma concisa el mensaje del artículo, describiendo brevemente los materiales y condiciones más relevantes del experimento. Debe indicar el año y lugar, los resultados obtenidos y las conclusiones más importantes. Las oraciones usadas deben ser racionales, objetivas y justificar el porqué de la investigación y el objetivo, evitando describir

directamente los materiales y métodos. La extensión no debe exceder las 250 palabras. Debajo del resumen se colocan las palabras clave.

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

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

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

<sup>1</sup> Araya, R. 2012. Lo que no se usa en los títulos. (entrevista). San José, CR. Comunicación Personal.

En la discusión no abuse de la estadística, úsela como una herramienta para probar la(s) hipótesis propuesta(s), con una base objetiva. 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 e hipótesis (MAG 1990).

Conclusiones: van incluidas en la discusión

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (LITERATURA CITADA)

La lista de la literatura citada debe estar conformada por no menos de diez citas bibliográficas recientes y se deben utilizar las NORMAS DE REDACCIÓN (IICA-CATIE) en su 4 ed.

## 1. Libros y Folletos

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

Los elementos son:

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

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

#### 2. Tesis

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

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

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

# 3. Conferencias, Congresos, Reuniones y otros

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

Los elementos son:

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

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

#### 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.Thebiologyofweeds In Hance, JR; Holly, K. eds. Weed control handbook: principals. 8 ed. Oxford, GB, British Crop Protection Council. p. 1-42.

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

## B. Trabajo de un autor en su propia obra

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

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

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

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

## 5. Publicación periódica

Es aquella obra editada por lo general con título distintivo, en fascículos o partes a intervalos

regulares, en orden numérico o cronológico y que pretende continuar indefinidamente. Incluye trabajos sobre temas diversos en un solo ejemplar, con la colaboración de varios autores (revistas, periódicos diarios).

#### A. Revistas

#### Elementos:

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

El volumen y el número se mencionan en números arábigos.

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

a. Sin Volumen y sin número.

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

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

#### b. Con Volumen con número

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

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

#### c. Sin Volumen con número

Se utiliza la abreviatura "no" antes de dicho número.

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

#### B. Periódicos o diarios

#### Elementos:

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

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

## B. 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. Ese. varía. 513 p. 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, cáseles, discos), microfichas, micropelículas, películas y videograbaciones.

#### Elementos:

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

#### A. Microficha

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

## B. Diapositiva

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

#### C. Videocinta

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

## 8. Documentos Electrónicos

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

#### Elementos:

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

#### A. En línea

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

#### a. Libros

Guzmán, M de. 1993. Tendencias innovadoras en educación matemática, (en línea). Bogotá, Unesco. Consultado 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 htttp://www.interbook.net/personal/jigonzales1set99.htp

## 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.

#### 9. Comunicaciones Personales

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

#### Elementos:

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

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

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

#### 10. Notas

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

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

#### A. Notas de contenido

Notas sobre las características específicas de la publicación.

## B. Trabajos sin publicar

Si un trabajo no se ha publicado o está en proceso de publicación, se agrega la frase

#### C. En prensa o sin publicar

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

# 11. Presentación, ordenación y organización de la lista bibliográfica

Se presenta al final del trabajo y se le asigna el título de: Literatura Citada.

Hay diversas formas de organizaría 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. 71 p.

Luna, A. 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. 68 p.

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

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 autorfecha. 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.

### 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 en sus propias palabras para reforzar o aclarar su propia investigación. Puede redactarse de dos maneras:

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.

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 nemátodos (Brenes 1998).

Ejemplos con variaciones

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)

## 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)

#### 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.* (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). *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.

Ruíz (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)

## LITERATURA CITADA

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. 4 ed. Costa Rica Biblioteca Conmemorativa Orton. p. 25.

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

Araya R. 2009. Instructivo para los autores. Agronomía Mesoamericana. 20(2):433-436.

## **REVISORES TÉCNICOS**

Nombre	Institución
Beatriz Molina Bermúdez	MAG
Beatriz Sandoval Carvajal	INTA
Carlos Luis Loría Quirós	UCR
Francisco Álvarez Bonilla	MAG
Jorge Mora Bolaños	INTA
Juan Mora Montero	INTA
Laura Ramírez Cartín	INTA
Luis Alpízar Oses	INTA
Luis D. Monge Montero	Consultor
Marco Vinicio Castro Bonilla	INTA
María Mesén Villalobos	INTA
Nevio Bonilla Morales	INTA
Ricardo Guillén Montero	MAG
Rodolfo Araya Villalobos	Consultor
Yannery Gómez Bonilla	INTA
Sergio Abarca Monge	INTA
William Villalobos Muller	UNA
William Sánchez Ledezma	INTA

ALCANCES TECNOLÓGICOS

En línea

www.platicar.go.cr

Entre las técnicas desarrolladas por los investigadores del INTA se encuentra el mejoramiento de los diseños y estructuras de micro túneles y túneles altos para la producción de hortalizas. Esta tecnología ha sido muy bien aceptada por los productores, debido a su bajo costo, facilidad de instalación y por ser eficaz en la protección contra el daño mecánico de la lluvia.



Figura 2. Proyecto de producción de culantro de castilla. Monte Romo, Hojancha, Guanacaste, CR. 2010.

Otro de los campos de investigación en que se viene trabajando es en incesante búsqueda de materiales genéticos de hortalizas con potencial productivo para zonas bajas. Entre los cultivos que se han logrado seleccionar se encuentra la lechuga (Lactuca sativa L), chile dulce (Capsicum Annum), tomate (Lycopersicum sculentum), pepino (Cucumis sativus), repollo (Brassica oleracea var. capitata), coliflor (Brassica oleracea var. botrytis), berenjena (Solanum culantro (Coriandrum melongena). sativum), cebolla (Allium cepa), cebollino (Allium schoenoprasum). Estas hortalizas se producen tanto en invernaderos como en micro túneles.



Figura 3. Evaluación de cultivares de chile dulce y tomate en invernadero.

Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, Cañas, Guanacaste, CR. 2010.

Mediante la información y técnicas de producción generadas en las investigaciones del INTA, se ha logrado apoyar en la ejecución de proyectos productivos en fincas de productores y capacitar anualmente a alrededor de 300 personas entre agricultores, técnicos y estudiantes.



Figura 4. Proyecto productivo de hortalizas en ambiente protegido de la Asociación de productoras de Jazmines de Upala, Guanacaste, CR. 2010.

