

**Proyecto: "DESARROLLO DE TECNOLOGÍA PARA EL CULTIVO DE LA PIÑA EN LA ORINOQUÍA BIEN DRENADA"****Líder: Raquel Cristina Castañeda**  
**Código: PR08100048****1. INTRODUCCION**

El presente informe compendia los resultados y avances obtenidos en el desarrollo de tres objetivos específicos que hacen parte del proyecto "Desarrollo de tecnología para el cultivo de la piña en la Orinoquia bien drenada", a pesar que en este proyecto se contemplan además otros objetivos que tienen relación con las áreas de poscosecha y mecanización del cultivo. En este punto, vale la pena mencionar, que el proyecto se inició a mediados del año 1996 con recursos propios, siendo este un factor limitante para la ejecución de la gran mayoría de actividades contempladas en él. Sin embargo, con el respaldo financiero ofrecido por el SENA, logramos continuar avanzando en el proceso de investigación planteado para este cultivo, el cual se orientó específicamente a dilucidar aspectos en el **manejo agronómico y en el área de mejoramiento genético mediante la selección de clones promisorios.**

Por lo anterior, nos permitimos enfatizar que este proyecto no ha culminado aún en su totalidad y que se hace necesario continuar en el futuro con el desarrollo de la investigación en piña para la explotación económica de este frutal en la región.

**2. AVANCES Y RESULTADOS TECNOLOGICOS****2.1 SELECCIÓN DE MATERIAL GENÉTICO DE PIÑA VAR: PEROLERA.****Objetivos**

- Comparar 10 clones sobresalientes de piña de la variedad Perolera, en suelos clase IV del centro de investigación La Libertad.
- Evaluar y multiplicar material genético de la variedad Perolera.
- Prospección de materiales de piña con pedúnculo reducido.
- Disminuir la incidencia del golpe de sol.

**Generalidades**

Según evaluaciones realizadas a partir del año 1989, en suelos clase IV del C.I La Libertad, la variedad Perolera se destacó en forma significativa con producciones de 87 toneladas por hectárea en primera cosecha, y 63 toneladas por hectárea en segunda cosecha. Sin embargo, se detectó el fenómeno del golpe de sol, el cual constituye un grave problema en la producción de piña para esta región. En efecto, en la variedad Perolera el pedúnculo es muy largo y cuando el fruto crece, sin estar aún maduro, se inclina y se expone al sol por un sólo lado, donde se

deshidrata, se quema y ocasiona el daño denominado "Golpe de sol". En contraste, la variedad "Cayena lisa", presenta baja incidencia de golpe de sol debido a que tiene un pedúnculo corto, que mantiene el fruto bien protegido por las hojas.

Ahora bien, como quiera que los pedúnculos largos al igual que las coronas múltiples son características genéticas, se hace necesario corregir éste problema a través de un trabajo de mejoramiento genético consistente en selección individual y clonación de las plantas que no presentan los defectos señalados.

### **Metodología**

Básicamente el trabajo consistió en una inspección a cultivos comerciales existentes en las áreas productoras de piña de la variedad Perolera, para detectar plantas con frutos bien formados, cilíndricos, largos con corona única y además que se caracterizaran por poseer pedúnculo corto para prevenir el volcamiento y por ende el golpe de sol.

La selección implicó precisar aspectos cualitativos y cuantitativos en lo que tiene que ver con el aspecto general de la piña, su forma, peso, características organolépticas del fruto, además de la medida de longitud del pedúnculo. El proceso a seguir en campo involucró una búsqueda intensiva en el lote en producción de frutos con pedúnculo reducido. Las plantas sobresalientes se marcaron y en el momento de la cosecha se hicieron los análisis físico-químicos al fruto. De las plantas marcadas se obtuvieron los colinos, los cuales se someten a una evaluación en campo a fin de comparar su comportamiento bajo condiciones de manejo agronómico homogéneo.

El paso a seguir en el futuro, con base en los resultados obtenidos en campo, será el de seleccionar los clones promisorios para su multiplicación a través del proceso de propagación in vitro.

### **Resultados Preliminares**

El siguiente cuadro muestra la longitud de pedúnculo, el peso de los frutos, el valor de sólidos solubles, expresado en grados brix y el porcentaje de acidez expresado en términos del ácido cítrico contenido en el jugo de la muestra de frutos de 26 clones seleccionados que permanecen sembrados en un lote de suelo clase IV de terraza alta del C.I. La Libertad, para una nueva evaluación.

Es de anotar que estos clones se encuentran debidamente identificados en el campo y están siendo sometidos a un manejo agronómico similar, en lo que respecta a la fertilización y el control de malezas especialmente. De igual manera, la inducción de floración se realizará escalonadamente, de acuerdo al crecimiento individual de cada clon, donde se estimará la fecha apropiada con base en la correlación visual y cuantitativa de la altura de planta, longitud de la hoja "D" y fecha de siembra, que para efectos prácticos debe hacerse a los 12 meses después de la siembra, donde se estima que la hoja "D" puede pesar aproximadamente 80 gramos.

Entre los clones seleccionados encontramos que la longitud de pedúnculo se ubica en un rango comprendido entre 26 y 35 cm, siendo 38 cm el promedio general exhibido por la variedad Perolera, bajo las condiciones de terraza alta del Piedemonte Llanero. Con relación a esto, es importante señalar que bajas temperaturas ejercen un efecto depresivo en el crecimiento de las plantas de piña, lo cual implica un aumento sustancial de la longitud del pedúnculo si se siembra bajo condiciones de temperatura mas elevada.

#### Características de clones de piña sobresalientes

PROCEDENCIA	IDENTIFICACIÓN EN CAMPO	LONGITUD PEDÚNCULO (CM)	PESO (gr)	° BRIX	ACIDEZ (%)
3-8-B-13	Lib-D-98-1	26	1940	13	0.45
3-8-A-7	Lib-D-98-2	26	1779	14	0.586
2-8-B-1	Lib-D-98-0	26	1717	11.4	0.448
3-8-A-5	Lib-D-98-3	29	2608	11.8	0.614
3-8-A-2	Lib-D-98-4	29	2512	15	0.48
2-8-A-2	Lib-D-98-5	29	1903	12	0.563
3-6-A-10	Lib-D-98-8	29	1717	13.4	0.543
2-6-A-10	Lib-D-98-6	30	2721	12	0.448
3-3-B-9	Lib-D-98-7	30	2537	13.5	0.49
2-6-B-9	Lib-D-98-9	30	2359	12.2	0.461
2-3-B-8	Lib-D-98-13	31	2133	14	0.398
3-6-A-3	Lib-D-98-14	31	1995	12.2	0.65
2-2-B-11	Lib-D-98-15	32	2697	13.8	0.544
2-2-B-13	Lib-D-98-16	32	2644	11.5	0.68
2-3-B-11	Lib-D-98-17	32	2445	12	0.396
1-8-A-10	Lib-D-98-18	32	2424	12	0.723
2-7-A-11	Lib-D-98-19	32	2129	15	0.460
3-7-B-2	Lib-D-98-21	32	1999	12	0.518
3-7-A-5	Lib-D-98-22	32	1977	11.2	0.653
2-2-B-12	Lib-D-98-23	32	1859	13.5	0.64
3-6-A-7	Lib-D-98-25	33	2515	13.2	0.531
2-8-B-3	Lib-D-98-26	33	2437	11.2	0.550
1-6-A-4	Lib-D-98-27	33	2000	13.5	0.358
1-1-A-15	Lib-D-98-28	34	2532	14.5	0.441
2-1-B-9	Lib-D-98-29	35	3025	14	0.416
2-1-A-1	Lib-D-98-30	35	2201	14	0.48

En lo relativo al peso del fruto de los clones seleccionados, vemos que este es variable y fluctúa en un rango entre 1717 y 3025 gramos, correspondiendo el menor valor a la planta que presentó 26 cm de longitud de pedúnculo y el mayor valor a la planta que reportó 35 cm de longitud de pedúnculo. Así mismo, notamos que el promedio de peso del fruto para las plantas que muestran 26 cm de longitud de pedúnculo, corresponde a 1812 gramos; el promedio de peso del fruto para plantas que muestran 29 cm de longitud de pedúnculo, corresponde a

2185 gramos; el promedio de peso de fruto para plantas que presentan 30 cm de longitud de pedúnculo, corresponde a 2539 gramos; el promedio de peso de fruto para plantas que presentan 31 cm de longitud de pedúnculo, corresponde a 2064 gramos; el promedio de peso del fruto para plantas que presentan 32 cm de longitud de pedúnculo, corresponde a 2272 gramos; el promedio de peso del fruto para plantas que presentan 33 cm de longitud de pedúnculo, corresponde a 2317 gramos; el promedio de peso del fruto para plantas que presentan 34 cm de longitud de pedúnculo, corresponde a 2532 gramos y el peso promedio del fruto para plantas que presentan 35 cm de longitud de pedúnculo, corresponde a 2613 gramos. La tendencia de estas cifras de peso promedio del fruto, al margen de cualquier inferencia estadística, nos está mostrando la existencia de cierta correlación positiva entre la longitud del pedúnculo y el peso del fruto. Esto significa, que debemos ser cuidadosos a la hora de elegir el mejor clon, puesto que frutos con peso promedio bajo, aunque de menor longitud de pedúnculo, son de difícil transacción en el mercado de piña en fresco.

En consecuencia, podemos señalar como clones ideales de la anterior selección, hasta ahora, a las plantas identificadas con la nomenclatura Lib-D-98-3, Lib-D-98-4, Lib-D-98-6, Lib-D-98-7, Lib-D-98-9 y Lib-D-98-13, los cuales conjugan aceptables valores de longitud de pedúnculo, grados brix y porcentaje de acidez. No obstante, debemos confirmar los resultados que se esperan obtener el próximo año, acerca de los parámetros considerados en la comparación de cada uno de los clones bajo condiciones homogéneas de manejo agronómico, antes de iniciar cualquier trabajo de micropropagación in vitro.

## **2.2 MANEJO AGRONÓMICO**

### **2.2.1 "EVALUACIÓN DE COBERTURAS COMO ALTERNATIVA DE CONTROL DE MALEZAS Y AGENTE REGULADOR DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO"**

#### **Objetivos**

- Implementar el uso de coberturas en el cultivo de la piña en la región.
- Minimizar la población de malezas en el cultivo de la piña, mediante el establecimiento de coberturas de fácil consecución y utilización en el campo.
- Seleccionar la cobertura que contribuya con la mejora de las propiedades físico-químicas del suelo además de potenciar el rendimiento y calidad de la piña.

#### **Revisión de Literatura**

La cobertura vegetal o "mulch" es una práctica agrícola en la cual los materiales orgánicos y aún inorgánicos son colocados sobre la superficie del suelo o dentro del mismo a fin de mantener o mejorar la fertilidad de ese suelo. Burbano, 1989.

Pieters, 1927, citado por Bernal, 1998, indica que el cultivo de cobertura es aquel sembrado con el propósito de cubrir y proteger el suelo.

Diver y Sullivan, 1992, citados por Bernal, 1998, definieron los cultivos de cobertura como cualquier especie sembrada para producir cobertura al suelo. Independientemente de si estos van a ser incorporados posteriormente, son usados para proteger la superficie del suelo, y/o pueden ser incorporados verdes al suelo.

También se puede decir que esta práctica consiste en esparcir sobre el suelo los residuos vegetales provenientes de desyerbas, podas, realces, zoqueos, y desperdicios de cosecha, con el fin de formar una cubierta protectora contra la erosión. Resulta claro que en este segundo caso, se hace especial énfasis en el efecto protector que tiene esta práctica para defender al suelo del fenómeno de la erosión. Se sugiere además que los productos de las desyerbas deben esparcirse uniformemente sobre el terreno, excepto los procedentes de gramíneas y malezas indeseables, que deben sacarse del lote y quemarse para evitar su nuevo establecimiento e invasión. Burbano, 1989.

Cuando se hacen podas en café, cacao, árboles frutales y de sombrío, el material resultante debe picarse. Cuando se realiza el zoqueo de un cafetal, antes de proceder a cortar los troncos, el cafeto se desbroza con machete y las ramas resultantes se pican. En ambos casos se cree que de esta manera se tiene un buen material para conformar el mulch. En regiones muy secas se propicia la retención de humedad con cobertura de aserrín, cisco de arroz, tamo y otros materiales, especialmente para cultivos de alto rendimiento como los frutales y las hortalizas. Burbano, 1989.

La cobertura vegetal sobre el suelo puede conllevar tanto a efectos positivos como negativos sobre el crecimiento de las plantas. Positivos (controla malezas, reduce erosión, contribuye a la oportunidad de la siembra simultáneamente con el cultivo) y negativos (puede producir efectos alelopáticos, contribuye a aumentar las fuentes de inóculo que se multiplican en los residuos dejados sobre la superficie). Bernal, 1998. Los suelos así tratados serán afectados, física, biológica y químicamente. Burbano, 1989.

Los residuos de cosecha son aquellos que se dejan sobre o en el suelo, en forma de hojas, tallos, raíces y otros órganos aéreos o subterráneos. Burbano, 1989.

Los residuos de cultivo realizan varias funciones en sistemas agrícolas semiáridos. Cuando se dejan en el campo después de cosechar el grano, ellos aumentan la conservación del agua y el suelo, el ciclaje de nutrientes y la subsecuente producción de cultivos. Los residuos de cultivo son también usados para otros propósitos tales como alimentación de ganado, materiales de construcción y como combustible. Si bien el retener los residuos sobre la superficie del suelo tiene numerosos efectos benéficos, sus otros usos excluyen el retorno de todos los residuos hasta el suelo. La retención de pequeñas cantidades uniformes de residuos en la superficie pueden conservar la materia orgánica del suelo y

nutrientes; disminuir la escorrentía e incrementar la infiltración; disminuir la evaporación y controlar las malezas. Powell y Unger, 1997.

La cobertura dejada por los residuos de los cultivos tiene un papel importante en el sistema de labranza de conservación, además de proteger al suelo de la erosión, sirve como un elemento aislante con capacidad para atenuar las variaciones drásticas de la temperatura en el suelo ocurridas durante el día. Al mismo tiempo, la cobertura permite conservar la humedad del suelo durante las épocas secas, enriquece el suelo con la materia orgánica y posibilita un ambiente favorable para el desarrollo de la micro y mesofauna. Adicionalmente la cobertura desempeña un papel importante en el control de las malezas, debido a que muchas de las semillas de las malas hierbas no germinan al estar cubiertas por una capa de rastrojo, estas solo germinarán una vez su período de dormancia sea eliminado, cuando el rastrojo haya sido descompuesto. Bernal, 1998.

En forma general, estos pueden ser los efectos que trae consigo la aplicación de mulch al suelo. En lo físico, se consigue conservar la humedad del suelo, se mejora la tasa de infiltración, se controla la escorrentía, y la pérdida por erosión, se reducen las malezas y la competencia que estas ejercen sobre los cultivos, se disminuye la temperatura y se mejora la estructura del suelo. Burbano, 1989.

Residuos de cultivo juegan un importante rol en el control de la erosión y en el mantenimiento de las propiedades físicas favorables del suelo. Estos beneficios resultan especialmente de su presencia física, los cuales moderan la fuerza del viento y del agua, reduciendo el potencial de la erosión. Los residuos en la superficie ayudan en la conservación del agua por:

- Protegen el suelo contra la dispersión de los agregados, por lo tanto reducen el potencial para el desarrollo de superficies selladas que puedan reducir la infiltración del agua.
- Disminuyen la velocidad de la corriente del agua a través de la superficie proporcionando mas tiempo para la infiltración y reduciendo la evaporación.

Otros beneficios de los residuos en la superficie incluyen mayor concentración de materia orgánica en los suelos, moderada temperatura del suelo e incremento de la actividad biológica del suelo. La excesiva remoción de residuos de cultivo de los campos pueden reducir los materiales orgánicos del suelo y las reservas de nutrientes e incrementar el riesgo de la erosión y degradación del suelo. Powell y Unger, 1997.

Los residuos de cosecha para que puedan beneficiar en mayor grado al suelo se deben enterrar. Se estima que una tonelada de rastrojo, suministra aproximadamente 100 Kg de humus estable. Burbano, 1989.

Son muchas las especies que pueden utilizarse como abones verdes y cultivos de cobertura, y su selección en cada ocasión va a depender de las condiciones climáticas, organización de la finca, valor de la semilla y facilidades de su cultivo. Se prefieren por sus ventajas las plantas leguminosas. Burbano, 1989.

Las especies vegetales que suministran una buena cobertura para la protección del suelo, deben tener un sistema radicular profundo que ayude al rompimiento de capas compactas; contribuya a aumentar la actividad biológica y para el caso de algunas especies permita la opción de cosechar sus productos para contribuir con un ingreso directo al agricultor o para que eventualmente, su forraje pueda usarse en la alimentación animal. Bernal, 1998.

En la región tropical de Yurimaguas, Perú, después de varios años de utilizar la práctica del mulch, los resultados fueron muy variables. En estas condiciones se ha encontrado que el principal factor que controla esta práctica es la interacción del mulch y la cantidad de lluvia. Cuando hay una deficiencia de agua aprovechable en el suelo para las plantas se presenta un efecto favorable del mulch sobre la producción. De otra parte, cuando hay un exceso de agua en el suelo, el efecto del mulch es negativo. También se halló que las propiedades físicas del suelo son mejoradas por el mulch, la resistencia mecánica se vio disminuida. Así mismo, la disminución de la temperatura del suelo por acción del mulch resulta favorable para las condiciones ambientales de Yurimaguas, que se encuentra ubicada en el trópico peruano. Los resultados de la adición del mulch también son efectivos cuando este material también se aplica con el propósito de contrarrestar las consecuencias adversas de la escorrentía y en consecuencia de la erosión. Burbano, 1989.

En lo químico la acción del mulch se refleja en un incremento de la materia orgánica y en la capacidad de intercambio catiónico, así como en la mineralización e inmovilización de los nutrientes para las plantas. Dependiendo de las condiciones que prevalezca en un determinado lugar, puede resultar también deficiencias o toxicidades. Burbano, 1989.

Los cambios que se operan en las propiedades del suelo por la aplicación del mulch se traducen muchas veces, en un mejoramiento de la fertilidad del suelo y en la producción de cultivos. Burbano, 1989.

Un tipo particular de mulch es el que se conoce como mulch "vivo" que consiste en un sistema de producción de cultivos en el cual un cultivo alimenticio se establece dentro de un cultivo de cobertura de bajo crecimiento, sin que el suelo se entre a disturbar demasiado. El cultivo de cobertura ahoga las malezas y protege el suelo. Algunas experiencias indican que después de 2 años, las leguminosas de coberturas utilizadas con éste propósito incrementaron el nitrógeno, disminuyeron la densidad aparente y mejoraron la retención de humedad y la actividad biológica. En otro estudio adelantado con *Psophocarpus palustris* se halló que la contribución con nitrógeno, se debe en parte, a los incrementos de la biomasa microbial y en la materia orgánica que se deriva en forma de residuos a partir del cultivo de coberturas. Burbano, 1989.

Estudios de comparación de cultivos de cobertura en mezcla y en monocultivo fueron llevados a cabo para producción de tomate en mercado fresco, con y sin aplicación de herbicidas. Allí se observó que cuando el herbicida no fue aplicado, los cultivos de cobertura en mezcla, redujeron la emergencia de las malezas y la biomasa, en contraste con la leguminosa en monocultivo. Sin embargo, a pesar

del control de malezas ejercido por los cultivos de coberturas en mezcla, el crecimiento de los tomates en mezcla sin herbicida produjeron menos que los tratamientos con herbicida. En consecuencia se concluye, que pese a que los cultivos de cobertura en mezcla mejoraron el control de malezas, la intervención con herbicida u otra medida para el control de malezas, usualmente será requerida para alcanzar el óptimo en control de malezas y producción. Teasdale y Abdul Baki, 1998.

El maní forrajero es una leguminosa perenne originaria de América del Sur. El género *Arachis* tiene su distribución natural en Brasil, Paraguay, Argentina, Uruguay y Bolivia. Hasta el momento se conocen 80 especies de *Arachis*. El *Arachis pinto* fue entregado en 1993, a los productores con el nombre de Maní Forrajero con características importantes como alimento para el ganado y como cobertura vegetal en cultivos perennes. Rincón, 1993, citado por Ordúz y Rincón, 1999.

El Maní Forrajero es una especie de crecimiento rastrero, estolonífero e invasor, tiene una altura que no supera los 20 cm. Después de la fecundación, la flor se marchita y se inicia la formación del fruto el cual es llevado y enterrado en los primeros 10 cm. del suelo, por una formación alargada llamada carpóforo. Rincón, 1993, citado por Ordúz y Rincón, 1999.

Esta leguminosa tiene un amplio rango de adaptación en Colombia; desde los climas cálidos de los Llanos Orientales hasta los medios de la zona cafetera. Se desarrolla bien en suelos ácidos con alta saturación de aluminio, sin embargo produce más biomasa en la medida que se mejore la fertilidad del suelo. Rincón, 1993, citado por Ordúz y Rincón, 1999.

El maní forrajero es una planta que produce abundantes estolones y genera nuevas plantas en los nudos, lo cual favorece una cobertura rápida del suelo; la capacidad que tiene de competir con gramíneas agresivas se puede explicar en parte por su tolerancia a la siembra. Sólo unos pocos estudios tratan la competencia por nutrimentos de *Arachis pinto* como cultivo de cobertura durante el establecimiento de una plantación permanente, por lo cual se requiere de estudios adicionales en esta área. Rincón, 1993, citado por Ordúz y Rincón, 1999.

## **Materiales y Métodos**

El experimento se estableció en noviembre del año 1997 en el C.I. La Libertad, en el lote Loma 1, correspondiente a suelos clase IV de terraza alta. En este suelo se encontró un valor promedio de densidad aparente de 1.11 gr/cc entre los 0 a 10 cm. de profundidad. De igual manera el porcentaje de porosidad encontrado fue de 57% para las profundidades de 0 a 10 cm. y de 49% para las profundidades de 10-20 cm. Las curvas de humedad obtenidas en el laboratorio nos indicaron que la capacidad de almacenamiento de agua disponible para las plantas de este suelo era de 6,41% para las profundidades comprendidas entre 0-10 cm. y de 4,56% para las profundidades entre 10-20 cm.

El suelo del ensayo presentaba una textura FArA con un pH promedio de 5.5; con 3.6% de M.O, 38 ppm de P, 2.38 meq/100 gr de Ca, 0.59 meq/100 gr de Mg, 0.21 meq/100 gr de K y 34, 0.42, 4.7, 9.4 y 7 ppm de Fe, B, Cu, Mn y Zn respectivamente. Se hicieron aplicaciones previas a la siembra del cultivo de piña de 500 Kg/ha de cal dolomita y 500 Kg/ha de calfos. El programa de fertilización fue establecido con base en la información de fertilidad del suelo y las exigencias nutricionales de la planta. La recomendación de fertilización fue estandarizada para todos los tratamientos, representados los nutrientes en forma de urea, superfosfato triple, cloruro de potasio, yeso, sulfato de zinc, sulfato de cobre, borax y sulfato de hierro, los cuales fueron suministrados a la planta en forma edáfica .

Los tratamientos seleccionados correspondieron al *Arachis pintoi* (maní forrajero), cascarilla de arroz, ceniza + cascarilla de arroz y sin cobertura con el empleo del control químico, mediante la utilización de herbicidas selectivos a la piña.

**Tabla 1. Especificaciones de los tratamientos.**

TRATAMIENTO	CANTIDAD Y MODALIDAD DE APLICACIÓN
<i>Arachis pintoi</i> (Maní forrajero)	1 estolón/ punto, de 20 cm de longitud, distanciado cada 0,25 mt entre plantas y 0.18 mt entre surcos. Se usó el inóculo para <i>Arachis pintoi</i> , ecotipo 18748 en dosis de 700 gr/ha y se estableció en el campo 5 meses antes de la siembra del cultivo.
CASCARILLA DE ARROZ	1500 gr de cascarilla seca / mt cuadrado, aplicado en capas de 1 cm de espesor previo a la siembra.
CENIZA DE ARROZ + CASCARILLA DE ARROZ	6833 gr de ceniza de arroz por metro cuadrado, que corresponde al 89.8% de la mezcla y 779,01 gr de cascarilla de arroz por metro cuadrado, que corresponde al 10.2% de la mezcla, aplicado en capas de 1 cm de espesor
CONTROL QUÍMICO	Se hicieron diferentes aplicaciones de Karmex y Gesapax, combinadas en algunas ocasiones con deshierba manual.

El diseño experimental adoptado fue el de bloques completos al azar con 4 repeticiones, donde la parcela experimental se conformó por tres surcos dobles de 8 metros de largo y 4.18 metros de ancho. La distancia entre plantas fue de 34 cm.

#### ▪ Variables de respuesta

#### Porcentaje de humedad del suelo:

Se tomaron mediciones de la humedad del suelo en diferentes épocas del año a las profundidades de 0-10 cm. y 10-20 cm.

### **Temperatura del suelo (°C)**

Se tomaron mediciones periódicas de la temperatura del suelo a las profundidades de 0-10 y 10-20 cm.

### **Curvas de humedad**

Medida en porcentaje de humedad a diferentes tensiones. Para determinar los cambios producidos por el establecimiento de las coberturas se obtuvieron las curvas de humedad del suelo al inicio del experimento, a las profundidades de 0-10 y 10-20 cm. del suelo, con miras a contrastar con las curvas de humedad registradas al finalizar el período del cultivo y resaltar las diferencias.

### **Densidad real y aparente**

Medida en g /c.c. Tomado al inicio del ensayo, en forma generalizada. Igualmente se proyecta al finalizar el experimento, tomar la medida de densidad para cada tratamiento.

### **Porosidad**

Medida en (%). Tomada al inicio del ensayo en forma generalizada. Al final del período del cultivo se proyecta cuantificar su valor para cada tratamiento.

### **Variación en el contenido nutricional del suelo**

Dado por la diferencia de información reportada en los análisis químicos del suelo, obtenidos al inicio del ensayo, en forma global, y al final para cada uno de los tratamientos.

### **Peso de la hoja (d)**

Peso en gramos de la hoja "D" de la planta de piña, obtenido a partir de una muestra de 5 hojas "D" por parcela.

### **Población de malezas**

Número y peso en gramos de muestras de malezas procedentes de cada parcela experimental, evaluadas en diferentes épocas del año.

### **Contenido nutricional en el tejido de las hojas de piña**

Valores del porcentaje de nutrientes encontrados en muestras por parcela de hojas "D" de piña cayena lisa.

### **Rendimiento**

Medido en Kg/ha. Productividad obtenida en cada una de las parcelas experimentales, a partir de una muestra de 15 frutos por parcela.

## **Calidad**

Evaluación físico-química del fruto de 15 piñas por parcela, donde se recopilará información acerca de la longitud del fruto, diámetro, grados brix, acidez, pH, peso, y longitud de corona.

## **Resultados y Discusión**

### **▪ Humedad del suelo**

En la tabla 2, se muestra la influencia de las coberturas sobre el porcentaje de humedad del suelo a las profundidades de 0-10 y 10-20 cm. del suelo, para tres épocas climáticas diferentes. Allí se observan valores de humedad que oscilan entre 10% y 24% de acuerdo a las condiciones climáticas de lluvia o sequía presentadas en el momento de tomar las muestras. De igual manera se indica la inexistencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Sin embargo, en términos generales se puede señalar que el mayor valor del porcentaje de humedad es exhibido por la cobertura compuesta por ceniza mas cascarilla de arroz y el menor valor por el tratamiento sin cobertura donde se implementó el control químico. Las coberturas compuestas por Arachis pintoi y cascarilla de arroz, mostraron valores de humedad intermedios muy similares entre sí.

**Tabla 2. Influencia de las coberturas en el porcentaje de humedad del suelo durante tres épocas climáticas.**

TRATAMIENTO	1		2		3	
	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm
Arachis pintoi	21.5 a*	21.65 a	11.70 a	14.54 a	14.73 a	14.25 a
Cascarilla de arroz	21.93 a	21.07 a	10.87 a	13.68 a	14.03 a	15.76 a
Ceniza+ cascarilla de arroz	24.01 a	22.47 a	11.94 a	15.66 a	16.79 a	16.41 a
sin cobertura (control químico)	20.26 a	20.47 a	10.17 a	13.68 a	14.96 a	14.93 a

\* Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

De otro lado, se observa para todos los tratamientos, la tendencia de presentarse un mayor nivel de humedad en el suelo a las profundidades de 10-20 cm que a las comprendidas entre los 0-10 cm., como se señala en la tabla 3.

Bernal, 1998, afirma que la cobertura permite conservar la humedad del suelo durante la época seca; de acuerdo a esto y si bien nuestro estudio no permitió mostrar diferencias significativas entre los tratamientos, la aseveración del anterior autor se ve reflejada en la tendencia de los datos obtenidos en la época climática señalada con el número 2, en la tabla 2. Es decir, que el menor valor de humedad es registrado por el tratamiento sin cobertura (control químico), el cual reporta una diferencia de 1,77 puntos en la escala de porcentaje, con relación al tratamiento compuesto por la mezcla de ceniza mas cascarilla de arroz. De igual manera se detecta una diferencia de 1.53% con respecto a la cobertura Arachis pintoi. En

consecuencia, podemos sugerir que pese a que los valores de humedad no presentan grandes diferencias entre sí, el efecto de las coberturas contribuye en alguna medida a preservar la humedad del suelo.

**Tabla 3. Valor promedio del porcentaje de humedad a dos profundidades**

TRATAMIENTO	0-10 cm	10-20 cm
Ceniza + cascarilla de arroz	17.58	18.18
Arachis pintoi	15.98	16.8
Cascarilla de arroz	15.61	16.84
Sin cobertura (C. químico)	15.13	16.36
<b>PROMEDIO</b>	<b>16.08</b>	<b>17.05</b>

#### ▪ Temperatura del suelo

En las tablas 4 y 5 se muestra el efecto de tres coberturas sobre la variación de la temperatura del suelo a las profundidades de 0-10 y 10-20 cm. Los valores muestran un rango de temperatura que oscila entre 24 y 28,7 grados centígrados durante el año a la profundidad de 0-10 cm. y de 23.38 a 28.09 grados centígrados a la profundidad de 10-20 cm. del suelo.

Con esta variable tampoco se registraron diferencias significativas entre los tratamientos para los 12 meses considerados. Sin embargo, el promedio de los datos (Tabla 6) señala menores valores de temperatura para la cobertura viva *Arachis pintoi* seguida por la cobertura inerte compuesta por cascarilla de arroz y mayores valores para la cobertura implementada con ceniza mas cascarilla de arroz y el tratamiento sin cobertura (C. Químico). En realidad la máxima diferencia encontrada corresponde sólo a 0.5 °C a la profundidad de 0-10 cm y 0.1 °C de diferencia a la profundidad de 0-20 cm. Esto significa que la temperatura tiende a estabilizarse a mayores niveles de profundidad del suelo; mientras que en la superficie las fluctuaciones son mayores, debido al efecto directo de la radiación y los vientos sobre el primer horizonte edáfico.

En las figuras 1 y 2 se hace gráfico el efecto de las tres coberturas sobre la variación de la temperatura del suelo a las profundidades de 0-10 y 10-20 cm. del suelo, para los meses comprendidos desde febrero del 98 a marzo del 99. Allí se observan variaciones de la temperatura del suelo en función de la época climática siendo mayores en los meses de enero y febrero y presentándose una ligera disminución en los meses de marzo a junio.

Ahora bien, pese a que Bernal, 1998; Powel y Unger 1997; y Burbano, 1989, señalan el efecto benéfico de las coberturas en la reducción de la temperatura del suelo "Las cuales sirven como aislante con capacidad para atenuar las variaciones drásticas de la temperatura en el suelo ocurridas durante el día", en este estudio no se obtuvieron resultados significativos que corroboren la anterior aseveración. No obstante, el promedio general de temperatura señala menores valores para las

coberturas *Arachis pintoi* y cascarilla de arroz, las cuales en realidad presentan menor incidencia de suelo descubierto.

**TABLA 4. Efecto de tres coberturas sobre la variación de la temperatura del suelo a la profundidad de 0-10 cm.**

TRATAMIENTO	FEB.	MAR.	MAYO	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCTUB.	NOV.	DIC.	ENE.	MAR.
Arachis	26.61	24.25	24	24.65	25.4	25.63	25.54	25.85	25.73	25.55	28.74	25.5
Cascarilla	26.99	24.75	24.75	24.8	25.35	26.06	26.88	26.36	25.38	25.88	27.71	25.4
Ceniza + Cascarilla	27.3	24.88	25	24.83	25.29	25.75	26.46	26.25	26	26.75	28.43	26
C. Químico	28.13	25	25.38	24.33	25.63	25.63	26.71	26	25.51	25.94	28.43	25.9

**TABLA 5. Efecto de tres coberturas sobre la variación de la temperatura del suelo a la profundidad de 10-20 cm.**

TRATAMIENTO	FEB.	MAR.	MAYO	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCTUB.	NOV.	DIC.	ENE.	MAR.
Arachis	26.14	23.38	24.18	24.25	26	25.63	24.79	25.38	25.5	25.38	28.09	25.6
Cascarilla	26.65	23.88	24.38	24.65	25.84	25.44	25.35	25.28	25.46	25	27.24	25.5
Ceniza + Cascarilla	26.99	23.75	24.48	24.05	25.81	25.5	25.13	25.31	25.56	26.19	27.75	25.9
C. Químico	27.38	24	24.35	24.03	25.9	25.44	25.28	25.23	25.56	25.25	28	25.9

**Tabla 6. Efecto de las coberturas sobre el promedio de la temperatura del suelo durante el año a la profundidad de 0-10 cm.**

COBERTURAS	TEMPERATURA °c
<i>Arachis pintoi</i>	25.6
Cascarilla de arroz	25.9
Sin cobertura (C. Químico)	26.0
Ceniza + cascarilla de arroz	26.1

**Tabla 7. Efecto de las coberturas sobre el promedio de la temperatura del suelo durante el año, a la profundidad de 10-20 cm.**

COBERTURAS	TEMPERATURA °C
<i>Arachis pintoi</i>	25.4
Cascarilla de arroz	25.4
Ceniza + cascarilla de arroz	25.5
Sin cobertura (C. Químico)	25.5

#### ▪ **Peso de la hoja "D"**

En la tabla 8, se presenta el efecto de las coberturas sobre el peso de la hoja "D" en el cultivo de la piña. Allí se observan diferencias significativas entre el peso de la hoja "D" del tratamiento con la cobertura viva "*Arachis pintoi*" y el peso de la hoja "D" de los demás tratamientos. Es decir, que los tratamientos cascarilla de arroz, ceniza + cascarilla de arroz y sin cobertura (C. Químico) no presentan diferencias reales entre sí, aunque la cobertura con cascarilla de arroz muestra un valor intermedio de 61.98 gr, que probablemente puede ser explicado por la interferencia nutricional ocurrida por la acción de la cochinilla harinosa presente en las raíces de las plantas.

**Tabla 8. Efecto de las coberturas sobre el peso (gr) de la hoja "D" en el cultivo de la piña.**

COBERTURA	PESO (gr)
<i>Arachis pintoi</i>	35.15 a
Cascarilla de arroz	61.98 b
Ceniza + cascarilla de arroz	80.13 b
Sin cobertura (C. Químico)	81.03 b

Tukey 5%.

De acuerdo a observaciones en campo y a los resultados aquí presentados, se hace evidente el hecho de que la cobertura viva "*Arachis pintoi*" ejerce un efecto negativo sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de la piña. En efecto, el crecimiento de las plantas de piña sembradas en las parcelas cubiertas con *Arachis pintoi*, mostraron una reducción significativa del mismo. De igual manera el peso de la hoja "D" fue menor en un 53% frente al peso promedio reportado para los demás tratamientos. Esto significa, en otras palabras, que el *Arachis pintoi*

compite con el cultivo de piña por agua, luz y nutrientes, ocasionando una respuesta depresiva en la evolución del cultivo. Igualmente, cabe resaltar el hecho de que la tasa de crecimiento relativo del *Arachis pintoii* es mucho mayor que la tasa de crecimiento relativo de la piña, lo cual en los primeros estadios de crecimiento, la cobertura de *Arachis* conlleva a "Ahogar" la piña completamente, inhibiendo en gran medida su desarrollo.

#### ▪ Población de malezas

En la tabla 9, se cuantifica el efecto de las coberturas sobre la población de malezas en el cultivo de la piña. Allí se muestra el número promedio obtenido del total de evaluaciones; además del número de malezas contabilizadas en la primera y séptima evaluación. En términos generales se puede afirmar que existen notables diferencias en cuanto al número de malezas encontrado; pero que desde el punto de vista estadístico, esta diferencia sólo se hace significativa en la primera evaluación.

**Tabla 9. Efecto de las coberturas sobre la población de malezas en el cultivo de la piña.**

COBERTURA	NÚMERO PROMEDIO DE MALEZAS	NÚMERO DE MALEZAS (1 EVALUACIÓN)	NÚMERO DE MALEZAS (7 EVALUACIÓN)
Ceniza + cascarilla de arroz	331.5 a	54 a	13 a
<i>Arachis pintoii</i>	133.8 a	24 ab	7 a
Cascarilla de arroz	168.3 a	7 bc	8 a
Sin cobertura (C. Químico)	115.3 a	2 c	3 a

Tukey 5%.

De acuerdo a los datos presentados en la tabla 9, podemos concluir que en promedio el 44% de las malezas contabilizadas se encontraron en el tratamiento ceniza + cascarilla de arroz, el 22% en el tratamiento cascarilla de arroz, el 18% en el tratamiento *Arachis pintoii* y el 15% en el tratamiento sin cobertura (C: Químico). Sin embargo, si analizamos esta tendencia para la primera evaluación encontramos que el 62% del total de las malezas encontradas corresponde al tratamiento con ceniza + cascarilla de arroz; el 28% al tratamiento con *Arachis pintoii*; el 8% al tratamiento con cascarilla de arroz y el 2.3% corresponde al tratamiento con control químico.

Para este punto, específicamente, notamos diferencias significativas entre los tratamientos donde el tratamiento ceniza + cascarilla de arroz presenta similitud con el tratamiento conformado por *Arachis pintoii*, pero difiere del tratamiento cascarilla de arroz y del tratamiento con control químico. En realidad lo que se aprecia para todos los casos, es que el tratamiento con ceniza + cascarilla de arroz es diferente al tratamiento con ausencia de cobertura donde se implementó el control químico. Esto se traduce en que el mejor tratamiento para el control de malezas en piña correspondería al control químico, seguido de la cascarilla de arroz.

La tabla 10, muestra el efecto de las coberturas sobre la biomasa de las malezas encontradas en las parcelas de piña, donde el mayor valor corresponde a la población existente en las parcelas implementadas con ceniza mas cascarilla de arroz y el menor valor a las parcelas tratadas con herbicida. De hecho, se aprecian diferencias significativas entre la cobertura compuesta por ceniza + cascarilla de arroz y los demás tratamientos siendo el control químico el que reportó el menor valor de biomasa.

**Tabla 10. Efecto de las coberturas sobre la biomasa de las malezas en el cultivo de la piña.**

COBERTURA	PESO (gr)
Ceniza + cascarilla de arroz	137 a
Arachis pintoi	71,25 ab
Cascarilla de arroz	40,75 b
Sin cobertura (C. químico)	12,5 b

Tukey 5%

En la tabla 11, se muestra el efecto de las coberturas sobre el porcentaje de incidencia de malezas de hoja ancha, angosta y cyperácea en el cultivo de la piña, donde el mayor valor es reportado por las malezas de hoja ancha y el menor valor por las de tipo cyperáceas. De igual manera, vale la pena señalar que el mayor porcentaje de malezas de hoja ancha lo reporta el tratamiento con ceniza + cascarilla de arroz y el menor valor lo reporta el tratamiento implementado con la cobertura viva "Arachis pintoi". En este sentido, nos permitimos sugerir que la cobertura Arachis pintoi ocasiona un relativo control de malezas de hoja ancha pero permite una mayor emergencia y proliferación de malezas gramíneas y cyperáceas.

**Tabla 11. Efecto de las coberturas sobre el porcentaje de incidencia de malezas de hoja ancha, angosta y cyperácea en el cultivo de la piña.**

COBERTURA	PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE MALEZAS		
	HOJA ANGOSTA	HOJA ANCHA	CYPERÁCEAS
Arachis pintoi	29	49	22
Cascarilla de arroz	21	78	1
Ceniza + cascarilla de arroz	11	86	3
Sin cobertura (C. Químico)	23	70	7
<b>PROMEDIO</b>	<b>21</b>	<b>71</b>	<b>8</b>

De todo lo anterior, finalmente podemos inferir que el control de malezas ejercido por la cobertura es de tipo parcial, el cual depende de la naturaleza de la cobertura, de su valor de su profundidad o grosor y de su permanencia en el tiempo; donde en algunos casos puede ser mínimo como ocurre con la cobertura ceniza mas cascarilla de arroz, o selectivo dirigido hacia cierto tipo de malezas como ocurre con la cobertura Arachis pintoi que limita el crecimiento de malezas de hoja ancha. En otras palabras, nos permitimos precisar que la utilización de la mejor cobertura en el cultivo de la piña, implica necesariamente combinar los métodos de control manual y químico para elevar la productividad.

### ▪ Contenido nutricional (hoja "D" piña)

En la tabla 12, se relaciona la influencia de las coberturas en el contenido nutricional de muestras de hojas "D" de piña, obtenido mediante análisis de tejido.

En términos generales podemos afirmar que los menores valores para casi todos los elementos son reportados por el tratamiento asignado con la cobertura viva "Arachis pintoi". Es decir, que el menor contenido nutricional en hojas de piña, a excepción del cinc, fue hallado en las parcelas que contenían la cobertura "Arachis pintoi"; en tanto que los mayores valores se presentaron en forma similar para los demás tratamientos. En efecto, esto nos está indicando la severa competencia que ejerce la cobertura viva sobre el cultivo de piña y corrobora los datos presentados anteriormente sobre el peso de la hoja "D" de piña, donde el mínimo valor fue alcanzado por los tratamientos con maní forrajero. Desde el punto de vista estadístico se presentaron diferencias altamente significativas a nivel de los elementos nitrógeno, calcio, magnesio, boro y cinc. Sin embargo, las diferencias más acentuadas se observan en los niveles de los elementos calcio, magnesio y boro, lo cual nos permite inferir que son estos los elementos que probablemente extrae en mayor cantidad el Arachis o que están disponibles en condiciones más limitantes bajo el suelo.

**Tabla 12. Influencia de las coberturas en el contenido nutricional del cultivo de la piña (obtenido por análisis de tejido a muestras de hoja "D").**

COBERTURA	VALOR PROMEDIO DEL ELEMENTO MINERAL							
	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	B ppm	Zn ppm	Cu ppm
Arachis	0.9 b*	0.11 a	2.02 a	0.3125 b	0.24 c	3.8 b	25.75 a	4 a
Cascarilla de arroz	1.1 a	0.15 a	2.6 a	0.38 a	0.3775 ab	7.8 a	21 b	6.5 a
Ceniza + Cascarilla de arroz	0.925 b	0.16 a	2.39 a	0.3525 a	0.3425 b	6 a	21.5 b	5.5 a
Control Químico	1.075 a	0.15 a	2.75 a	0.385 a	0.3925 a	7.3 a	21.5 b	6 a

Tukey 5%

De otro lado, vale la pena mencionar que el estado nutricional del cultivo, en general, presentaba deficiencias minerales pese a los suministros balanceados de fertilizantes los cuales fueron calculados con base en los contenidos del suelo y los requerimientos de la planta. En consecuencia, podemos señalar como posibles causales de la baja absorción de los elementos minerales por las plantas a la pérdida de nutrientes en el suelo por lavado excesivo; al método de aplicación del fertilizante (edáfico fraccionado 4 veces: el 10% a los 15 días después de la siembra, el 20% a los 3 meses después de la siembra; el 30% a los 6 meses después de la siembra y el 40% a los 8 meses después de la siembra); y a la relativa incidencia de la cochinilla harinosa (*Dysmicoccus brevipes*) la cual afectó en algún grado la absorción de nutrientes desde la solución del suelo.

Finalmente, hacemos énfasis en que no se presentaron diferencias significativas en el contenido nutricional de las hojas entre los tratamientos cascarilla de arroz, ceniza + cascarilla y sin cobertura (Control químico).

## Conclusiones

- Las coberturas evaluadas no mostraron diferencias marcadas en el valor del porcentaje de humedad registrado a las profundidades de 0-10 y 10-20 cms del suelo. Sin embargo, la tendencia observada indica que los menores valores se presentan en el suelo descubierto.
- No se detectaron diferencias en la temperatura del suelo debidas a la influencia de las coberturas y al tratamiento sin cobertura donde se implementó el control químico.
- Las plantas de piña sembradas en las parcelas cubiertas con *Arachis pintoii*, mostraron una reducción significativa en el peso de la hoja "D", lo cual permite sugerir que el *Arachis pintoii* compite con el cultivo de la piña por nutrientes, ocasionando una respuesta depresiva en la evolución del cultivo.
- La mayor población de malezas y su biomasa fue encontrada en el establecido con la cobertura "ceniza + cascarilla de arroz", en contraste con el tratamiento sin cobertura (C. Químico). De acuerdo a esto nos permitimos concluir que desde el punto de vista del control de malezas, la mejor cobertura correspondería a la cascarilla de arroz; pero el mejor control se logra con la aplicación de herbicidas.
- No se recomienda la utilización de coberturas vivas en el cultivo de la piña, ya que la tasa de crecimiento de esta especie en los primeros estadios de desarrollo es muy baja, lo cual no le permite competir favorablemente con el cultivo de cobertura.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bernal, Jaime. 1998. Abonos verdes y cultivos de cobertura. Comunicación personal. Villavicencio, Colombia.
2. Burbano Orjuela, Hernán. 1989. El suelo una visión sobre sus componentes bioorgánicos. Pasto, Colombia. Talleres graficolor . pp.405-422.
3. Orduz Rodríguez, Jaime.; Rincon Castillo, Alvaro. 1999. Usos y manejo del maní forrajero (*Arachis pintoi*) como cobertura viva en plantaciones de cítricos. Información técnica. Día de campo 23 de abril de 1999. C.I. La Libertad, Villavicencio, Colombia. 8 p.
4. Powell J, Mark.; Unger Paul W. 1997. Alternatives to crop residues for soil amendment. En: Crop residues in sustainable mixed crop/livestock farming systems. ICRISAT. India. ILRI. Pp.215-239.
5. Teasdale Jhon R.; Arefa; Abdul-Baki. 1998. Comparison of mixtures Vs. Monocultures of cover crops for fresh-market tomato production with and without herbicide. En Hortscience 33(7): 1163-1166.

## **2.2.2 EFECTO DE CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA PIÑA Var. "Perolera"**

### **Introducción**

El concepto densidades de siembras tiene importante connotación en la calidad y cantidad de los frutos. De hecho distancias cortas entre plantas estimulan mayor competencia entre ellas, lo que se traduce en la disminución de tamaño de los frutos; sin embargo, distancias cortas entre plantas también conlleva a aumentar el número de plantas por área, lo que resulta en un aumento de la productividad.

En piña, las densidades de siembra han variado a través del tiempo, desde 10.000 plantas/ha en la postguerra a 70.000 - 80.000 plantas en tiempos recientes.

Las distancias de siembra son distintas para cada variedad de piña, sin embargo, es recomendable una población densa, porque se reducen las pérdidas de agua al producir sombra, se aumenta el rendimiento total y se obtiene fruta de tamaño más adecuado y uniforme (6).

La mejor distancia o densidad de siembra (4) es la que permite los máximos resultados por hectárea en función de:

- Destino que se le quiera dar a los frutos.
- Condiciones ecológicas locales.
- Variedad que se quiere utilizar.

Las densidades de siembra influyen considerablemente en el tamaño, número de frutas y número de hijuelos por área cultivada, por lo tanto se debe adecuar las densidades a la finalidad del cultivo. Así, si el objetivo es producir frutos pequeños, por ejemplo de Cayena de 1 kg., no es recomendable el uso de densidades superiores a 80.000 plantas/ha, porque aumenta mucho la desuniformidad en el tamaño de los frutos (5).

En Colombia, con plantaciones nuevas, se usan surcos dobles a 30x55x90, en donde 30 indica la distancia entre plantas en una fila, 55 indica la altura del triángulo o distancia entre filas del surco doble y 90 el ancho de la calle entre 2 filas dobles. Con esta densidad se estiman aproximadamente 46.000 plantas/ha y se puede esperar en la primera cosecha una producción de 60-80 toneladas. Otras distancias empleadas son de 45x45x90 y 45x45x100 cm., para obtener poblaciones de 44.000 y 39.000 plantas/ha. (6).

En el Departamento de Santander se acostumbra a sembrar la piña a bajas densidades, 22.000 o menos plantas/ha, dando como resultado menor producción por área, aunque la fruta se obtiene de mayor tamaño, técnicamente se recomiendan otras densidades para así obtener mayor productividad. Altas densidades se obtienen sembrando a triple surco: 30 cm. entre plantas, 45-50 cm. entre surcos y 90 cm. entre calles, resultando de 45.000 a 55.000 plantas/ha (3).

García y Mantilla (4) citan en el experimento adelantado en Lebrija (Santander), que el tratamiento que proporcionó el mayor beneficio neto parcial por hectárea corresponde al Sistema doble Surco con distancias de 90x30x30 cm., para una densidad de 55.555 plantas/ha, con un rendimiento/ha de 83 toneladas y un peso promedio del fruto de 1,57 kg.

En el Estado de Paraíba (Brasil) "Industrias Maguary", prefiere sembrar la piña *Cayena lisa* en hileras sencillas, con un espaciamiento de 70x30 cm (47.600 plantas/ha). En Costa de Marfil para fines industriales esta variedad se cultiva con un espaciamiento de 90x40x30 cm. (50.000 plantas/ha) (4).

En Brasil, las siembras de piña se pueden hacer en surcos sencillos, dobles, triples o múltiples, pero hay una marcada preferencia por los surcos dobles y plantas dispuestas en triángulo al interior de éstos para proporcionar una mejor distribución de las raíces en el suelo (5).

Siembras en surcos triples o múltiples proporcionan frutos desuniformes, pues generalmente los frutos de los surcos internos tienden a ser más pequeños que los de las líneas externas. A pesar de esto, el sistema de surco triple es muy usado en Costa de Marfil en producción de piña Cayena para exportación, pues el follaje aumentado permite mantener la planta más o menos vertical (5).

Para la variedad Cayena, en Brasil recomiendan líneas dobles con 50.000 plantas/ha y con un espaciamiento de 30x45x90 cm. (5).

Para la variedad Perolera, en Brasil cultivan diferentes distancias de acuerdo a la localidad: En sapé 25000, en Riacho dos Almas 33.300, en Lagoa Santga 27.800, en Itapemiral 47.600 y en Montealegre de minas 20.000.

Para la variedad Cayena, densidades de 40.000 a 50.000 plantas/ha han sido seleccionadas para la producción de frutas en conserva 60.000 a 70.000 plantas/ha para exportación de consumo en fresco. En los dos casos, la tendencia con Cayena es a bajar la distancia entre plantas de 25 a 20 cm. (8).

Un buen número de experimentos probando densidades de siembra ha sido llevado a cabo. Estos han mostrado incrementos significativos en producción con altas densidades, pero con calidad y peso de frutos inferior. Walthaka y Pur en 1971, citado por Samson, mostraron que la producción de fruta de Grado I, incrementó hasta una densidad de 57.500 plantas/ha; fue más baja con las frutas de Grado II y III, usando una densidad de 127.000 plantas/ha. Ellos concluyeron que la densidad óptima económica se decidía de acuerdo al precio pagado por cada uno de los grados de calidad (8).

Aunque altas densidades de siembra, en el campo se vuelven inmanejables, Lee con Serawak, citado por Samson cosecharon 44 Ton/ha con 24.000 plantas/ha y 50 Ton/ha con 72.000 plantas/ha. El punto máximo lo obtuvieron con 55.000 plantas/ha, puesto que cosecharon 66 Ton/ha (8).

### ▪ Fecha y localización del ensayo.

En Agosto del año 1996, en las instalaciones del Centro de Investigación "La Libertad" se estableció el Ensayo "Efecto de cuatro densidades de siembra en piña Var. "Perolera". El experimento se llevó a cabo en la región de la Orinoquia, subregión Piedemonte, terraza alta, en suelos clase IV con textura franca, densidad aparente de 1.3 gr/cm<sup>3</sup>, pH 4.8, 3.3% de M.O, con contenidos de 1.9; 0.54; 0.17; y 0.17 meq/100gr de Al, Ca, Mg y K y 3; 25; 0.14; 0.6; 3.6 y 0.4 ppm de P, Fe, B, Cu, Mn y Zn respectivamente.

▪ Fecha de finalización: marzo de 1999.

### Diseño estadístico.

Se utilizó el diseño de parcelas divididas en bloques completos al azar con 3 repeticiones donde los subparcelas recibieron dos niveles de fertilización, los cuales fueron asignados a cada uno de los 8 tratamiento correspondientes a las densidades de siembra consideradas.

### Metodología

Se hicieron arreglos de plantas bajo el Sistema de Surco doble, para la obtención de cuatro densidades de siembra (Aproximadamente  $\pm 40.000$ , 50.000, 60.000 y 70.000 plantas/ha), usando diferentes distancias entre plantas y entre calles. Igualmente se conformaron 2 subparcelas con el objeto de considerar los niveles de fertilización por número de individuos y por área. Es decir, en una subparcela se aplicó una cantidad de fertilizante standard, que era igual para todos los tratamientos, y en la otra se utilizó una dosis de fertilizante proporcional al número de individuos que se incrementaron según la densidad de siembra.

Los tratamientos asignados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1. Descripción de Tratamientos.

Identificación del Tratamiento	Distancia entre plantas*1 (cm.)	Distancia entre surcos (cm.)	Distancia entre calles (cm.)	Número de Plantas por Hectárea
T1	40	34.64	90	40.100
T2	34	29.44	90	49.410
T3	29	25.11	90	60.002
T4	25	21.65	90	71.432
T5	44	38.11	75	40.265
T6	37	32.04	75	50.562
T7	32	27.71	75	60.856
T8	28.5	24.68	75	70.425

\*1: Corresponde a la distancia entre plantas dispuestas en el surco doble (al interior del surco doble las plantas se arreglan en tresbolillo)

### ➤ **Variables de respuesta**

Las variables consideradas para medir los efectos de las distintas densidades de siembra y de los dos niveles de fertilización, sobre el rendimiento y la calidad físico-química del fruto de piña, se citan a continuación:

- Rendimiento (toneladas/hectárea). Calculado con base en el número de plantas que se sembraron en una área de 50 mt<sup>2</sup>.
- Número de frutos/hectárea. Tomado del número de frutos que se producen en 50 mt<sup>2</sup>.
- Tamaño de fruto. Hace referencia al peso promedio de una muestra de 15 frutos /subparcela)
- Porcentaje de corona. (Muestra de 15 frutos/subparcela).
- Porcentaje de cáscara. (Muestra de 15 frutos/subparcela).
- Porcentaje de pulpa. (Muestra de 15 frutos/subparcela).
- Diámetro superior, medio e interior de fruto. (Muestra de 15 frutos/subparcela).
- Diámetro de corazón. . (Muestra de 15 frutos/subparcela).
- Sabor. Medido en una escala de 1 a 5, donde 1: insípido y 5 excelente)
- Aroma. (Medido en una escala de 1 a 5, donde 1: ninguna y 5:fuerte)
- Color. (tomado con base en los valores registrados en la tabla de colores)
- Grados Brix. (% de sólidos solubles registrados en el refractómetro)
- Porcentaje de Acidez. (Acidez titulable expresada en términos de % de ácido cítrico)
- Relación Grados Brix/Acidez. (calculado a partir de la división del valor de grados brix sobre el % de acidez)
- Longitud de Pedúnculo. (tomado de una muestra de 15 plantas/subparcela)
- Número de Colinos Basales del Fruto. (tomado de una muestra de 15 plantas/subparcela).
- Corona múltiple (%). En muestra de 15 frutos/ subparcela.

### **Resultados y Discusión**

En términos generales podemos señalar que las diferencias estadísticas significativas sólo se presentaron a nivel de las variables: Número de Frutos Producidos por Parcela, Tamaño de Fruto y Porcentaje de Cáscara y Pulpa. Es decir, que la mayoría de las variables analizadas presentaron valores similares para todos los tratamientos asignados. Sin embargo se nota, que existen tendencias de superior productividad para las densidades asignadas con mayor número de plantas que para aquellas conformadas por una cantidad inferior.

Es importante resaltar además que tampoco se encontraron diferencias significativas entre parcelas con igual densidad de plantas, pero con diferentes distancias entre calles y entre plantas; al igual que no se presentaron diferencias marcadas entre las subparcela que recibieron diferentes niveles de fertilización.

En consecuencia, podemos señalar que las implicaciones de tipo práctico acerca de los resultados de este ensayo nos sugieren que la elección de la densidad de siembra adecuada tiene que ver estrictamente con el análisis de costos y

rentabilidad que nos ofrecen las producciones obtenidas de acuerdo a cada densidad.

Ahora bien, como no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con igual número de plantas/ha pero con distancias de calle de 75 y 90 cm. y tampoco se presentaron diferencias entre subparcelas por el efecto de la fertilización por planta y por área se decidió reagrupar los datos obtenidos por parcela según cada densidad y realizar un nuevo análisis estadístico considerando solamente el diseño de bloques completos al azar con 4 tratamientos, donde estos tienen que ver con las 4 densidades incluidas en el estudio. Los valores de rendimiento y número de frutos producidos por parcela se citan en la Tabla 2. Allí se muestra, el rendimiento total producido, el porcentaje de plantas improductivas y el rendimiento de las parcelas o tratamientos que produjeron frutos con características aptas para el mercado y que hace referencia al tamaño del fruto especialmente. Esto significa, que frutos con un peso menor de 1.000 gramos fueron considerados como factor de rechazo para el mercado nacional.

Ahora bien, pese a que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, el mayor rendimiento en peso fue obtenido por la densidad de 60.000 plantas/ha (70.68 Ton/ha), seguido de la densidad de  $\pm 70.000$  plantas/ha (65.02 Ton/ha). No obstante, el rendimiento comercializable sólo fue de 66.4 Ton/ha para densidades con 60.000 plantas; 63.13 Ton/ha para densidades con 70.000 plantas; 58.98 Ton/ha para densidades con 50.000 plantas y 50.17 para densidades con 40.000 plantas/ha.

**Tabla 2. Efecto de cuatro densidades de siembra sobre el rendimiento y número de frutos de piña Var. "Perolera".**

Densidad (Número de plantas/ha)	Producción Total			Fruta Comercializable		% de Plantas Improductiva
	Rendim. (Ton/ha)	No. Frutos Producidos/ Parcela	% Frutos Pequeños	Rendim. (Ton/ha)	No. Frutos/ha	
$\pm 60.000$	70.08 A	45.200* A	14.0	66.46 A	38.868* A	24.7
$\pm 70.000$	65.02 A	42.800 AB	9.3	63.13 A	38.800 AB	38.9
$\pm 50.000$	61.46 A	37.200 AB	13.3	58.98 A	32.236 AB	25.6
$\pm 40.000$	52.12 A	30.400* B	11.6	50.17 A	26.868* B	24.0
Promedio	62.17 A	38.900	12.05	59.69	34.193	28.3

Prueba de Tukey 0.05. promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

Hipotéticamente, el número de plantas de piña que se siembran en el lote nos van a permitir obtener el mismo número de frutos, toda vez, que cada planta en primer corte produce una sola piña. Sin embargo, nuestros resultados (Tabla 2), nos señalan una producción de frutos que varía entre 30.400 a 45.200 pese a que sembramos entre 40.000 a 70.000 plantas/ha. Esto se explica, por la ocurrencia de un gran porcentaje de plantas improductivas (denominadas popularmente plantas machos), en las cuales no se desarrolla la inflorescencia pese a su notable vigor. Además de esto, se adiciona el efecto nocivo que ejercen la cochinilla harinosa (*Dysmicoccus brevipes*) y el Virus del Wilt transmitido por ésta, los cuales afectan notablemente la producción de frutos. Así, para nuestro ensayo se cuantificó un valor promedio de 28.3% de plantas improductivas, en donde el

mayor valor (38.9%) correspondió a las parcelas sembradas con densidades de 70.000 plantas/ha.

Con relación a esto, la prueba de comparación de Tukey, señala diferencias significativas al nivel de probabilidad del 5% entre el número de piña producida con 60.000 plantas y el número de piñas producidas con 40.000 plantas, encontrándose una diferencia numérica entre ellas de 14.800 frutos.

El promedio general de frutos pequeños obtenido en el ensayo fue de 12.1%, donde el mayor porcentaje (14%) fue alcanzado por la densidad de 60.000 plantas/ha.

La Tabla 3, muestra el tamaño del fruto promedio por parcela y el tamaño promedio del fruto en muestra de 15 frutos. La prueba Tukey señala diferencias altamente significativas (1%), entre los tratamientos de 40.000 y 70.000 plantas/ha. El tamaño del fruto obtenido a partir del ensayo toma valores entre 1.831 a 1.632 gramos, siendo mayor para las parcelas sembradas con menor número de plantas y menor para las parcelas con mayor densidad. Esto nos indica, que la densidad de siembra induce efectivamente modificaciones en el tamaño del fruto y nos corrobora la tesis que relaciona la proporcionalidad inversa entre la densidad de plantas y el tamaño del fruto.

**Tabla 3. Efecto de cuatro densidades de siembra en el tamaño de fruto de Piña Var. "Perolera".**

Densidad (No. plantas/ha)	Tamaño Promedio de Fruto/Parcela (gramos)	Tamaño Promedio de Fruto Muestra (15 frutos)
40.000	1831** A	2020 A
50.000	1812 AB	2071 A
60.000	1711 AB	2037 A
70.000	1632**B	1950 A
<b>Promedio</b>	<b>1746.5</b>	<b>2019.5</b>

Tukey 0.05. Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

En la Tabla 4, se hace alusión a las variables porcentaje de corona, cáscara, pulpa y corona múltiple de los frutos de piña, que en general para el ensayo arrojaron un promedio de 8,46%, 22,39%, 69,15% y 15% respectivamente.

Allí se observan diferencias significativas según análisis de varianza y (tukey 0.05), para las variables porcentaje de cáscara y pulpa entre los niveles de 40.000 y 70.000 plantas/ha. Esto significa, que en la medida que incrementamos el número de plantas/ha, ocurre una disminución en el porcentaje de la cáscara, lo cual por estar estrechamente relacionado con el porcentaje de pulpa, nos sugiere beneficios en lo referente al "rendimiento de pulpa útil" obtenido, que representa un indicativo importante para la industria piñícola, donde se exigen frutos con mayor rendimiento de pulpa; mientras que a nivel de mercado fresco puede parecer desventajoso por las implicaciones de mayor perecibilidad del producto durante el transporte, por poseer una corteza más delgada.

**Tabla 4. Efecto de cuatro densidades de siembra sobre el porcentaje de corona, cáscara, pulpa y corona múltiple en Piña Var. "Perolera".**

Densidad (No. plantas/ha)	% Cáscara	% Pulpa	% Corona	% Corona Múltiple
40.000	23.31** A	68.06** A	8.63 A	12.25 A
50.000	22.91 AB	68.61 AB	8.48 A	18.75 A
60.000	21.98 AB	69.09 AB	8.93 A	14.17 A
70.000	21.36**C	70.85** C	7.79 A	14.83 A
<b>Promedio</b>	<b>22.39</b>	<b>69.15</b>	<b>8.46</b>	<b>15.00 A</b>

\*\* Diferencias altamente significativas (1%). Prueba de tukey 0.05 promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

Los valores del diámetro interior, medio y superior de los frutos de piña analizados (Tabla 5) no difieren significativamente. El promedio general mostró un valor de 9.76 cm. para el diámetro interior; 15.58 cm. para el diámetro medio y 9.44 cm. para el diámetro superior. Con relación al diámetro del corazón, la Tabla 5 nos indica que no existen diferencias entre densidades y que el valor promedio obtenido en los análisis físico-químicos realizados a una muestra de 15 piñas por subparcela fue de 3.2 cm. Sin embargo, el análisis de varianza señala que existe alguna diferencia estadística entre el diámetro del corazón de las subparcelas que recibieron mayor fertilización en contraste con las que se fertilizaron con menor dosis, no obstante, la diferencia entre ellas es de apenas 0.11 cm., lo cual probablemente no tiene ninguna trascendencia desde el punto de vista productivo.

**Tabla 5. Efecto de cuatro densidades de siembra sobre el diámetro del corazón y el diámetro interior, medio y superior de los frutos de Piña Var. "Perolera".**

Densidad (#planta/ha)	Diámetro Interior (cm)	Diámetro Medio (cm)	Diámetro Superior (cm)	Diámetro Corazón (cm)	Diámetro Corazón Prom. de Subparcelas	
					Fertilización por área	Fertilización por planta
40.000	9.73 A	12.49 A	9.44 A	3.26 A		
50.000	9.89 A	12.73 A	9.68 A	3.20 A		
60.000	9.97 A	12.62 A	9.59 A	3.29 A	3.15* A	3.26* B
70.000	9.43 A	12.47 A	9.06 A	3.08 A		
<b>Promedio</b>	<b>9.76</b>	<b>12.58</b>	<b>9.44</b>	<b>3.21 A</b>		

Tukey 0.05 Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

Por otra parte, pese a que en el estudio se determinó la forma de los frutos muestreados de acuerdo a los descriptores establecidos por la IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources), este parámetro no fue analizado debido a la variabilidad de formas obtenidas al interior de cada tratamiento, entre las que se señalan oval, cónica y cilíndrica especialmente.

Químicamente los frutos de piña analizados mostraron un promedio de calidad muy bueno, como lo confirman los resultados encontrados (Tabla 5) a partir de las características de sabor, grados brix, porcentaje de acidez, pH e índice de madurez, los cuales se ubican por encima de los valores mínimos exigidos por los consumidores, tanto en la industria como en el mercado fresco. Sin embargo, no

se encontraron diferencias inducidas por las densidades ni por el efecto de los niveles de fertilización, lo cual indica finalmente, que para obtener frutos de buena calidad, basta seleccionar la densidad mas apropiada (40.000 - 70.000) según nuestras necesidades y condiciones impuestas por el mercado sin que se haga necesario incrementar las dosis de fertilizantes, proporcional al número de plantas. Es decir, se aplica la recomendación de fertilización que se establece por área, lo cual conduce a disminuir los costos de producción en los diferentes rubros involucrados.

**Tabla 6. Efecto de cuatro densidades de siembra sobre características organolépticas y químicas del fruto de piña.**

Densidad (# plantas/ha)	Sabor*	Grados Brix %	% Acidez	Brix/Acidez	pH
40.000	4.4 A	13.35 A	0.511 A	26.8 A	4.08 A
50.000	4.33 A	13.12 A	0.509 A	26.1 A	4.03 A
60.000	4.23 A	12.68 A	0.488 A	26.8 A	4.06 A
70.000	4.25 A	12.78 A	0.565 A	22.74 A	3.95 A
<b>Promedio</b>	<b>4.30</b>	<b>12.98</b>	<b>0.518</b>	<b>25.61</b>	<b>4.03</b>

\* Sabor Definido mediante escala visual de 1 a 5 donde: 1 = Insipido, 2 = Malo, 3 = Regular, 4 = Bueno y 5 = Excelente. Tukey 0.05

Otras variables cuantificables consideradas en el ensayo (Tabla 7), nos permiten aseverar que las densidades de siembra comprendidas entre 40.000 y 70.000 plantas/ha y el aumento de los niveles de fertilización a dosis mayores de las recomendadas por hectárea no modifican el carácter "Longitud del pedúnculo del fruto" ni el número de colinos basales del fruto. En efecto, se encontraron valores similares de longitud de pedúnculo para las distintas densidades los cuales oscilan entre 36.2 y 35.9 cm. Igualmente la variable número de colinos basales del fruto producidos por planta, fue similar para todos los tratamientos siendo su valor promedio general de 3.31 colinos.

**Tabla 7. Efecto de cuatro densidades de siembra sobre la longitud del pedúnculo y el número de colinos basales del fruto de Piña Var. "Perolera".**

Densidad (No. plantas/ha)	Longitud del Pedúnculo (cm.)	Número Promedio Colinos Basales del Fruto
40.000	36.26 A	3.7 A
50.000	35.92 A	3.4 A
60.000	36.22 A	3.1 A
70.000	36.21 A	3.1 A
<b>Promedio</b>	<b>36.15</b>	<b>3.3</b>

Tukey 0.05

Finalmente, queremos resaltar la alta correlación existente entre algunas variables analizadas, las cuales en algunos casos son obvias y en otras nos permiten develar interacciones interesantes entre ellas. A continuación presentamos el coeficiente de correlación encontrado entre algunas variables estudiadas.

**Tabla 7. Coeficientes de alto valor de correlación encontrado entre algunas variables.**

VARIABLES	Número de Frutos	Diámetro Inferior Del fruto	Diámetro Medio Del Fruto	Grados Brix	Porcentaje corona
Peso total parcela	0.922 *				
Diámetro superior del fruto		0.905 *			
Peso promedio del fruto de la muestra			0.859 *		
Sabor				0.7941 *	
Número de colinos basales					- 0.7575

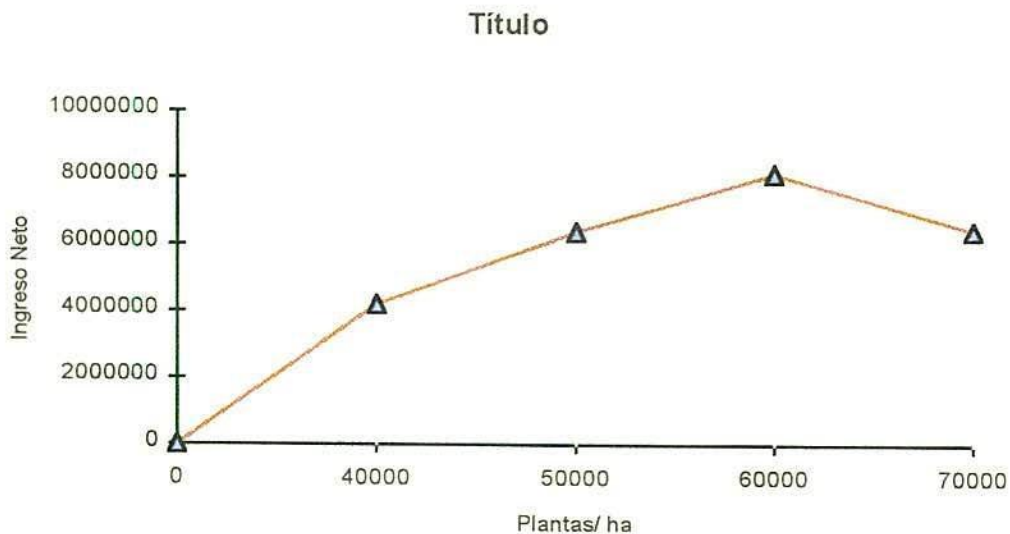
\* Difieren estadísticamente al nivel de probabilidad de 0.0001.

De acuerdo a lo anterior podemos concluir lo siguiente:

- Un mayor número de frutos producidos en la parcela representa un mayor valor en el peso total de la misma.
- El diámetro medio del fruto aumenta cuando se incrementa el peso del fruto.
- Existe una alta correlación entre el diámetro superior e inferior del fruto, la cual es directamente proporcional.
- Existe alguna correlación negativa entre el porcentaje de corona y el número de colinos basales.
- El sabor y los grados Brix están directamente relacionados. Es decir, un mejor valor de sabor percibido por los catadores representa una mayor concentración de azúcares en el fruto.

#### ➤ **Análisis económico**

La tendencia de la curva obtenida de graficar los valores de las variables ingreso neto y densidades de siembra, nos muestran incrementos en el ingreso neto desde 40.000 hasta 60.000 plantas/ha y disminución del mismo en la densidad de 70.000.



Ahora bien, como quiera que existen diferencias significativas entre el número de frutos producidos por las densidades de 60.000 y 40.000 plantas/ha y el coeficiente de correlación de 0.922 nos indica alta interacción entre la variable número de frutos y rendimiento total, se hace necesario determinar mediante un análisis de rentabilidad, cual es la opción económicamente viable.

A primera vista, el análisis de rentabilidad global (Tabla 9) nos señala que la densidad de 60.000 plantas/ha, es la que contribuye con el mayor beneficio económico toda vez que alcanza valores de 53.9%, 75.9%, 97.9% y 119.9% a precios de mercado de \$350, \$400, \$450 y \$500 el kg. de fruta (para tener en cuenta la alta fluctuación de precios). Sin embargo, para afianzar aún más nuestras recomendaciones, se hace necesario apelar al método del presupuesto parcial y análisis marginal, donde se estiman los beneficios y costos variables, analizando los aspectos que cambian como respuesta al factor que se estudia.

En la Tabla 10, se muestra el presupuesto parcial, donde se involucran los rubros que varían de acuerdo al cambio de las densidades de siembra, entre los que se citan; número de colinos, cantidad de productos para desinfección de colinos, herbicidas, insecticidas, fungicidas, inductor de floración, mano de obra y transporte. No se tienen en cuenta cantidad de fertilizantes ya que nuestro ensayo revela no encontrar diferencias significativas entre los niveles de fertilización por área y por plantas.

**Tabla 9. Efecto de cuatro densidades de siembra sobre los valores de rentabilidad global de acuerdo a la fluctuación de precio en el mercado.**

Densidad (# plant/ha)	Precio \$			
	350	400	450	500
60.000	53.9	75.9	97.9	119.9
50.000	44.8	65.5	86.2	106.9
70.000	41.2	61.4	81.5	101.7
40.000	31.5	50.3	69.1	87.9

Rentabilidad global dada en porcentaje.

**Tabla 10. Presupuesto Parcial (Densidades de Siembra)**

Actividad	Unidad	Costo Unit.	40.000 p/ha	50.000 p/ha	60.000 p/ha	70.000 p/ha
<b>SEMILLA</b>	Unidad	30	1.200.000	1.500.000	1.800.000	2.100.000
-Colinos						
<b>DESINFECCIÓN</b>						
-Malathion	Litro	6.900	8.280	10.350	12.420	14.490
-Bayleton	Litro	70.000	14.000	17.500	21.000	24.500
-Alette	Kilo	41.300	41.300	51.625	61.950	72.275
-Antracol	Kilo	13.000	13.000	16.250	19.500	22.750
<b>HERBICIDAS</b>						
- costo			30.000	20.000	10.000	0
<b>INSECTICIDA-FUNGICIDA</b>						
-A costo			0	5.000	10.000	15.000
<b>INDUCCIÓN FLORAL</b>						
-Ethrel	0.0375 cc/plan	2,7375	109.500	136.875	164.250	191.625
-Urea	1 gr./planta	0.7	28.000	35.000	42.000	49.000
<b>MANO DE OBRA</b>						
-Siembra, Cosecha, Inducción, Fertiliz. Edáfica y Desinfección	Jornal	11.500	4.025.000	4.312.500	4.600.000	4.887.500
<b>TRANSPORTE</b>	Flete/Ton	30.000	1.505.100	1.769.400	1.993.800	1.893.900
<b>TOTAL COSTOS VARIABLE</b>			6.974.180	7.874.500	8.734.920	9.271.040
<b>BENEFICIO NETO*</b>			4.207.970	6.391.150	8.148.730	6.447.110

- Tomando precio de piña a \$350 el kg.

### ➤ Análisis marginal

En la Tabla 11, se ordenan los tratamientos en forma descendente de acuerdo a los beneficios netos parciales.

**Tabla 11. Análisis de dominancia de tratamientos de densidad de siembra en Piña Var. "Perolera".**

Densidad (# plantas/ha)	Beneficio Neto Parcial (\$/ha)	Costo Variable (\$/ha)
60.000	8.148.730	8.734.920
70.000	6.447.110	9.271.040*
50.000	6.391.150	7.874.500
40.000	4.207.970	6.974.180

- Tratamiento dominado.

El tratamiento asignado con 70.000 plantas/ha no se considera dentro del análisis marginal en razón de que con menores beneficios netos parciales los costos variables superan al tratamiento de 60.000 plantas/ha que fue el que reportó el mayor beneficio neto.

En las Tablas 12 y 13, se presentan los análisis marginales, tomando para el cálculo precios bajos de mercado como \$350 y \$400 pesos por kg. de fruta vendida. En éstos se nota, que los máximos valores de tasa de retorno marginal fueron obtenidos con la densidad de 50.000 plantas/ha, los cuales corresponden a 242% y 291%, según cada precio. No obstante, como no se encontraron diferencias significativas en rendimiento ni en número de frutos entre las densidades de 40.000 y 50.000 plantas/ha, se continúa seleccionando el tratamiento de 60.000 plantas/ha, como la mejor alternativa de distancia de siembra, la cual mostró tasas de retorno marginal de 204% y 248% para precios de venta de kilo de fruta de \$350 y \$400 en su orden.

**Tabla 12. Análisis marginal para un precio de Piña Var. "Perolera" de \$350/kg.**

Densidad (# plantas/ha)	Beneficio Neto Parcial \$/ha	Costo Variable \$/ha	Incremento Marginal del Beneficio Neto	Incremento Marginal del Costo Variable	TRM (%)
60.000	8.148.730	8.734.920	1.757.580	860.420	204
50.000	6.391.150	7.874.500	2.183.180	900.320	242
40.000	4.207.970	6.974.180	---	---	

TRM: Tasa de Retorno Marginal.

**Tabla 13. Análisis marginal para un precio de Piña Var. "Perolera" de \$400/kg.**

Densidad (# plantas/ha)	Beneficio Neto Parcial \$/ha	Costo Variable \$/ha	Incremento Marginal del Beneficio Neto	Incremento Marginal del Costo Variable	TRM (%)
60.000	11.471.730	8.734.920	2.131.580	860.420	248
50.000	9.340.150	7.874.500	2.623.680	900.320	291
40.000	6.716.470	6.974.180	---	---	

TRM: Tasa de Retorno Marginal.

## Conclusiones y Recomendaciones

- Para densidades de siembra comprendidas entre 40.000 a 70.000 plantas/ha no se registran diferencias significativas entre la fertilización que se aplica para 40000 plantas que para aquellas de 50.000, 60.000 y 70.000. Es decir, que la fertilización que se recomienda para 40.000 planta es económicamente válida tanto para densidades de 40.000 como de 50.000, 60.000 y 70.000.
- Para una misma densidad, existe similitud entre el rendimiento, número de frutos y factores de calidad del fruto con distancias de calle de 90, así como de 75 cm.

- El tamaño del fruto muestra una relación inversa con respecto a la densidad de siembra. En efecto, el mayor tamaño de fruto fue alcanzado con la densidad de 40.000 plantas/ha y el menor con la densidad de 70.000 plantas/ha.
- Se encontraron diferencias significativas entre el número de frutos producidos con la densidad de 40.000 plantas/ha y el número de frutos producidos con la densidad de 60.000 plantas/ha. Igualmente se detectó una alta correlación (0.922) entre el número de frutos producidos y el rendimiento de la parcela, siendo la densidad de 60.000 plantas/ha, la que reportó los mayores rendimientos.
- La mayor rentabilidad global fue obtenida con la densidad de 60.000 plantas/ha.
- La mayor tasa de retorno marginal fue obtenida con la densidad de 50.000 plantas/ha.
- De acuerdo a los resultados de este ensayo y de otros procedentes de varias zonas experimentales, para lograr los mayores beneficios económicos se recomienda realizar la siembra con densidades que se incluyan dentro del intervalo comprendido entre 55.000 a 60.000 plantas/ha.
- Cuando el destino del mercado de piña es para exportación, se recomienda sembrar densidades de 70.000 plantas o más, con el objeto de reducir el tamaño del fruto.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Avilan L. 1985. Manual de Fruticultura. Venezuela. p. 503-578.
2. Federación Nacional de Cafeteros. 1982. Fruticultura Tropical. CIAT. Tercera Edición. Palmira. Colombia. 15 p.
3. Federación Nacional de Cafeteros. 1994. El Cultivo de la Piña. Publicación. 18 p.
4. García, R. Alvaro y Mantilla, B. Jairo. 1993. Efecto de las Distancias y Sistemas de Siembra en la Producción de Piña (*Ananas comosus*) en la Zona de Lebrija (Santander). Memorias Primer Simposio Latinoamericano de Piñicultura. Cali. Colombia. Pp 172 - 178.
5. Giacomell, E.S.J. 1982. Secão de Fruticultura Tropical. Instituto Agronómico Campinas-sp. Primer Simposio Brasileiro sobre Abacaxicultura. 359 p.
6. Instituto Colombiano Agropecuario. 1980. Programa Nacional de Hortalizas y Frutales. Departamento de Agronomía. División de Investigación, Subgerencia Técnica. Bogotá. Colombia. 420 p.
7. ICA, CORPOICA. 1994. Memorias del Curso Regional de Actualización de Frutas Tropicales. Espinal. Tolima. Colombia. Pp 23 - 48.
8. Samson, J.A. 1986. Tropical Fruits. Tropical Agriculture Series. p 191 - 215.

### **3. GESTION INSTITUCIONAL**

La primer diligencia llevada a cabo para la obtención de recursos económicos fue con PRONATTA, sin embargo no fue posible obtener financiación de esta entidad y se inició el proyecto con recursos propios. Posteriormente se estableció el convenio SENA - CORPOICA el cual permitió dar continuidad a los trabajos que se encontraban en una fase más avanzada.

### **4. LIMITANTES**

Las únicas limitantes encontradas en el desarrollo del proyecto hacen referencia al bajo monto presupuestal asignado para el cumplimiento de otras actividades contempladas en el proyecto, las cuales tienen que ver con las áreas de mecanización y poscosecha principalmente. De igual manera se enfatiza que el proyecto no termina aún faltando recursos para adelantar los trabajos de micropropagación "in vitro" de los clones que resulten promisorias.

### **5. SOLUCIONES Y SUGERENCIAS**

Se hace necesario explorar la posibilidad de contar con nuevos recursos financieros para desarrollar y concluir actividades que se encuentran en una fase intermedia.

### **6. PUBLICACIONES TECNICAS Y CIENTIFICAS**

Se elaboró la publicación (Hojas Divulgativas) número 21, editada en noviembre de 1998, la cual hace alusión al "Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento y calidad de la piña variedad Perolera" en suelo clase IV Piedemonte Llanero.

### **7. EVENTOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA**

No se realizaron eventos de transferencia de tecnología orientados a la capacitación específica de los instructores del SENA; sin embargo se llevaron a cabo eventos de transferencia para capacitación a productores y técnicos de las UMATA.