

PIÑA (*Ananas comosus* L. MERR) SEMBRADA EN LABRANZA MÍNIMA Y LABRANZA CONVENCIONAL EN SAN CARLOS, COSTA RICA¹

Luis Antonio Rojas Acuña², Gerardo Camacho Buberth³

RESUMEN

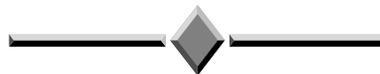
Piña (*Ananas comosus* L. Merr) sembrada en labranza mínima y labranza convencional en San Carlos, Costa Rica. Se evaluó el establecimiento y desarrollo de un cultivo de piña sembrado en labranza mínima y en labranza convencional en la zona de San Carlos, Costa Rica. Se realizó una descripción de las labores de preparación del terreno, y un análisis de materia orgánica, microorganismos y artrópodos, nematodos, y mortalidad de plantas; también se efectuó un análisis de costos de producción. La preparación convencional de suelo se realizó entre los cuatro y cinco meses después de la aplicación de paraquat, mientras que en labranza mínima el tiempo fue de dos meses. Además, en labranza mínima los desechos de la plantación anterior depositados en las calles internas pueden llegar a servir como fuente de propagación de plagas y enfermedades, además de dificultar el drenaje. La población de microorganismos (bacterias, actinos y hongos) fue superior en labranza mínima. En el análisis de artrópodos, la labranza convencional presentó mayor población de Oribatida y Collembola, mientras que en labranza mínima hubo una mayor población de Acari y larvas de Elateridae; la población de Scarabeidae fue similar en ambos sistemas de labranza. La población de nematodos a nivel de suelo y raíz también fue relativamente baja. La principal causa de mortalidad fue debida a la enfermedad conocida como "pudre" causada por el complejo *Phytophthora-Erwinia*; la incidencia fue baja en ambos sistemas de labranza. Tampoco se observaron diferencias importantes en la altura. Los costos de preparación del terreno en labranza mínima fueron un 50% menores que los de la labranza convencional.

Palabras claves: piña, labranza mínima, labranza convencional, *Ananas comosus* L.

ABSTRACT

Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) cultivation under minimum tillage and conventional tillage in San Carlos, Costa Rica. The establishment and development of a pineapple cultivation sowed in minimum tillage and conventional tillage was evaluated in San Carlos, Costa Rica. The work carried out consisted of a description of the preparation of the land, and an analysis of organic matter, microorganisms and arthropods, nematodes, and mortality of plants; an analysis of production costs was also made. The conventional preparation of soil was carried out between four and five months after paraquat application, while in minimum tillage the time preparation of soil was of two months after herbicide application. Also, in minimum tillage the residues of the previous plantation deposited in the internal streets can serve as a source of inoculum of pests and diseases, besides hindering the drainage. The population of microorganisms (bacterias, actinos and fungi) was higher in minimum tillage. In the analysis of arthropods, the conventional tillage showed higher populations of Oribatida and Collembola, while in minimum tillage there was a larger population of mites and larvae of Elateridae; the population of Scarabeidae was similar in both tillage systems. The population of nematodes in soils and roots was also relatively low. The main cause of plant mortality was due to diseases known as "rots" caused by the complex *Phytophthora-Erwinia*; but the incidence was low in both tillage systems. No significant differences were observed in plant height either. The costs of preparation of the land in minimum tillage were 50 % lower than those of the conventional tillage.

Key words: pineapple, minimum tillage, conventional tillage, *Ananas comosus* L.



INTRODUCCIÓN

En Costa Rica el cultivo de la piña (*Ananas comosus*) en los últimos años ha experimentado un incre-

mento significativo, constituyendo una alternativa de diversificación agrícola y una importante fuente de divisas. Es por esta razón que se hace necesario la realización de programas bien planificados de investigación

¹ Recibido para publicación el 11 de febrero del 2004.

² Escuela de Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional San Carlos, Costa Rica. Tel (506) 475 50 33 ext 225 Fax (506) 475 53 95 E-mail: lrojas@costarricense.cr

³ Escuela de Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional San Carlos, Costa Rica. (Parte del informe final de graduación).

para aumentar la productividad y la rentabilidad de este cultivo, pero a su vez, causando el menor impacto al medio ambiente (Castro 1998).

La demanda de alimento para satisfacer las necesidades crecientes de la población humana ha llevado a un uso irracional del suelo. El monocultivo y la preparación intensiva son responsables de la destrucción del suelo. Por eso la erosión se tornó en el principal factor limitante de la producción agrícola (Pla 1995).

En los últimos años se viene hablando de conceptos como desarrollo sostenible y agricultura sostenible. Para lograr una mayor sostenibilidad en un sistema de cultivo, es necesario implementar un cambio en la tecnología de producción, de modo que se disminuyan los costos de producción o se aumente la productividad (Arauz 1996). Una forma de mejorar la tecnología de producción en algunos cultivos es mediante la no labranza del terreno para la siembra, conocida como mínima labranza, labranza de conservación, o siembra directa (Phillips y Young; Gassen y Gassen 1996).

En general, al implementar el método de labranza mínima se tienen las siguientes ventajas: reducción de la erosión hídrica y eólica del suelo, aumento en la intensidad del uso de la tierra, mayor retención de humedad, menor compactación del suelo, menor consumo energético, mejor calidad de las propiedades físico, químicas y biológicas del suelo, disminución de la incidencia de malezas anuales e impedimento de introducción de nuevas malezas (Pitty 1997, Unger *et al.* 1995).

En este sentido, la labranza mínima surge como un reto para lograr un desarrollo sostenible que conduzca a mejorar el nivel de producción sin agotar los recursos naturales, de tal forma que las generaciones futuras puedan utilizarlo y satisfacer sus necesidades.

El cultivo tradicional de la piña no contribuye a una agricultura sostenible ya que el costo energético que se invierte en la preparación del terreno es muy alto, en donde no sólo aumenta los costos de producción, sino que también aumenta el riesgo de erosión del suelo. Es por esta razón que se hace necesario implementar programas de investigación que aumenten la productividad y la rentabilidad de este cultivo, pero a la vez, causen el menor impacto al medio ambiente; en este sentido, la labranza mínima surge como una alternativa para conservar el recurso suelo y al menos mantener el nivel de producción obtenido con el sistema de labranza convencional.

Objetivo

El objetivo general del presente trabajo fue comparar el establecimiento y desarrollo de un cultivo de piña sembrado en labranza mínima y en labranza convencional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente trabajo se realizó en agosto del 2001 en una finca dedicada a la producción y exportación de piña en la zona de San Carlos, a una altura aproximada de 150 msnm y a una latitud 10° 32' norte y longitud 80° 17' oeste. La temperatura promedio anual de la zona es de 25,7 °C, con una precipitación promedio anual de 3.038,7 mm, aunque varía entre los 2.500 mm a los 3.500 mm/anales, con una evapotranspiración promedio del 85%¹. La siembra se realizó en agosto del 2001.

Área de muestreo

Los muestreos se realizaron en el sublote A sembrado en labranza mínima y el sublote B sembrado en labranza convencional.

El sublote A cuenta con una área aproximada de 4,09 ha, de donde se seleccionaron los bloques número 72, 73, 74, 77 y 78, que proporcionan una área experimental de 1,98 ha (Cuadro 1). En este ciclo de cultivo no se efectuó ninguna preparación del terreno, excepto, la limpieza de algunos canales que estaban en mal estado.

El sublote B cuenta con una extensión de aproximadamente 5 ha, de donde se eligieron los bloques número 98, 103, 109 y 110, representando un área de 1,74 ha (Cuadro 1). Este sublote contó con una preparación de terreno convencional en el cultivo de piña, la cual consistió en pases sucesivos de rastra, luego el encalado, posteriormente el subsolado y por último se realizó el encamado y la construcción del sistema de drenajes.

La elección de estos bloques se realizó seleccionando los bloques centrales de cada sublote. Esta selección se realizó con base en el tipo de hijo utilizado, ya que no se usó el mismo tipo en toda el área.

¹ Datos aportados por la finca.

Cuadro 1. Datos generales de siembra en los bloques sembrados en labranza mínima y en labranza convencional. San Carlos, Costa Rica. 2001.

Sistema de Labranza	No. bloque	Tipo de hijo	Área (ha)	Densidad (Bloque)	Densidad (ha)
Labranza mínima	72	Retoño mediano	0,29	21.563	74.355,17
	73	Retoño extra grande	0,45	33.550	74.555,56
	74	Retoño mediano	0,47	34.929	74.317,02
	77	Corona grande	0,19	14.347	75.510,53
	78	Pedúnculo grande	0,58	43.084	74.282,76
Labranza convencional	98	Retoño extra grande	0,36	26.791	74.419,44
	103	Pedúnculo grande	0,25	18.604	74.416
	109	Retoño mediano	0,52	38.371	73.790,38
	110	Corona grande	0,61	44.948	73.685,25

Aspectos evaluados

Preparación del terreno

Se realizó una descripción del procedimiento utilizado en la preparación del suelo en los dos sistemas de labranza, así como la maquinaria e implementos utilizados en esta labor.

Análisis de suelo

Se realizó un análisis biológico y de materia orgánica del suelo en ambos sistemas de labranza. El muestreo de suelo para el análisis biológico se realizó a una profundidad de 0 – 10 cm. Una vez homogenizada la muestra obtenida en cada uno de los sublotos se envió al laboratorio en donde se solicitó análisis microbiológico y macrobiológico (artrópodos). Para el análisis microbiológico las muestras de suelo se tomaron sin la presencia del rastrojo del suelo, mientras que para el análisis macrobiológico se incluyó el rastrojo presente en el suelo.

Para la interpretación de los resultados en el análisis microbiológico se tomó como referencia los rangos sugeridos por Uribe (1999) (Cuadro 2).

Adicionalmente se realizó el análisis de materia orgánica cuando la plantación tuvo alrededor de 115 días de edad. Se colectaron dos muestras, una en cada sistema de labranza a una profundidad de 0-10 cm.

Altura de planta

La altura se midió desde el suelo hasta la punta de la hoja "D" (hoja más larga de la planta). Las evalua-

Cuadro 2. Valores normalmente observados de microorganismos en diferentes suelos y abonos orgánicos.

Grupos funcionales	Suelo (UFCx1000)	Abonos orgánicos (UFC x 1000)
Bacterias	1000 – 100000	1000 – 1000000
Actinomicetes	100 – 10000	100 – 100000
Hongos	1 - 100	10 - 1000

Fuente: Uribe, L. 1999.

ciones se realizaron mensualmente de los 30 días a los 186 días.

Análisis de nematodos

Se realizó un análisis en suelo y otro en raíces en ambos sistemas de labranza cuando la plantación tenía en promedio 115 días de edad. Para la recolección de las muestras se escogieron dos bloques al azar de cada sublote, de los cuales se tomaron alrededor de 10 submuestras de suelo y 10 submuestras de raíz por bloque, formando una muestra por sistema de labranza. Estas muestras fueron enviadas al laboratorio de suelos de CORBANA donde se realizó la identificación de nematodos.

Costos de preparación del terreno

Se realizó un estudio de los costos de preparación del terreno con el objeto de precisar la diferencia económica en ambos sistemas de labranza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Preparación de terreno

Labranza convencional

En un sistema de siembra convencional del cultivo de piña, se deben seguir una secuencia de prácticas a realizar para la preparación del terreno; esta secuencia da inicio con la quema de la plantación cosechada. Primero se realizó una quema química con herbicida de contacto paraquat, a una dosis de 15 l/ha con el fin de secar las plantas que finalizaron su ciclo de producción. Posteriormente se realizó la quema de las plantas secas con fuego, aproximadamente un mes y medio después de la aplicación de herbicida. Según Jiménez (1999) el objetivo de esta práctica es hacer una preparación más rápida entre ciclos, ya que al quemar se reduce el tiempo entre éstos, pero puede causar problemas de contaminación.

Una vez quemada la plantación se rellena las canaletas (terrazas) y de inmediato se inicia con las labores de preparación del terreno. Primero se hace un pase de rastra rompedora y luego dos pases más, con un intervalo de aproximadamente 22 días. El número de pases de rastra depende de la cantidad de rastrojo presente en el campo, del estado de descomposición de éste y de las condiciones climáticas. Estos intervalos de tiempo permiten la germinación de semillas de malezas y al pasar la rastra al finalizar este lapso de tiempo se logra disminuir el banco de semillas. También permite controlar algunas plagas de suelo como cochinilla harinosa (*D. Brevipipes*) y caracoles (*Opeas pumilon* y *Cecilioides aperta*).

La aplicación de cal como enmienda es muy importante para evitar que nutrientes tales como el hierro, el zinc, el boro, el calcio, el magnesio y el potasio se encuentren adsorbidos al suelo o ausentes (Jiménez 1999). En esta finca se realizó una aplicación de carbonato de calcio (2,5 t/ha), el cual se incorporó con una rastra.

Inmediatamente después de haber incorporado la cal, se realizaron dos pases de subsolador; el primero en sentido contrario del encamado, y el segundo a favor del encamado. Esta labor se realizó a una profundidad de 0,7 a 0,80 m. Después del subsolado se continuó con una rastra afinadora para obtener un suelo totalmente mullido que permita la construcción de camas. Se realizó un solo pase de rastra afinadora.

La piña posee un sistema radicular frágil y muy superficial, lo cual involucra el cuidado de ofrecerle a la planta una buena cama, pues ayudan a mantener el área de raíces con poca humedad y bien aireadas. También ayudan a la hora de la siembra como guías y son muy importantes en terrenos con pendiente para la conserva-

ción de suelos (Jiménez 1999). Para el encamado se consideran factores como: posición de caminos, pendiente o curvas de nivel y número de camas deseadas. La cama tiene 0,52 m de ancho, por 0,25 m de alto y una distancia de 1,14 m entre camas (Figura 1).

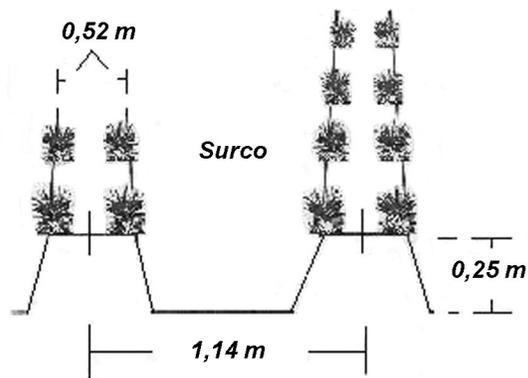


Figura 1. Esquema de las medidas de las camas obtenidas con el equipo empleado para encamar. San Carlos, Costa Rica. 2001.

En este lote se efectuó la construcción de los canales terciarios con una profundidad promedio de 0,25 a 0,3 m. También se dio la construcción de canaletas o terrazas, que son las que recogen las aguas provenientes de los terciarios; la profundidad de éstas depende del largo que tuvieran, pero por lo general las más profundas oscilan entre 0,5 y 0,8 m.

En las terrazas y canales terciarios se utilizan estacas de bambú con el fin de controlar la erosión hídrica producida por las fuertes lluvias.

En la Figura 2C se puede apreciar el terreno antes de realizar la siembra. La preparación de terreno abarcó un período de aproximadamente cuatro a cinco meses a partir de la quema química con paraquat, dependiendo de las condiciones ambientales y de la disponibilidad de semilla.

Labranza mínima

Este sistema de labranza es conocida también como siembra directa, o labranza conservacionista, en la cual la semilla es situada directamente en el suelo no preparado mecánicamente, y donde solo se disturba el suelo donde va a quedar la semilla.

En el sublote A se mantuvo el terreno tal y como quedó después de la cosecha anterior, conservando las camas, los drenajes y los caminos internos. Al igual que



Figura 2. Labores de preparación de suelo para la siembra de piña en un sistema de labranza mínima. A. Restos de la plantación de piña anterior quemada, B. Trabajadores arrancando manualmente los restos de la plantación anterior, C y D Restos de la plantación anterior agrupados cada cuatro camas para su posterior recolección. San Carlos, Costa Rica. 2001.

el lote de labranza convencional, las labores de éste dieron inicio con la quema de la plantación cosechada con el herbicida paraquat a una dosis de 15 l/ha y luego se quemó con fuego. Posteriormente, se arrancó manualmente los restos de la cosecha anterior, los cuales fueron trasladados a las calles internas de la plantación.

El trabajo se realizó en dos etapas. En la primera se contrataron trabajadores para arrancar manualmente los restos de la plantación anterior por medio del sistema de obra por contrato, por lo que se les pagó por hectárea “limpia” (libre de restos de la plantación anterior). Estos trabajadores dejaban los restos de la plantación en el campo en montones cada cuatro camas, para su posterior recolección (Figura 2).

En la segunda etapa se contrataron trabajadores para recoger estos montones y sacarlos hasta las calles internas (Figura 3). Este trabajo se pagó por horas, por lo que el costo fue mayor. La recolección se hizo con unas caletas, que es una especie de lona con dos varas de madera a los lados, que forma un tipo de camilla que sirvió para transportar los restos de la plantación.

Otra labor que se llevó a cabo antes de la siembra en este lote fue el re-excavar algunos canales que se encontraban muy erosionados después del ciclo anterior para que mejoraran su funcionamiento (Figura 4A).

Debido a la forma en que se prepara el terreno para volver a sembrar, la duración de este proceso, comparado



Figura 3. Restos de la plantación de piña anterior en las calles y en las orillas de la plantación. San Carlos, Costa Rica. 2001.

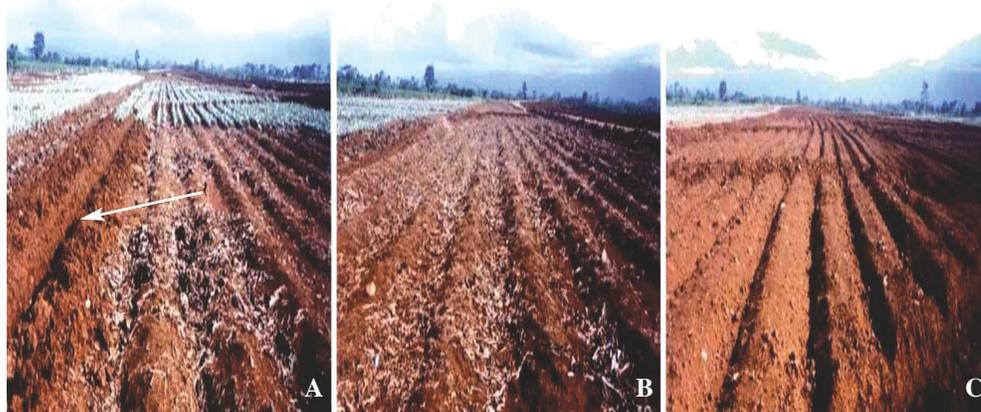


Figura 4 A y B. condición del sublote A (labranza mínima) antes de la siembra, C. condición del sublote B (labranza convencional) antes de la siembra. San Carlos, Costa Rica. 2001.

con la labranza convencional, es muy corto y abarca alrededor de 15 días después de quema con fuego (dos meses a partir de la quema con paraquat), lo cual disminuye notablemente los costos debido a una mayor disponibilidad de tierra en un menor tiempo.

En el sistema de labranza mínima hay una mayor protección del suelo por la presencia de rastrojos (Figura 4 A y B) lo cual favorece el aumento de la cobertura natural del suelo, ayuda a disminuir la erosión, aumenta el contenido de materia orgánica y en caso de que la cobertura sea abundante puede disminuir la población de malezas. Igualmente, en labranza mínima durante el día la temperatura del suelo es menor que en labranza convencional, lo que ayuda a conservar la humedad (García 2001).

Debido a que los residuos de la cosecha anterior fueron depositados en las calles internas de la plantación, hubo problemas de drenajes, lo cual dificultó el tránsito por éstas (Figura 5A). Así mismo, esta situación no permitió brindarle mantenimiento adecuado en los

primeros meses de la plantación, como sí se realizó en el lote de labranza convencional, conservando las calles en perfecto estado (Figura 5B). Esta situación dificultó las labores de aplicación de productos químicos con aspersores disminuyendo la eficiencia de las mismas. Debido a este motivo, a la edad de seis meses se realizó el mantenimiento de estas calles mejorando considerablemente su estado.

Por causa del desgaste sufrido durante la plantación anterior, las camas del lote de labranza mínima tenían una altura inferior a las de labranza convencional que se encontraban recién construidas.

Análisis de materia orgánica

El contenido de materia orgánica (M.O.) se determinó a la edad de 115 días del cultivo. El sublote de labranza mínima obtuvo un 3,33 % de M.O., mientras que en el sublote de labranza convencional alcanzó 2,78 % (Figura 6). Esta leve diferencia en el contenido de



Figura 5 A. Condición de los caminos dentro de plantación de piña en el sub-lote A (Labranza mínima). B. Condición de los caminos dentro de plantación de piña en el sub-lote B (Labranza convencional). San Carlos, Costa Rica. 2001.

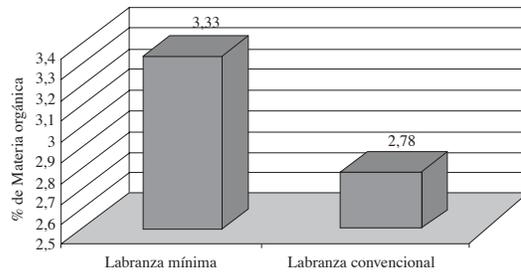


Figura 6. Porcentaje de materia orgánica en el suelo obtenido en el lote de labranza mínima y labranza convencional. San Carlos, Costa Rica. 2001.

materia orgánica se podría justificar por la presencia de rastrojo en el suelo en el sistema de labranza mínima. Este es un aspecto muy importante al cual se recomienda darle seguimiento ya que los beneficios de la M.O. en el suelo son muy importantes dentro de la sostenibilidad de un sistema de cultivo.

Análisis biológico

Se realizaron dos tipos de análisis en ambos sistemas de labranza. El análisis microbiológico que incluyó bacterias, actinos, hongos e identificación de hongos, y el macrobiológico que incluyó oribatidos, collémbolos, ácaros, scarabeidas y larvas de elateridae.

La población de bacterias resultó ser más alta en el subote de labranza mínima donde alcanzó un valor de 7703 unidades formadoras de colonias (UFC), mientras que el subote de labranza convencional solo alcanzó 5479 UFC. Esta misma situación se repitió en cuanto a la población de actinos donde el sistema de labranza mínima (1767 UFC) fue superior al lote de labranza convencional (959 UFC). La población de hongos en el subote de labranza convencional fue de 41 UFC y en labranza mínima fue de 71 UFC (Figura 7). También se realizó una identificación de hongos donde en el lote de labranza mínima se lograron identificar dos géneros: *Fusarium* y *Aspergillus*; por su parte, en el subote de labranza convencional solo se logró identificar el género *Fusarium*.

Las poblaciones de bacterias, actinos y hongos que presentaron estos lotes se mantuvieron dentro de lo normal (Uribe 1999) para diferentes tipos de suelo (Cuadro 1).

En general la población de microorganismos de suelo fue superior en el lote de labranza mínima, sin embargo, debe considerarse que este comportamiento puede ser circunstancial, dado que este es el primer ciclo de siembra cultivado bajo este tipo de labranza, por

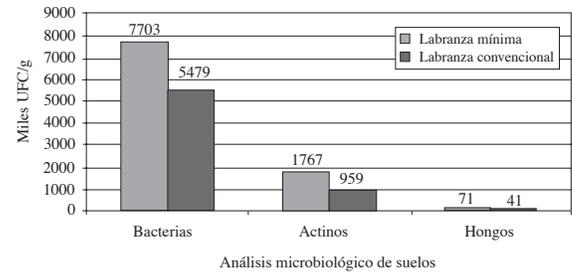


Figura 7. Población de bacterias, actinos y hongos encontrados en los lotes sembrados en labranza mínima y en labranza convencional en un cultivo de piña. San Carlos, Costa Rica. 2001.

lo que se considera muy pronto señalar estas atribuciones a dicho sistema.

El análisis macrobiológico (artrópodos de suelos) mostró una población similar en ambos sistemas de labranza en donde sobresalen oribátidos, collémbolos, ácaros, scarabeidos y elatéridos (Figura 8). Estos grupos de artrópodos tienen una gran importancia en las capas del suelo con abundante materia orgánica, tanto por su densidad como por la función que desempeñan en ellas (Arbea y Blasco 2001).

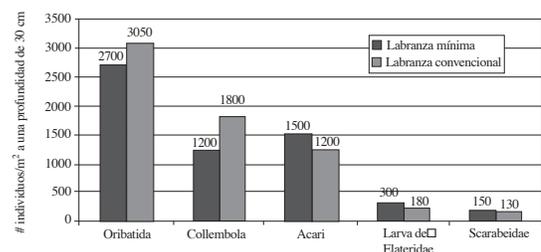


Figura 8. Población de artrópodos de suelo obtenida en los lotes sembrados en labranza mínima y labranza convencional en un cultivo de piña. San Carlos, Costa Rica. 2001.

La presencia de estos animales del suelo es importante ya que son reguladores de los procesos de degradación de la materia orgánica, estableciendo relaciones complejas entre los microartrópodos y la microflora. Esta simbiosis microfauna-microflora tiene como resultado una más eficaz degradación total de la materia orgánica (Arbea y Blasco 2001).

Altura de la planta

La altura de las plantas se logró de un promedio obtenido de los siguientes tipos de hijo: retoño mediano, retoño extra grande, corona grande y pedúnculo grande.

La altura inicial de las plantas fue similar en ambos sistemas de labranza, en donde el sistema de labranza mínima tuvo una altura de 41,77 cm, mientras que en el sistema de labranza convencional fue de 41,91 cm. Durante los primeros 125 días de edad la plantación del sistema de labranza convencional mostró una ligera ventaja en su altura sobre el sistema de labranza mínima; durante el resto de su desarrollo las plantas de ambos sistemas mostraron una altura muy similar hasta lograr una altura final para la edad de 186 días en el sistema de labranza convencional de 84,74 cm y un poco menor el sistema de labranza mínima con 80,76 cm de altura de planta (Figura 9).

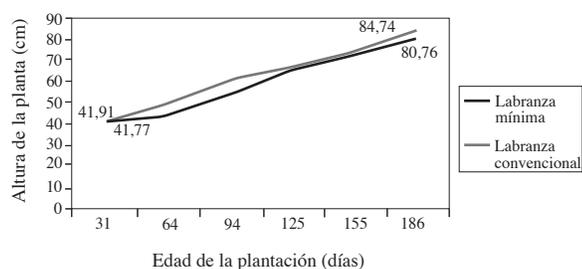


Figura 9. Altura de la planta de un cultivo de piña sembrado en labranza mínima y en labranza convencional. San Carlos, Costa Rica. 2001.

Análisis de nemátodos

A la edad de cuatro meses (115 días) se realizó el análisis de nemátodos en ambos sistemas de labranza. Para estos análisis se utilizaron las raíces de plantas y suelo.

En la fracción de suelo muestreada, tanto en labranza mínima como en labranza convencional, solo se logró determinar la presencia del género *Helicotylenchus*. Se observó una mayor población de nemátodos en labranza mínima con 300 nemátodos por 250 ml de suelo, mientras que en labranza convencional alcanzó 175 nemátodos por 250 ml de suelo (Figura 10). Este nematodo conocido como nematodo de espiral se caracteriza por ser ecto-endoparásito por lo que pueden alimentarse externamente o penetrar parcial o totalmente en la raíz (Arauz 1998).

Por otra parte es importante darle seguimiento a la población de nemátodos en el sistema de labranza mínima, ya que en cultivos como el arroz en la zona de Guanacaste ha mostrado poblaciones altas de nemátodos que eventualmente podrían afectar el cultivo (Fer-

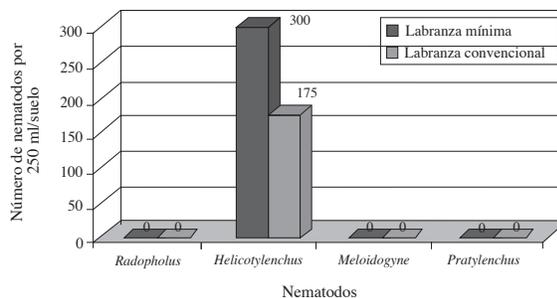


Figura 10. Número de nemátodos encontrados en muestras de suelo en los sublotos de labranza mínima y de labranza convencional en un cultivo de piña. San Carlos, Costa Rica. 2001.

nández, L. 2002. Población de nemátodos en arroz (comunicación personal).

La presencia de nemátodos en las raíces de las plantas de piña fue mayor en el sub-lote de labranza mínima ya que presentó 1.000 nemátodos/100g de raíz del género *Helicotylenchus*; además de este género también se encontraron 400 nemátodos por 100g de raíz del género *Pratylenchus*. Por su parte, en el sublote de labranza convencional solo se logró identificar la presencia del género *Radopholus* con 200 nemátodos/100g de raíz (Figura 11).

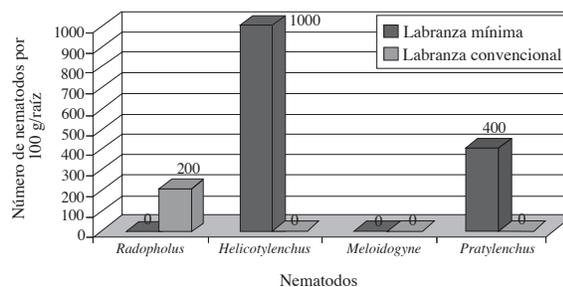


Figura 11. Número de nemátodos encontrados en muestras de raíz en el sublote de labranza mínima y de labranza convencional. San Carlos, Costa Rica. 2001.

La población general de nemátodos fue más alta en el sistema de labranza mínima que en labranza convencional. Se debe considerar que una de las principales formas de controlar las poblaciones de nemátodos es mediante la preparación del terreno por medio de la exposición del suelo al sol. En general se debe recordar que el daño que puedan causar los nemátodos en el rendimiento del cultivo es proporcional al nivel de población del nemátodo, aparte del daño indirecto que pueden causar al aumentar el grado de ataque de otros patógenos.

Mortalidad de plantas

La mortalidad se evaluó en promedio cada 30 días a partir de los 35 días y hasta los 186 días de edad de la plantación. Se debe aclarar que la mortalidad de plantas se debió a causas patológicas, principalmente “pudre”, y a otros factores no identificados.

En el sistema de labranza mínima en el tipo de hijo retoño mediano se evaluaron dos bloques: el bloque 72 presentó una mortalidad baja alcanzando a los 64 días la mortalidad más alta de 0,95 %. El otro bloque correspondiente a este tipo de hijo fue el bloque 74 el cual presentó la mortalidad más alta (3 %) a los 31 días de edad. Por su parte, en labranza convencional la mortalidad más alta fue de 1,5 % a la edad de 186 días (Figura 12).

La principal causa de mortalidad fue el pudre del cogollo causado probablemente por un complejo patógeno *Erwinia - Phytophthora*. Es importante recordar que la variedad sembrada fue la MD-2 el cual es un cul-

tivar muy susceptible a esta enfermedad y que dependiendo del manejo nutricional, sanidad de los hijos de siembra, eficiencia de los drenajes primarios y secundarios, la mortalidad por esta enfermedad podría ser alta. No obstante, a pesar que se observó una disminución importante en la altura de la cama y que hubo condiciones climáticas severas, esto no fue motivo de alta mortalidad en labranza mínima. Aún así, es recomendable dar seguimiento a este sistema de labranza en éste y otros lotes de la finca y en otras fincas de la zona.

Costos de preparación del terreno

En la preparación de terreno los costos son diferentes en ambos sistemas de labranza. En este sentido, el sistema de labranza mínima presentó costos más bajos que labranza convencional.

En el sistema de labranza mínima sólo se realizaron cinco labores básicas antes de la siembra (Cuadro 3). Estas labores tuvieron un costo de ₡ 149.599,36 por hectárea (\$ 440 /ha). De este costo, la labor de arranque y recolección de los restos de la plantación anterior representó el 42,78%, siendo éstas las principales labores en el sistema de labranza mínima.

La preparación convencional de suelo en el cultivo de piña conlleva una serie de labores que se deben realizar (Cuadro 4). Estas labores representan un costo elevado en la producción de piña ya que alcanzó ₡ 298.103,65 por hectárea (\$ 876.78 /ha); de estos costos el 50 % corresponde al uso de maquinaria para la mecanización del terreno.

La diferencia económica entre el sistema de labranza mínima y la labranza convencional fue de ₡148.504,29 por hectárea (\$ 436,78 /ha), lo que indica

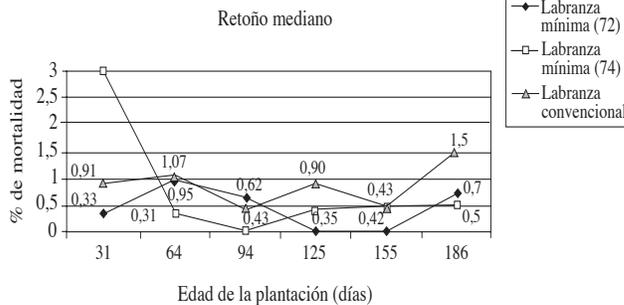


Figura 12. Porcentaje de mortalidad en un cultivo de piña, hijo retoño mediano, sembrado en labranza mínima y en labranza convencional. San Carlos, Costa Rica. 2001.

Cuadro 3. Costos de preparación del terreno en el cultivo de piña en un lote sembrado en labranza mínima. San Carlos, Costa Rica. 2001.

Descripción	ha.	# ciclos	Costos				Costo Total (ha) (colones)	Costo Total (ha) (dólares)
			Mano de Obra	Maquinaria	Equipo	Materiales		
Aplicación de paraquat	1	1	361,68	2.338,2	1170	22387,9	26.257,76	77,23
Arranca de rastrojos	1	1	26.000	0			26.000	76,47
Recolección del campo a calles	1	1	38.000	0			38.000	111,76
Mantenimiento de drenajes y calles	1	2	47.960,00	0			47.960,00	141,06
Control de erosión	1	1	7.673,60	3708			11.381,60	33,48
Total			119.995,28	6.046,2	1170	22 387,9	149.599,36	440,00

*Costos al momento de la investigación, tipo de cambio del dólar a ₡340.

Cuadro 4. Costos de preparación del terreno en el cultivo de piña en un lote sembrado en labranza convencional. San Carlos, Costa Rica. 2001.

Descripción	ha.	# ciclos	Costos				Costo Total (ha) (colones)	Costo Total (ha) (dólares)
			Mano de Obra	Maquinaria	Equipo	Materiales		
Aplicación de paraquat	1	1	361,68	2.338,2	1.170	22.387,9	26.257,76	77,23
Trabajo topográfico	1	1	1.183,68				1.183,68	3,48
Rastrear	1	4	1.578,24	3.986,25	1.170		6.734,49	19,81
Encalar	1	1	1.027,50	2.250	3.200	46.317,5	52795	155,28
Subsolar	1	2	1.578,24	3.986,25	600		6.164,49	18,13
Encamar	1	1	1.380,96	3.375	1.200		5.955,96	17,52
Terraceo (canaleta terciaria)	1	1	7.251,55	57.200			64.451,552	189,56
Tubería para drenajes	1	1	1.918,40				1.918,4	5,64
Mantenimiento drenajes	1	2	47.960,00				47.960	141,06
Mantenimiento calles	1	2	1.446,72	1.854			3.300,72	9,71
Control de erosión	1	1	7.673,6	3.708			11.381,6	33,48
Construcción de canales	1	1		70.000			70.000	205,88
Total			73.360,57	148.697,7	7.340	68.705,4	298.103,65	876,78

*Costos al momento de la investigación, tipo de cambio del dólar a ₡340.

que en labranza mínima los costos de preparación son casi un 50 % más bajos que en labranza convencional (Figura 13).

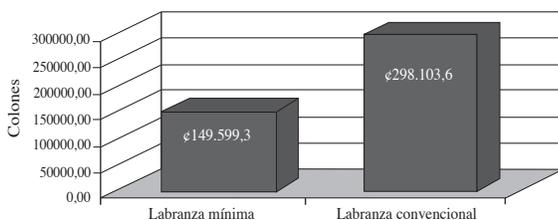


Figura 13. Costos de preparación de terreno de un cultivo de piña sembrado en labranza mínima y en labranza convencional. San Carlos, Costa Rica. 2001.

CONCLUSIONES

Al comparar la siembra de piña en labranza mínima y en labranza convencional se llegaron a las siguientes conclusiones:

En el sistema de labranza mínima los desechos de la plantación anterior depositados en las calles internas pueden llegar a servir como fuente de propagación de plagas y enfermedades, además de dificultar el drenaje.

La preparación convencional de suelo en el cultivo de piña abarcó entre cuatro y cinco meses (a partir de la aplicación de paraquat) dependiendo de las condiciones climáticas, mientras que en el sistema de labranza mínima abarcó un tiempo aproximado de dos meses (a partir de la aplicación de paraquat), proporcionando más tierra disponible en menos tiempo.

En el sistema de labranza mínima la cama de siembra sufrió mayor desgaste ya que era la misma cama usada en el ciclo de siembra anterior, no obstante, la incidencia de plagas y enfermedades y el desarrollo de la planta fue muy similar al obtenido en el sistema de labranza convencional.

El contenido de materia orgánica fue mayor en labranza mínima (3,33%) que en labranza convencional (2,78%). Se considera que es probable haya un efecto del sistema de labranza ya que el muestreo fue realizado a los 115 días después de la siembra.

La población de microorganismos de suelo (bacterias, actinos y hongos) se observó que fue superior en el sistema de labranza mínima; no obstante, debido a que es el primer ciclo de siembra en este sistema de labranza, no se considera que sea un efecto inmediato del mismo.

El sistema de labranza convencional presentó mayor población de oribatida y collembola, mientras que

en labranza mínima hubo una mayor población de acari y larvas de elateridae; la población de scarabeidae fue similar en ambos sistemas de labranza.

Hasta los 186 días de edad del cultivo no se observaron diferencias importantes en la altura de las plantas de piña en ambos sistemas de labranza. En labranza convencional la altura fue de 84,74 cm, mientras que en labranza mínima fue de 80,76 cm.

En ambos sistemas de labranza en la muestra de suelo, solo se encontraron nematodos del género *Helicotylenchus*, siendo la población más alta en el subote de labranza mínima (300 nematodos/250ml de suelo) que en labranza convencional (175 nematodos/250 ml de suelo). Por su parte, en los muestreos de raíces de plantas sembradas en labranza mínima se identificaron *Helicotylenchus* (1000 nematodos/100g de raíz) y *Pratylenchus* (400 nematodos/100g de raíz), mientras que el sistema de labranza convencional sólo presentó el género *Radopholus* (200 nematodos/100 g de raíz).

En general la presencia de plagas de suelo fue baja en ambos sistemas de labranza.

La enfermedad más importante que se presentó fue la "pudre" causada por el hongo *Phytophthora* y la bacteria *Erwinia*. La incidencia fue relativamente baja en ambos sistemas de labranza, no obstante, hubo mayor cantidad de plantas afectadas en labranza mínima, debido, quizás, a las condiciones de mal drenaje y camas bajas, lo cual aumentó la humedad del suelo.

Los costos de preparación del terreno en labranza mínima fue de ¢149.599,36 por hectárea (\$440/ha) y en labranza convencional fue de ¢ 298.103,65 por hectárea (\$ 876.78 /ha).

RECOMENDACIONES

Dar seguimiento a este trabajo por varios ciclos de siembra con el objeto de determinar con mayor criterio el efecto de la labranza mínima sobre el suelo, la incidencia de plagas, enfermedades, malezas y sobre el rendimiento.

Para evitar quemar con fuego, se recomienda usar una trituradora de piña, con el objetivo de incorporar al suelo todo el material vegetativo que contiene una gran cantidad de minerales. A la vez se evita un posible daño al suelo y mayor contaminación al ambiente a causa del fuego.

En futuras plantaciones de piña sembradas en labranza mínima se recomienda mejorar el sistema de drenajes y rehacer las camas de siembra para evitar el exceso de humedad que puede afectar el cultivo.

Para el análisis biológico de suelo se recomienda realizar al menos dos muestreos, al inicio y al final del ciclo del cultivo, con el objetivo de conocer posibles cambios en la fauna del suelo dentro de un mismo ciclo del cultivo.

Solicitar al laboratorio la identificación de las bacterias presentes en el análisis de suelo, de igual forma solicitar análisis de micorrizas.

Realizar un análisis físico de suelo (densidad aparente, conductividad hidráulica y resistencia a la penetración) al inicio del ciclo del cultivo.

LITERATURA CITADA

- ARAUZ, L. 1998. Fitopatología: un enfoque agroecológico. San José, Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 467 p.
- ARBEA, J.; BLASCO, J. 2001. Ecología de los Colémbolos (Hexapoda, Collembola) en Los Monegros (on line). Consultado: noviembre de 2001. Disponible en: <http://entomologia.rediris.es/ aracnet/7/>
- CASTRO, Z. 1988. El cultivo de piña. San Carlos, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 30 p.
- GARCÍA, F. 2001. Ventajas y desventajas de la siembra directa (en línea). Consultado: 3 junio 2001. Disponible en <http://www.e-campo.com/siembra directa>.
- GASSEN, D.; GASSEN, F. 1996. Plantio direto o caminho do futuro. Brasil. A Idea Sul Editora. 207 p.
- JIMÉNEZ, J. 1999. Manual práctico para el cultivo de la piña de exportación. Cartago, C.R. Editorial Tecnológica de Costa Rica. 222 p.
- PHILLIPS S, H.; YOUNG H, M. s. a. Agricultura sin laboreo: labranza cero. Traducido por Enrique Marchesi. Montevideo, UY, Agropecuario Hemisferio Sur. 223 p.
- PITTY, A. 1997. Introducción a la biología, ecología y manejo de las malezas. Tegucigalpa, Honduras, HN, Zamorano Academic Press. 300 p.

- PLA, I. 1995. Degradación y conservación de suelos, conceptos básicos. *In*: Reunión bienal de la Red Latinoamericana de Labranza Conservacionista (2, 1993, Guanare, Acarigua, Venezuela). (Memorias). Guanare, Acarigua, VE, FONAIAP 9. p. 13-41
- UNGER, P. *et al.* 1995. Criterios para la selección de sistemas y prácticas de labranza. *In*: Reunión Bienal de la Red Latinoamericana de Labranza Conservacionista. Guanare, Acarigua, VE, FONAIAP. p. 118 – 146.
- URIBE, L. 1999. Uso de indicadores microbiológicos de suelo: ventajas y limitaciones. XI Congreso Nacional Agronómico / III Congreso Nacional de suelos p. 39-45.