

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION Y SU SISTEMA DE MANEJO SOBRE LA PRODUCCION DE CAFE

Alfonso Uribe-Henao*
Alfonso Mestre-Mestre**

INTRODUCCION

En la generalidad de los casos se pueden esperar incrementos significativos en la producción de café, cuando se aumentan las densidades de población por unidad de superficie. Las respuestas a estas altas densidades de siembra deben tener un límite que no ha sido fijado en ninguno de los países productores de café. Sin embargo, para que estos aumentos en la producción sean estables o de carácter permanente, es indispensable buscar un sistema de manejo de la plantación, pues de lo contrario los rendimientos decaen rápidamente, al cabo de unos pocos años, desvirtuándose la bondad del sistema. Además, debe tenerse en cuenta que las labores agrícolas, especialmente la recolección y el combate químico de las enfermedades y plagas, se dificultan por la estrecha proximidad de las plantas y la altura que ellas alcanzan.

Conociendo los hábitos de desarrollo y producción del cafeto es de esperarse que en los primeros años requiera un menor espaciamiento entre plantas y que paulatinamente sea necesario ampliar las distancias con el fin de evitar la competencia y las dificultades en recolección y labores de cultivo. Es de suponer que, hasta cierto límite en la densidad de siembra, una plantación de café dará más altos rendimientos mientras más árboles sean plantados por unidad de superficie.

* Jefe del Departamento de Agronomía y Tecnología del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

** Jefe de la Sección de Café del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

Se supone que lo expuesto anteriormente es válido para plantaciones a plena exposición solar, puesto que si la alta densidad de siembra proporciona un autosombrío de tipo lateral entre las plantas, al establecer un sombrero de árboles más altos que el café se crearía otro sombrero por encima de la plantación, que por ser ya demasiado, acabaría por disminuir excesivamente la producción. Es decir, se parte de la hipótesis de que las altas densidades de población no operan satisfactoriamente en plantaciones bajo sombra.

Se cree también que las variedades de bajo porte como el Caturra (*Coffea arabica* var. Caturra) son más aconsejables para la siembra densa que las variedades comunes, porque pueden ser plantadas más juntas y ser cosechadas por un tiempo más prolongado antes de que alcancen una altura que presente dificultades en su recolección y requieran su renovación para iniciar un nuevo ciclo.

Al iniciar la siembra el caficultor colombiano, tradicionalmente, ha establecido cultivos intercalados de maíz (*Zea mays* L.) yuca (*Manihot utilissima* Pohl.), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) o frijol (*Phaseolus vulgaris* Linn.) entre las hileras de café sembrado a 3,00 x 3,00 metros, mientras el progresivo desarrollo del café lo permite. De allí surgió la idea de que en la misma forma, en lugar de otras plantas, podría intercalarse transitoriamente café, suponiendo que no habría competencia con los cafetos sembrados en forma definitiva, hasta lograr recolectar una o dos cosechas y producir lo suficiente para eliminar los cafetos intercalados sembrados en exceso, dejando una utilidad razonable después de descontar los costos de su siembra, recolección y beneficio.

Con fundamento en estos razonamientos se diseñó el presente experimento, con el fin de averiguar si la más alta densidad de siembra empleada en el ensayo es mejor que otras densidades inferiores y si esta misma alta densidad opera únicamente para los primeros años y luego hay necesidad de eliminar el exceso de plantas.

El experimento se planeó en tal forma que fuera posible saber cuántas cosechas se podrían obtener de la densidad de siembra más alta antes de efectuar la eliminación sucesiva de plantas para aumentar paulatinamente la distancia entre ellas, y si las plantas que quedaban sufrían algún deterioro que afectara su producción futura, o si por el contrario, resultaba más conveniente dejar en forma permanente la alta densidad sin eliminación de plantas.

En la literatura consultada no se tiene noticia de que la modalidad de este ensayo se haya llevado a cabo en otro país.

Muy poca información se tiene sobre distancias de siembra en café, especialmente en relación con altas densidades de población, sobre las 5.000 plantas por hectárea y menos sobre el manejo que haya de dársele a la plantación sembrada en esas condiciones. De las expe-

riencias obtenidas en Cenicafé se puede concluir que un espaciamiento corto en café no da buenos resultados si el cultivo no se somete a un tratamiento especial y adecuado en su conducción y manejo.

Mitchell, en Kenya (3), aconseja altas densidades de siembra hasta 5.000 plantas por hectárea a una distancia de 2,00 x 1,00 metros. Señala como desventajas para el sistema de siembra densa en bloques, la intensificación de las enfermedades como la roya y el CBD y la dificultad para su combate por medio de aspersiones; por lo tanto, esta densidad de población se emplearía en el caso de obtener híbridos resistentes a CBD. A su vez recomienda distancias de 2,75 x 1,25 metros con una población de 2.900 plantas por hectárea y 2,50 x 1,50 metros con 2.667 árboles por hectárea, para facilitar las aspersiones con tractor y máquinas de tipo manual, respectivamente, en el combate de enfermedades. Browing y Fisher (1) señalan una densidad óptima de 5.000 plantas por hectárea en resultados experimentales preliminares. Rodríguez et al (4) en Puerto Rico, concluyeron que la distancia más adecuada era la de 0,91 x 1,82 metros, con 5.975 plantas por hectárea en un experimento a la sombra con la variedad Borbón. Otros autores opinan, en general, que a menor distancia mayor producción, pero concluyen que pueden presentarse problemas en la recolección y combate de enfermedades por lo cual no recomiendan densidades mayores de 5.000 plantas por hectárea.

En la India (5), en ensayos con altas densidades y espaciamientos periódicos después de la tercera cosecha anual, encontraron que la distancia de 1,82 x 2,73 metros, sin modificaciones, con 2.000 plantas por hectárea fue la óptima a través de los años.

En Colombia las plantaciones de café han sido tradicionalmente a la sombra, con la variedad Típica (*Coffea arabica* var. Típica), sembrada a 3,00 x 3,00 metros de distancia y siguiendo en general la poda del descope. Una vez conocidos los primeros datos de este experimento, se ha ido generalizando la siembra al sol con la variedad Caturra, a libre crecimiento y con altas densidades de siembra, en gran parte a 1,00 x 1,00 metros. El hecho de que la presencia de plagas y enfermedades es relativamente reducida en las plantaciones colombianas hasta el punto de que no se practica su combate, ha favorecido la difusión de este sistema. Cuando llegue la roya al país es muy posible que sea indispensable el combate químico de esta enfermedad a través de aspersiones periódicas, pudiéndose dificultar el empleo de distancias muy cortas como la de 1,00 x 1,00 metros. Sin embargo, se cree que de los resultados de este ensayo se pueden deducir sistemas especiales de manejo de las plantaciones, superándose esta dificultad sin necesidad de las aspersiones y sin disminuir sensiblemente los altos rendimientos alcanzados hasta ahora y lo que podría ser más importante, sin romper el equilibrio biológico que ha imperado hasta el presente, debido a la ausencia de aspersiones químicas en los cafetales colombianos. Estas hipótesis, como es natural, solo se podrán comprobar cuando llegue al país la temible enfermedad.

El ensayo se realizó entre los años de 1965 a 1978, con la variedad Caturra sembrada a plena exposición solar, en seis sitios diferentes de la zona cafetera colombiana.

MATERIALES Y METODOS

Los seis sitios escogidos son representativos de las zonas principales dentro de las regiones cafeteras más productoras del país. La localización y características de estos lugares se describen en la tabla 1.

Con los tratamientos se buscó combinar una alta densidad de población del orden de 10.000 plantas por hectárea para los primeros años de producción, con el aumento sucesivo de las distancias por medio de entresacas para los años posteriores, comparando este sistema de manejo de la plantación con otras dos densidades de población que se consideran como media y normal.

El experimento comprende 10 tratamientos. Los tres primeros estudian la comparación de tres densidades de población, así:

Densidad alta : 10.000 plantas por hectárea, a 1,00 x 1,00 m.
Densidad media : 5.000 plantas por hectárea, a 1,42 x 1,42 m.
Densidad normal: 2.500 plantas por hectárea, a 2,00 x 2,00 m.

Los otros tratamientos consisten en siete sistemas de manejo para la densidad alta de 10.000 plantas por hectárea a 1,00 x 1,00 metros.

El ensayo tuvo una duración de 6 años a partir de la siembra en el campo, considerando 5 cosechas y entendiéndose por cosecha la producción obtenida en un año, de enero a diciembre y de julio a junio según la fecha de siembra, en cada uno de los sitios.

En la tabla 2, se describen los tratamientos.

La entresaca del 50% de las plantas se hizo en la dirección de la diagonal del cuadrado formado por la distancia de siembra. En esta forma al eliminar las plantas de la diagonal del cuadrado a 1,00 x 1,00 m, las plantas restantes quedan en cuadro a 1,42 x 1,42 m y si se repite la eliminación siguiendo la diagonal del cuadrado de 1,42 x 1,42, la plantación queda a 2,00 x 2,00 m. En la figura 1, se explica en forma gráfica cómo se efectuaron las entresacas.

Se usó un diseño de bloques al azar con cuatro replicaciones.

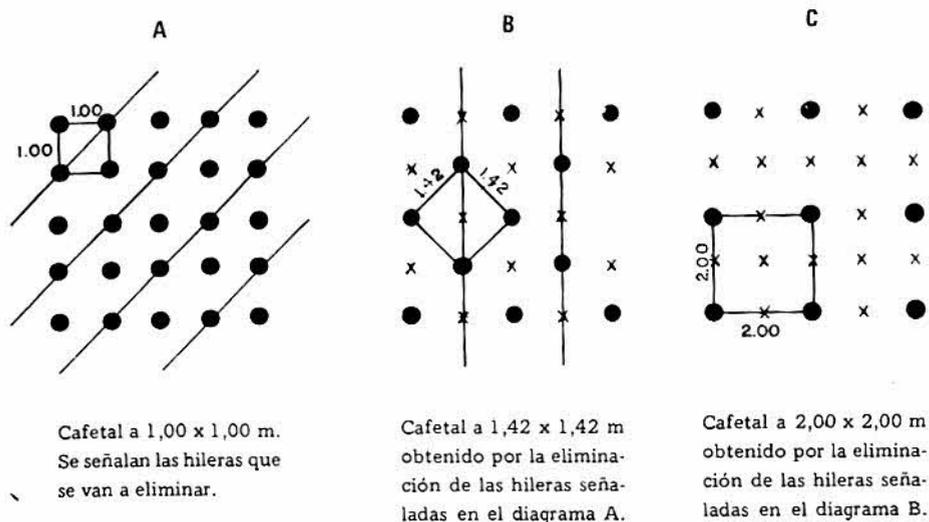


FIGURA 1.- Sistema de efectuar las entresacas para obtener las diferentes distancias.

TABLA 1.- LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DE LOS CAMPOS EXPERIMENTALES.

Lugar	Municipio	Departamento	Altura sobre el nivel del mar (m)	Temperatura promedio anual (°C)	Lluvia promedio anual (mm.)
Subestación Naranjal	Chinchiná	Caldas	1.400	20,6	2.660
Hacienda Piamonte	Fredonia	Antioquia	1.300	20,2	2.330
Hacienda Granjas	El Colegio	Cundinamarca	1.500	19,3	1.910
Subestación Paraguaicito	Buenavista	Quindío	1.250	21,2	1.975
Hacienda Mesitas	Cachipay	Cundinamarca	1.250	19,3	1.480
Subestación Libano	Libano	Tolima	1.500	19,3	2.311

TABLA 2.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.

Tratamiento	Descripción
1	5 cosechas con 2.500 plantas por hectárea a 2,00 x 2,00 m.
2	5 cosechas con 5.000 plantas por hectárea a 1,42 x 1,42 m.
3	5 cosechas con 10.000 plantas por hectárea a 1,00 x 1,00 m.
4	4 cosechas con 10.000 plantas, entresaca del 50% de las plantas, para una cosecha con 5.000 plantas a 1,42 x 1,42 m.
5	3 cosechas con 10.000 plantas, entresaca del 50% de las plantas para dos cosechas con 5.000 plantas a 1,42 x 1,42 m.
6	3 cosechas con 10.000 plantas, entresaca del 50% de las plantas para una cosecha con 5.000 plantas, nueva entresaca del 50% de las plantas para una cosecha con 2.500 plantas a 2,00 x 2,00 m.
7	2 cosechas con 10.000 plantas, entresaca del 50% de las plantas para tres cosechas con 5.000 plantas a 1,42 x 1,42 m.
8	2 cosechas con 10.000 plantas, entresaca del 50% de las plantas para una cosecha a 1,42 x 1,42 metros, nueva entresaca del 50% de las plantas para dos cosechas con 2.500 plantas a 2,00 x 2,00 m.
9	1 cosecha con 10.000 plantas, entresaca del 50% de las plantas para cuatro cosechas con 5.000 plantas a 1,42 x 1,42 m.
10	1 cosecha con 10.000 plantas, entresaca del 50% de las plantas para una cosecha con 5.000 plantas, nueva entresaca del 50% de las plantas para tres cosechas con 2.500 plantas a 2,00 x 2,00 m.

Las dimensiones de la parcela experimental fueron de 14,00 x 14,00 metros, con un área de 196 metros cuadrados incluyendo un doble borde de descarte con el fin de permitir la eliminación por diagonal de las plantas sin dejar la parcela sin borde. La parcela efectiva fue de 10,00 x 10,00 metros.

El número de plantas por parcela fue el siguiente:

Distancia 1,00 x 1,00 m.	Parcela experimental: 196 plantas
	Parcela efectiva: 100 plantas

Distancia 1,42 x 1,42 m. Parcela experimental: 98 plantas
Parcela efectiva: 50 plantas

Distancia 2,00 x 2,00 m. Parcela experimental: 49 plantas
Parcela efectiva: 25 plantas

El número total de plantas fue de 6.860.

Las parcelas experimentales tuvieron una separación de 1,00 metro dentro de cada bloque y entre éstos fue de 2,00 metros.

El área total del campo experimental fue de 9.238 metros cuadrados.

La fertilización se hizo a razón de 3 toneladas de fertilizante de grado 12-6-22 por hectárea y por año para todos los tratamientos. Esta cantidad se fraccionó para hacer cuatro aplicaciones, cada tres meses.

No hubo necesidad de efectuar combate de enfermedades y plagas.

La producción se midió en kilogramos de café cereza por parcela efectiva. Para el análisis estadístico se convirtieron los datos a kilogramos de café pergamino seco con 12^o/0 de humedad, por hectárea y por año.

Las fechas de siembra en el campo para los distintos sitios experimentales fueron las siguientes:

Naranjal: Noviembre de 1965
Mesitas: Noviembre de 1967
Paraguaicito: Enero de 1966
Granjas: Marzo de 1968
Piamonte: Mayo de 1968
Líbano: Diciembre de 1970

RESULTADOS

Los resultados se presentan de acuerdo a los sitios en donde estaban los campos experimentales. Para cada lugar se dan las producciones anuales teniendo en cuenta la fecha de siembra, los totales anuales acumulados, el promedio anual a partir de la siembra y la diferencia en producción del tratamiento número 3, siembra a 1,00 x 1,00 metros, sin modificaciones, con los tratamientos 1 y 2. Además se dan los promedios anuales por árbol para

los tres primeros tratamientos que aunque no fueron analizados estadísticamente muestran una tendencia muy definida en relación con las distancias de siembra.

Hacienda Naranjal

Los resultados obtenidos en este lugar se presentan en la tabla 3. Comparando los tres primeros tratamientos en donde las distancias de siembra no sufrieron modificaciones a través de las cinco cosechas, las producciones aumentaron significativamente con la disminución de la distancia excepto en la quinta cosecha correspondiente al año de 1971 en donde no hubo diferencia en los rendimientos. Al comparar los totales acumulados de las cinco cosechas se observó la misma tendencia, es decir mayor producción para las mayores densidades de población. Los aumentos totales acumulados de la distancia 1,00 x 1,00 metros sobre la distancia 1,42 x 1,42 y 2,00 x 2,00 fueron apreciables, lo mismo que la diferencia entre estas dos últimas distancias. Analizando las producciones acumuladas de los tratamientos del 4 al 10 que estuvieron a 1,00 x 1,00 en la primera cosecha de 1967 pero que sufrieron entresacas sucesivas a partir de la segunda (1968), se ve que ninguno

TABLA 3.- PRODUCCIONES EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA Y POR AÑO. HACIENDA NARANJAL.

Tratamiento Nº	C o s e c h a s					Distancias en 1971	Acumulado
	1967 1a.	1968 2a.	1969 3a.	1970 4a.	1971 5a.		
1	2.075	4.088	6.263	7.925	4.138	2 x 2	24.489
2	4.688	9.288	9.788	8.688	4.013	1,42	36.465
3	10.100*	12.350	10.725	8.950	4.050	1 x 1	46.175
4	10.100	12.350	10.725	8.950	2.813	1,42	44.938
5	10.100	12.350	10.725	7.063	6.225	1,42	46.463
6	10.100	12.350	10.725	7.063	5.038	2 x 2	45.276
7	10.100	12.350	7.925	10.313	3.050	1,42	43.738
8	10.100	12.350	7.925	7.100	3.513	2 x 2	40.988
9	10.100	7.963	10.463	9.188	3.650	1,42	41.364
10	10.100	7.963	7.250	7.863	3.513	2 x 2	36.689

* Para los tratamientos que estuvieron a una misma distancia durante cada año-cosecha se tomó el promedio de la producción de dichos tratamientos.

de ellos superó significativamente la siembra a 1,00 x 1,00 metros del tratamiento 3 que no sufrió modificación por entresaca y que los rendimientos fueron mayores en aquellos en donde hubo más cosechas a 1,00 x 1,00 metros.

Las producciones acumuladas de los tratamientos que finalizaron a una distancia de 1,42 x 1,42 metros (tratamientos 2, 4, 5, 7 y 9) indican que fueron mayores las producciones para los tratamientos sembrados a 1,00 x 1,00 y entresacados posteriormente en forma sucesiva hasta llegar a 1,42 x 1,42 que la siembra original a 1,42 metros (tratamiento 2). Entre los tratamientos 4, 5, 7 y 9 hubo mayor producción en aquellos que permanecieron más cosechas a 1,00 x 1,00.

El análisis estadístico de las producciones acumuladas de los tratamientos 1, 6, 8 y 10, que finalizaron a una distancia de 2,00 x 2,00 metros, indica que fueron mayores las producciones para los tratamientos sembrados a 1,00 x 1,00 metros entresacados posteriormente en forma sucesiva a través de las cosechas hasta finalizar a una distancia de 2,00 x 2,00 metros en 1971, que la siembra original a 2,00 x 2,00 metros, tratamiento 1, sin entresaca. Entre los tratamientos 6, 8 y 10 hubo mayor producción en aquellos que permanecieron mayor número de cosechas a 1,00 x 1,00 metros.

Hacienda Piamonte

Los resultados obtenidos en este lugar se presentan en la tabla 4. Se puede observar que para los tres primeros tratamientos 2,00 x 2,00 metros; 1,42 x 1,42 metros y 1,00 x 1,00 metros, que no tuvieron entresacas, las producciones aumentaron en forma lineal con la disminución de la distancia de siembra, con excepción de la tercera cosecha (1972) en donde no hubo diferencia entre 1,42 x 1,42 y 1,00 x 1,00 y en la última (1974) en donde no se presentaron diferencias entre las tres distancias. Para los totales acumulados de las cinco cosechas hubo aumento lineal de la producción a medida que aumentaron las densidades de población. En esta misma tabla y también para los totales acumulados se puede ver que ninguno de los tratamientos del 4 al 10 que estuvieron originalmente a 1,00 x 1,00 pero que sufrieron entresacas sucesivas, superó estadísticamente al tratamiento 3, (1,00 x 1,00 metros sin modificaciones), pero sí produjeron más que los tratamientos 1 y 2, a 2,00 x 2,00 y 1,42 x 1,42 respectivamente.

En la tabla 4 se puede observar que las producciones obtenidas en los tratamientos 4, 5, 7 y 9 que se sembraron inicialmente a 1,00 x 1,00 y se entresacaron posteriormente en forma sucesiva hasta llegar a 1,42 x 1,42 metros, fueron mayores que las obtenidas en la siembra original a 1,42 x 1,42 del tratamiento 2. Entre los tratamientos del 4, 5, 7 y 9 no hubo diferencia significativa.

TABLA 4.- PRODUCCIONES EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA Y POR AÑO. HACIENDA PIAMONTE.

Tratamiento	Cosechas					Distancias en 1974	Acumulado
	1970 1a.	1971 2a.	1972 3a.	1973 4a.	1974 5a.		
1	3.475	1.488	6.488	2.183	7.263	2 x 2	20.897
2	7.600	3.775	10.762	2.903	8.280	1,42	33.320
3	11.909	6.380	10.235	4.360	7.689	1 x 1	40.573
4	11.909	6.380	10.235	4.360	5.568	1,42	38.452
5	11.909	6.380	10.235	3.443	7.087	1,42	39.054
6	11.909	6.380	10.235	3.443	5.926	2 x 2	37.893
7	11.909	6.380	8.428	6.847	7.058	1,42	40.622
8	11.909	6.380	8.428	4.038	3.989	2 x 2	34.744
9	11.909	3.848	10.694	2.902	8.090	1,42	37.443
10	11.909	3.848	6.535	2.662	5.807	2 x 2	30.761

Los tratamientos 6, 8 y 10 que fueron sembrados originalmente a 1,00 x 1,00 metros y entresacados en forma sucesiva hasta finalizar en 1974 a la distancia de 2,00 x 2,00 metros, produjeron más que el tratamiento 1, que fue sembrado a esa distancia inicialmente. Entre los tratamientos 6, 8 y 10 hubo mayor producción para los que permanecieron por más cosechas a 1,00 x 1,00 metros.

Hacienda Granjas

Los resultados obtenidos en este lugar se presentan en la tabla 5. Para los tratamientos 1, 2 y 3 sembrados a 2,00 x 2,00 metros, 1,42 x 1,42 y 1,00 x 1,00 y que no tuvieron entresacas, los resultados en producción fueron diferentes según las cosechas, como se muestra en la tabla 5. En la primera, segunda y tercera cosechas las producciones aumentaron con el aumento de las densidades de siembra. En la cuarta y quinta cosechas no hubo diferencia significativa entre las tres distancias. En la acumulación de las cinco cosechas hubo mayor producción de acuerdo a las mayores densidades de población. En la acumulación de las cinco cosechas ninguno de los tratamientos del 4 al 10 superó al tratamiento 3 (1,00 x 1,00 metros sin modificaciones), pero todos produjeron más que los tratamientos 1 y 2, a 2,00 x 2,00 y 1,42 x 1,42 respectivamente.

TABLA 5.- PRODUCCIONES EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA Y POR AÑO. HACIENDA GRANJAS.

Tratamiento	Cosechas					Distancias en 1973-74	Acumulado
	1969-70 1a.	1970-71 2a.	1971-72 3a.	1972-73 4a.	1973-74 5a.		
1	2.238	5.600	3.300	7.950	4.750	2 x 2	23.838
2	4.375	6.413	5.050	6.700	4.638	1,42	27.176
3	6.413	7.125	6.525	7.500	6.050	1 x 1	33.613
4	6.413	7.125	6.525	7.500	4.713	1,42	32.276
5	6.413	7.125	6.525	5.588	5.488	1,42	31.139
6	6.413	7.125	6.525	5.588	4.438	2 x 2	30.089
7	6.413	7.125	4.025	7.750	5.400	1,42	30.713
8	6.413	7.125	4.025	5.538	4.875	2 x 2	27.976
9	6.413	4.950	6.950	8.013	6.188	1,42	32.514
10	6.413	4.950	4.700	6.913	4.763	2 x 2	27.739

Se puede observar en la tabla 5 que las producciones obtenidas en los tratamientos 4, 5, 7 y 9 sembrados inicialmente a 1,00 x 1,00 metros y entresacados posteriormente en forma sucesiva hasta llegar a 1,42 x 1,42 fueron mayores que la siembra original a 1,42 x 1,42 del tratamiento 2. Entre los tratamientos 4, 5, 7 y 9 no hubo diferencia significativa.

Las producciones acumuladas de los tratamientos que finalizaron a una distancia de 2,00 x 2,00 metros (tratamientos 1, 6, 8 y 10) indican que los tratamientos 6, 8 y 10 que fueron sembrados originalmente a 1,00 x 1,00 metros y entresacados en forma sucesiva hasta llegar en la quinta y última cosecha a la distancia de 2,00 x 2,00 metros, produjeron más que el tratamiento 1 que fue sembrado a esa distancia inicialmente. Entre los tratamientos 6, 8 y 10 no hubo diferencia significativa.

Subestación Paraguaicito

Los resultados obtenidos en este lugar se presentan en la tabla 6, y se observa que para los tres primeros tratamientos sembrados a 2,00 x 2,00 metros; 1,42 x 1,42 y 1,00 x 1,00 y que no sufrieron entresacas, los resultados fueron diferentes según las cosechas. En la primera y segunda a mayor densidad mayor producción. En la tercera no hubo diferencia.

TABLA 6.- PRODUCCIONES EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA Y POR AÑO. SUBESTACION PARAGUAICITO.

Tratamiento	Cosechas					Distancias en 1971	Acumulado
	1967 1a.	1968 2a.	1969 3a.	1970 4a.	1971 5a.		
1	1.800	3.385	6.716	5.724	4.259	2 x 2	21.884
2	3.368	8.005	7.119	10.046	3.508	1,42	32.046
3	6.929	8.492	6.260	10.396	2.668	1 x 1	34.745
4	6.929	8.492	6.260	10.396	1.957	1,42	34.034
5	6.929	8.492	6.260	6.999	5.739	1,42	34.419
6	6.929	8.492	6.260	6.999	3.508	2 x 2	32.188
7	6.929	8.492	4.514	8.813	1.857	1,42	30.605
8	6.929	8.492	4.514	6.482	3.822	2 x 2	30.239
9	6.929	5.976	7.234	9.158	3.263	1,42	32.560
10	6.929	5.976	4.803	8.710	1.506	2 x 2	27.924

En la cuarta fueron mayores las producciones para los tratamientos 2 y 3 entre los cuales no hubo diferencia. En la quinta cosecha las producciones disminuyeron al aumentar las densidades de población, único caso que se presentó a través de todas las cosechas en los 6 lugares experimentales. Para los totales acumulados de las cinco cosechas hubo mayor producción con el aumento de las densidades de población. En los tratamientos acumulados a cinco cosechas del 4 al 10, el número 5 presentó la mayor producción pero ninguno de ellos superó al tratamiento 3, 1,00 x 1,00 metros sin modificaciones.

En las producciones acumuladas de los tratamientos que finalizaron a una distancia de 1,42 x 1,42 metros se puede observar que fueron mayores las producciones obtenidas en los tratamientos 4, 5, 7 y 9 que la obtenida con la siembra original a 1,42 x 1,42 del tratamiento 2.

Se puede observar en la tabla 6 que los tratamientos 6, 8 y 10 que fueron sembrados originalmente a 1,00 x 1,00 metros, y entresacados en forma sucesiva hasta llegar a la quinta y última cosecha a la distancia de 2,00 x 2,00 metros produjeron más que el tratamiento 1 que fue sembrado a esa distancia inicialmente. Entre los tratamientos 6, 8 y 10 no hubo diferencia significativa.

Hacienda Mesitas

Los resultados obtenidos en este lugar se presentan en la tabla 7. Según estos resultados para los tres primeros tratamientos 2,00 x 2,00 metros, 1,42 x 1,42 y 1,00 x 1,00 que no tuvieron entresacas, las producciones aumentaron en forma lineal con la disminución de la distancia de siembra con excepción de la cuarta cosecha (1972) en donde no se presentó diferencia entre las tres distancias.

Para los totales acumulados de las cinco cosechas hubo mayor producción en forma lineal para las mayores densidades. Los tratamientos del 4 al 10 que estuvieron originalmente a 1,00 x 1,00 pero que sufrieron entresacas sucesivas, ninguno de ellos superó al tratamiento 3 (1,00 x 1,00 metros sin modificaciones), pero sí produjeron más que los tratamientos 1 y 2, a 2,00 x 2,00 y 1,42 x 1,42 respectivamente.

En los tratamientos que finalizaron a una distancia de 1,42 x 1,42 metros fueron mayores las producciones obtenidas en los tratamientos 4, 5, 7 y 9 que se sembraron inicialmente a 1,00 x 1,00 y se entresacaron posteriormente en forma sucesiva hasta llegar a dicha distancia, que la siembra original a 1,42 x 1,42 del tratamiento 2. Entre los tratamientos 4, 5, 7 y 9 no hubo diferencia significativa.

TABLA 7.- PRODUCCIONES EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA Y POR AÑO. HACIENDA MESITAS.

Tratamiento	Cosechas					Distancias en 1973	Acumulado
	1969 1a.	1970 2a.	1971 3a.	1972 4a.	1973 5a.		
1	2.398	2.574	2.758	4.774	2.080	2 x 2	14.584
2	2.555	4.776	4.834	5.764	4.030	1,42	21.959
3	3.642	5.756	8.119	4.416	5.245	1 x 1	27.178
4	3.642	5.756	8.119	4.416	3.388	1,42	25.321
5	3.642	5.756	8.119	3.419	5.386	1,42	26.322
6	3.642	5.756	8.119	3.419	3.524	2 x 2	24.460
7	3.642	5.756	5.814	5.379	4.464	1,42	25.055
8	3.642	5.756	5.814	3.669	3.045	2 x 2	21.926
9	3.642	4.274	4.746	6.721	4.131	1,42	23.514
10	3.642	4.274	3.856	4.300	3.012	2 x 2	19.084

Los tratamientos 6, 8 y 10 que fueron sembrados originalmente a 1,00 x 1,00 metros y entresacados en forma sucesiva hasta llegar en 1973 a la distancia de 2,00 x 2,00 metros, produjeron más que el tratamiento 1 que fue sembrado a esa distancia inicialmente. Entre los tratamientos 6, 8 y 10 hubo mayor producción para los que permanecieron por más años a 1,00 x 1,00 metros.

Subestación Líbano

Los resultados obtenidos en este lugar se presentan en la tabla 8. En esta tabla se puede observar que para los tres primeros tratamientos 2,00 x 2,00 metros, 1,42 x 1,42 y 1,00 x 1,00 que no tuvieron entresacas, las producciones aumentaron en forma lineal con la disminución de las distancias de siembra con excepción de la cuarta cosecha (1975), en donde no se presentaron diferencias entre las tres distancias. Para los totales acumulados de las cinco cosechas hubo mayor producción para las mayores densidades. En los tratamientos del 4 al 10 que estuvieron originalmente a 1,00 x 1,00 pero que sufrieron entresacas sucesivas, ninguno de ellos superó al tratamiento 3 (1,00 x 1,00 metros, sin modificaciones), pero sí produjeron más que los tratamientos 1 y 2, a 2,00 x 2,00 metros y 1,42 x 1,42 respectivamente.

TABLA 8.- PRODUCCIONES EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA Y POR AÑO. SUBESTACION LIBANO.

Tratamiento	Cosechas					Distancias en 1976	Acumulado
	1972 1a.	1973 2a.	1974 3a.	1975 4a.	1976 5a.		
1	2.275	5.163	4.625	8.025	4.663	2 x 2	24.751
2	4.988	7.400	8.063	7.875	6.188	1,42	34.514
3	8.875	7.738	8.625	8.050	7.100	1 x 1	40.388
4	8.875	7.738	8.625	8.050	4.500	1,42	37.788
5	8.875	7.738	8.625	6.500	6.288	1,42	38.026
6	8.875	7.738	8.625	6.500	4.763	2 x 2	36.501
7	8.875	7.738	6.888	8.675	5.975	1,42	38.151
8	8.875	7.738	6.888	5.975	5.025	2 x 2	34.501
9	8.875	6.413	7.738	8.163	6.563	1,42	37.752
10	8.875	6.413	5.825	6.475	5.025	2 x 2	32.613

En las producciones acumuladas de los tratamientos que finalizaron a una distancia de 1,42 x 1,42 metros, se observa que fueron mayores las producciones obtenidas en los tratamientos 4, 5, 7 y 9 que se sembraron inicialmente a 1,00 x 1,00 metros y se entresacaron posteriormente en forma sucesiva hasta llegar a 1,42 x 1,42 metros, que la siembra original del tratamiento 2. Entre los tratamientos 4, 5, 7 y 9 no hubo diferencia significativa.

En las producciones acumuladas de los tratamientos que finalizaron a una distancia de 2,00 x 2,00 metros se puede ver que los tratamientos 6, 8 y 10 que fueron sembrados originalmente a 1,00 x 1,00 metros y entresacados en forma sucesiva hasta llegar en 1976 a la distancia de 2,00 x 2,00 metros produjeron más que el tratamiento 1 que fue sembrado a esa distancia inicialmente. Entre los tratamientos 6, 8 y 10 hubo mayor producción para los que permanecieron por más años a 1,00 x 1,00 metros.

Diferencias en producción con la distancia a 1,00 x 1,00 metros.

En la tabla 9 se dan los excedentes de producción de la distancia 1,00 x 1,00 metros, que no sufrió modificaciones a través de las cosechas, sobre las otras dos distancias de siembra y sobre los demás tratamientos del ensayo, teniendo en cuenta los acumulados de las cinco cosechas para cada uno de los lugares estudiados. Para una mejor apreciación aparecen los porcentajes que representan el aumento de producción. Esta presentación tiene el objeto de hacer énfasis sobre la linealidad de la relación entre la producción y la densidad de población y sobre el hecho de que en ningún caso la producción de la distancia 1,00 x 1,00 metros se vió superada.

Producciones en gramos por árbol

En la tabla 10 se presentan las producciones en gramos por árbol para el promedio de las cinco cosechas acumuladas. En estos datos puede apreciarse cómo los rendimientos por árbol variaron según la distancia de siembra en una forma muy constante en todos los lugares estudiados. A mayor distancia, mayor producción por árbol. La distancia 2,00 x 2,00 metros superó a la de 1,42 x 1,42 y ésta a la de 1,00 x 1,00.

TABLA 9.- EXCEDENTE DE PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA PARA EL ACUMULADO DE CINCO COSECHAS, DE LA DISTANCIA 1,00 x 1,00 METROS, SOBRE LOS DEMAS TRATAMIENTOS, EN LOS 6 LUGARES ESTUDIADOS.

Tratamiento	Naranja			Piamonte			Granjas		
	Acumulado 5 cosechas	Excedente de producción del 3 excedente	% del 3 excedente	Acumulado 5 cosechas	Excedente de producción del 3 excedente	% del 3 excedente	Acumulado 5 cosechas	Excedente de producción del 3 excedente	% del 3 excedente
1	24.489	21.686	89	20.897	19.680	94	23.838	9.779	41
2	36.465	9.710	27	33.320	7.253	23	27.176	6.437	24
3	46.175	-	-	40.573	-	-	33.613	-	-
4	44.938	1.237	3	38.452	2.121	6	32.276	1.337	4
5	46.463	- 288	-1	39.054	1.519	4	31.139	2.474	8
6	45.276	899	2	37.893	2.680	7	30.089	2.804	12
7	43.738	2.437	6	40.622	- 49	0	30.713	2.900	9
8	40.988	5.187	13	34.744	5.829	17	27.976	5.637	20
9	41.364	4.811	12	37.443	3.130	8	32.514	1.099	3
10	36.689	9.486	26	30.761	9.812	32	27.739	5.874	21

TABLA 9.- (Continuación).

Tratamiento	Paraguaitico				Mesitas				Líbano	
	Excedente de				Excedente de				Excedente de	
	Acumulado producción del 5 cosechas tratamiento 3 excedente	% del 3 excedente	Acumulado producción del 5 cosechas tratamiento 3 excedente	% del 3 excedente	Acumulado producción del 5 cosechas tratamiento 3 excedente	% del 3 excedente	Acumulado producción del 5 cosechas tratamiento 3 excedente	% del 3 excedente	Acumulado producción del 5 cosechas tratamiento 3 excedente	% del 3 excedente
1	21.884	12.861	59	14.584	12.590	86	24.751	15.637	63	
2	32.046	2.699	8	21.959	5.219	24	34.514	5.874	17	
3	34.745	—	—	27.178	—	—	40.388	—	—	
4	34.034	711	2	25.321	1.857	7	37.788	2.600	7	
5	34.419	326	1	26.322	856	3	38.026	2.362	6	
6	32.188	2.257	7	24.460	2.718	11	36.501	3.887	11	
7	30.605	4.140	14	25.055	2.123	8	38.151	2.237	6	
8	30.259	4.506	15	21.926	5.256	24	34.501	5.887	17	
9	32.860	2.185	7	23.514	3.664	16	37.752	2.636	7	
10	27.924	6.821	24	19.084	8.094	42	32.613	7.775	24	

TABLA 10.- PRODUCCIONES EN GRAMOS POR ARBOL PARA EL PROMEDIO DE LAS COSECHAS ACUMULADAS, EN LOS 6 LUGARES ESTUDIADOS.

Tratamiento	Naranjal		Piamonte		Granjas		Paraguacito		Mesitas		Líbano	
	g/árbol	0/0	g/árbol	0/0	g/árbol	0/0	g/árbol	0/0	g/árbol	0/0	g/árbol	0/0
1	1.959	100	1.672	100	1.907	100	1.751	100	1.767	100	1.980	100
2	1.459	74	1.333	80	1.087	57	1.282	73	878	75	1.381	70
3	924	47	812	49	672	35	695	40	544	47	808	41

Mayor promedio de producción

En la tabla 11 se presentan los datos sobre los promedios anuales de producción para la distancia 1,00 x 1,00 metros del tratamiento 3. Para obtener estos promedios se incluyó el primer año de siembra de los cafetos, año en el cual no hubo producción, con el objeto de tener la producción real que se presentaría al iniciar las renovaciones cíclicas por soqueo de la plantación. Marcados con asterisco aparecen los promedios más altos para cada uno de los lugares en estudio. En Naranjal y Paraguacito el promedio de producción más alto se presentó en la cuarta cosecha o sea al quinto año de haberse efectuado la siembra de los cafetos. En Piamonte esto mismo ocurrió en la tercera cosecha y en Granjas, Mesitas y Líbano en la quinta.

TABLA 11.- PROMEDIOS ANUALES EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA INCLUYENDO EL PRIMER AÑO DE SIEMBRA DEL CAFETAL PARA LA DISTANCIA 1,00 x 1,00 METROS DEL TRATAMIENTO 3.

Lugares	C O S E C H A S				
	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.
Naranjal	5.050	7.483	8.294	8.425*	7.696
Piamonte**	4.763	5.225	6.338*	5.978	6.241
Granjas	3.207	4.513	5.016	5.513	5.602*
Paraguacito	3.465	5.140	5.420	6.415*	5.791
Mesitas	1.821	3.126	4.374	4.383	4.526*
Líbano	4.438	5.538	6.309	6.658	6.731*

* Promedios más altos.

** Para este lugar los promedios se tomaron con base en 2,5 años para la primera cosecha.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En general los resultados fueron muy semejantes y persistentes en todos los lugares estudiados. Las respuestas en producción para las tres distancias de siembra 2,00 x 2,00 metros, 1,42 x 1,42 metros y 1,00 x 1,00 metros tuvieron la misma tendencia en todos los sitios. Hubo una respuesta lineal al aumento de la densidad de siembra, es decir, las producciones aumentaron con la disminución de las distancias.

La siembra a 1,00 x 1,00 con 10.000 plantas por hectárea superó ampliamente en rendimiento a las otras dos distancias entre las cuales hubo también una diferencia apreciable. En algunos sitios como en la Hacienda Piamonte (tabla 9) la diferencia en producción entre 1,00 x 1,00 metros y 2,00 x 2,00 fue del orden del 94^o/_o y entre 1,00 x 1,00 y 1,42 x 1,42 alcanzó al 23^o/_o. Estas diferencias fueron tan apreciables que compensa con amplitud la mayor inversión por concepto del mayor número de plantas que hay necesidad de sembrar por hectárea. Ninguno de los demás tratamientos del 4 al 10 superó a la distancia 1,00 x 1,00, solamente en algunos casos como el de los tratamientos 5 de Naranjal (tabla 3-acumulado) y 7 de Piamonte (tabla 4-acumulado) las producciones fueron ligeramente superiores, sin mostrar significación estadística, a la de 1,00 x 1,00 metros del tratamiento 3. Sin embargo, aún en el caso de que alguno de ellos hubiera resultado superior en producción, no sería aconsejable si se tiene en cuenta que para el nuevo ciclo de producción se tendría una distancia inicial de 1,42 x 1,42 ó 2,00 x 2,00, las cuales como ya se vió, tienen producciones inferiores. Además la operación de la entresaca representaría un costo adicional en las labores del cultivo.

Las anteriores apreciaciones corresponden al análisis de las producciones acumuladas para las cinco cosechas. Si se toman las producciones anuales, observamos que ocurre algo semejante, salvo en algunos casos en que o no hubo diferencia entre las tres distancias o únicamente la hubo entre 1,00 x 1,00 y 1,42 x 1,42 metros. Solamente en la Subestación de Paraguaicito en la quinta cosecha (tabla 6) las producciones disminuyeron al acortar las distancias de siembra, en los tratamientos del 1 al 3.

Los datos sobre las producciones por árbol indicaron que a mayor distancia corresponde un mayor rendimiento como puede observarse claramente en la tabla 10, para todos los sitios experimentales. Esta relación fue muy similar para todos los lugares. Este resultado fue inverso a lo que ocurre con los rendimientos por unidad de superficie en donde los datos muestran que a mayor distancia menor producción.

Este hecho podría explicarse en el sentido de la competencia por luminosidad y no a la competencia por nutrimentos o agua puesto que estos elementos los hubo en abundancia para todos los tratamientos. Además, pudo apreciarse visualmente en el campo que en la

distancia más corta las producciones se concentran hacia la parte superior de la planta, precisamente en donde reciben mayor luminosidad y que las ramas inferiores pierden vigor y follaje, dejan de florecer y en muchos casos se secan por la autosombra que proporcionan las mismas plantas.

Para la distancia a 1,00 x 1,00 las producciones empiezan a declinar después de la cuarta o quinta cosecha o sea a los cinco o seis años de la siembra en su sitio definitivo. Esto ocurre por excesiva competencia al aumentar el desarrollo de las plantas. Si a lo anterior se agrega el deterioro normal de la plantación por la acción de los recolectores al inclinar y romper los árboles, por la altura a que han llegado, para alcanzar los frutos, las producciones podrían reducirse a niveles poco remunerativos. Es entonces cuando hay que iniciar un nuevo ciclo de producción lo cual se consigue a través de la renovación por el sistema de "soqueo" (corte de los árboles a una altura de 0,30 metros sobre el nivel del suelo para provocar la emisión de nuevos tallos que habrán de regenerar las plantas). El punto óptimo para iniciar la renovación se obtiene cuando se alcance el promedio anual más alto de producción. Para los sitios estudiados este promedio se presentó en la cuarta y quinta cosecha (tabla 11). Únicamente en la Hacienda Piamonte el promedio más alto ocurrió en la tercera cosecha, pero el de la quinta en esta misma localidad estuvo muy próximo. Parece en términos generales que el promedio de la cuarta cosecha sea el más favorable para determinar el período de renovación. Sin embargo, las observaciones de campo podrían ayudar a decidir al respecto. Se puede concluir que en un sistema de cultivo con altas densidades de siembra es imperativo el establecimiento de ciclos cortos de producción a través de la renovación por soqueo de los árboles, si se quiere obtener una producción económicamente remunerativa.

A Colombia aún no ha llegado la roya y mientras esto no ocurra no habrá problema con las altas densidades de siembra. Una vez en presencia de la enfermedad es posible que acortando el ciclo de producción anteriormente descrito de cuatro cosechas a dos, conservando un promedio de producción anual alto que sobrepase los 5.000 kilogramos por hectárea como en Libano, Paraguaicito, Naranjal y Piamonte (tabla 11, 2a. cosecha) la enfermedad no sea tan severa. Sobre este particular, informes procedentes del Brasil (2), indican que en cafetales hasta la edad de dos años el grado de infección de la roya es tan bajo que no hay necesidad de aspersiones para su combate. No obstante si las aspersiones son necesarias, se pueden aplicar con mayor facilidad, economía y eficiencia debido a la menor altura y desarrollo de la planta.

En todos los lugares experimentales ninguno de los tratamientos del 4 al 10, o sea las siembras a 1,00 x 1,00 metros y sucesivas entresacas hasta llegar a las distancias de 1,42 x 1,42 y 2,00 x 2,00 metros fue superior al tratamiento 3 (siembra a 1,00 x 1,00 sin entresacas), pero si fueron superiores a los tratamientos 1 y 2 que estuvieron sembrados originalmente a 2,00 x 2,00 y 1,42 x 1,42 metros respectivamente.

Esto indicó que la mayor densidad de siembra de 10.000 plantas por hectárea a 1,00 x 1,00 metros durante todo el ciclo de producción fue la mejor y que las entresacas efectuadas no afectaron la producción de las plantas que quedaron en el campo. Este último hecho es importante en el caso de que se considere que las siembras a 1,00 x 1,00 pudieran ser un obstáculo para el combate de la roya, puesto que ya se conoce que es posible efectuar las entresacas necesarias para ampliar la distancia sin afectar las producciones futuras. Aún en el caso de que alguno de estos tratamientos hubiera sido igual al tratamiento 3, este último seguiría siendo mejor puesto que al renovar la plantación conservaría su distancia original.

Otros experimentos realizados en Cenicafé han indicado que densidades de población mayores a las 10.000 plantas por hectárea dan rendimientos iguales o inferiores con un costo de inversión superior por el mayor número de árboles que hay necesidad de sembrar por unidad de superficie.

Se concluye que la distancia de 1,00 x 1,00 metros fue superior en producción a la de 1,42 x 1,42 metros, a la distancia 2,00 x 2,00 metros y a la de 1,00 x 1,00 con entresacas sucesivas y que por lo tanto es la densidad de siembra más indicada para este país.

RESUMEN

En seis lugares de la zona cafetera colombiana se compararon tres distancias de siembra 1,00 x 1,00 metros con 10.000 plantas por hectárea, 1,42 x 1,42 metros con 5.000 y 2,00 x 2,00 metros con 2.500, y varios sistemas de manejo para la densidad de población más alta que consiste en entresacas sucesivas de plantas.

Los resultados experimentales indicaron que la distancia de 1,00 x 1,00 metros fue superior a las de 1,42 x 1,42 y 2,00 x 2,00 y que sometiendo esa distancia a entresacas sucesivas anuales no se consiguió una mayor producción sobre la siembra a 1,00 x 1,00 sin entresacas; pero cualquier tratamiento de las entresacas superó las producciones de las distancias 1,42 x 1,42 y 2,00 x 2,00 metros.

Para obtener buenos resultados con altas densidades de siembra es necesario establecer ciclos cortos de producción a través de renovaciones periódicas de la plantación que para el ensayo realizado se fijó en cinco años a partir de la fecha de siembra.

Si por cualquier motivo es necesario ampliar la distancia de siembra, como en el caso del combate de la roya por aspersiones, la entresaca de plantas en la densidad de 10.000 cafetos por hectárea, no afecta la producción de los árboles que quedan después de la entre-

saca y las producciones finales superan los rendimientos de las plantaciones sembradas originalmente a 1,42 x 1,42 y 2,00 x 2,00 metros.

Se espera que con ciclos más cortos de producción, a tres años de iniciación de la siembra, se consiga evitar el combate de la roya o por lo menos se facilite esta operación, obteniendo altos rendimientos por año y por unidad de superficie.

SUMMARY

Six different places in the Colombian Coffee zone were used to compare three planting distances (1.00 x 1.00 meters with 10,000 plants per hectare, 1.42 x 1.42 meters with 5,000 plants/ha, and 2.00 x 2.00 meters with 2,500 plants/ha) and several management systems for the highest density under test. These management systems consisted of successive thinnings of the stand.

The experimental results indicated that the 1.00 x 1.00 meter distance was superior to those of 1.42 x 1.42 meters and 2.00 x 2.00 meters. Subjecting that planting distance to successive annual thinnings, it was not possible to obtain higher yields above the 1.00 x 1.00 meter planting distance without thinning. Nevertheless, all the treatments which were subjected to thinnings showed higher yields than the ones obtained with planting distances of 1.42 x 1.42 and 2.00 x 2.00 meters.

In order to obtain good results with high density plantings, it is necessary to set up short yield cycles through periodic renovations of the plantation. In the case of the present experiment, a five year cycle starting from the date of planting is considered to be appropriate.

If, for any reason, it is necessary to increase the distance of planting, as in the case of sprayings for the control of coffee leaf rust, the thinning of the 10,000 plants per hectare does not affect the yield of the remaining trees and, in turn, outyield the plantings originally established at 1.42 x 1.42 meters and 2.00 x 2.00 meters.

It is expected that with shorter production cycles, three years after the planting it would be possible to either avoid coffee leaf rust control or make it easier, thus obtaining high yields per year and per unit of area.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- BROWNING, G.; FISHER, N. M. High density coffee: yield results for the first cycle from systematic plant spacing designs. Kenya Coffee (Kenya) 41(483):209-217, 1976.

- 2.- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. BOGOTA (COLOMBIA). Informe sobre la visita de los Técnicos de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia al Brasil para estudiar la roya del cafeto. Octubre 17 - noviembre 20 de 1973; presentado al Gerente General doctor Arturo Gómez Jaramillo. Bogotá, FEDERACAFE, 1973. 35 p.
- 3.- MITCHELL, H. W. Research on close spacing systems for intensive coffee production in Kenya. *Kenya Coffee (Kenya)* 41(485):281-293. 1976.
- 4.- RODRIGUEZ, S. J.; BOSQUE L., R.; PEREZ P., R.; MORALES M., A. Effect of planting distances on shaded coffee yield in Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico (Puerto Rico)* 50(2):82-86. 1966.
- 5.- SPACING TRIALS in: Central Coffee Research Institute. Coffee Research Station. Karnataka (India). Thirtieth annual detailed technical report 1976-1977. Karnataka, 1977. p. 25-27.