

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION Y DE LA DISPOSICION DE LOS ARBOLES EN LA PRODUCCION DE CAFE

Alfonso Uribe -Henao*
Alfonso Mestre- Mestre**

RESUMEN

Con el fin de conocer las respuestas en producción del café a densidades superiores a las de diez mil plantas por hectárea y la influencia de la disposición de los árboles, se llevó a cabo un experimento de campo en CENICAFE, Chinchiná, Colombia. En el experimento se compararon 14 distancias de siembra con densidades de población que fluctuaron entre 5.000 y 20.000 plantas por hectárea y dos formas de distribución en cuadro y en rectángulo, con plantas de Coffea arabica var. Caturra.

Los resultados experimentales indicaron que la producción fue en ascenso hasta las 14.740 plantas para empezar un descenso en 20.000 plantas por hectárea.

Se concluye que 10.000 plantas por hectárea es la densidad más aconsejable debido a que los incrementos en producción de allí en adelante son muy pequeños y los problemas de manejo de la plantación se agudizan.

Entre las dos disposiciones de las plantas, en cuadro y en rectángulo, no hubo diferencias en producción, a causa posiblemente de que los rectángulos empleados se aproximan al cuadro y no existe diferencia sustancial en su forma geométrica. Por lo anterior se puede utilizar cualquiera de las dos disposiciones estudiadas, procurando adoptar la más conveniente de acuerdo con un manejo adecuado de la plantación.

SUMMARY

URIBE H., A.; MESTRE M., A. Efecto de la densidad de población y de la disposición de los árboles en la producción de café. Cenicafé (Colombia) 39(2): 31-42. 1988.

To know coffee yields response related to plant densities over ten thousand plants per hectare and plant distribution arrangement on the field, a experiment was carried out on a locality of the coffee zone, with Coffea arabica var. Caturra plants.

Fourteen square and rectangle distributed plant distances between 5,000 and 20,000 coffee plants per hectare were tested.

Coffee yields increased with plant population increases until 14,740 coffee plants per hectare, and then yields decreased until 20,000 coffee plants per hectare.

As a conclusion, ten thousand coffee plants per hectare is the most advisable. From this point on, yield increments related with plant population are so small, and problems on plant management practices increases.

* Jefe Departamento de Agronomía y Tecnología hasta diciembre de 1983, Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFE, Chinchiná, Caldas, Colombia.

** Jefe Sección Café, Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFE, Chinchiná, Caldas, Colombia.

No significant differences were found between the square and rectangle coffee plant arrangement, and may be due to the similarity between the two plant geometrical configuration systems. One or the other can be used according to the convenience of the terrain taking into account always the best coffee plant management.

Additional Key Words: Colombian coffee zone, planting distances, Caturra variety, Coffea arabica

INTRODUCCION

La densidad de población es una de las variables que más influencia tiene sobre el aumento de los rendimientos en las plantaciones de café; por consiguiente es importante buscar cuál es la cantidad óptima de árboles por unidad de superficie.

La distancia de siembra determina la densidad de población y de ésta depende a la vez la producción, aunque está también influida por las condiciones ambientales especialmente el clima, los suelos y la topografía. Hay que tener en cuenta además que en los cultivos existe la necesidad de realizar algunas labores como el control de plagas y enfermedades, las desyerbas, las podas y la recolección. Para combatir las plagas y enfermedades es preciso utilizar operarios con equipos que requieren determinado espacio para que puedan penetrar con facilidad en las plantaciones. La poda colombiana de descope requiere distancias más amplias que el sistema de libre crecimiento. Las distancias cortas también reducen la propagación y crecimiento de las malezas. La fertilización por planta es diferente según la distancia de siembra del café.

Los espaciamientos cortos no son los más apropiados para el cultivo del café con sombrío. El porte de la variedad también tiene importancia en la elección de la distancia. Todo lo anterior indica que es necesario estudiar cuál es el espacio entre plantas más aconsejable según el sistema de cultivo o manejo que quiera dársele a la plantación de café.

En Colombia se ha utilizado tradicionalmente en las plantaciones con sombrío, las distancias de siembra de 3,50 x 3,50; 3,00 x 3,00 y 2,50 x 2,50 metros. El sistema de cultivo también varía; en algunas regiones se encuentra a libre crecimiento y en otras con descope de los cafetos a 1,60 metros de altura de la planta.

Para la siembra al sol se recomiendan distancias cortas y se ha encontrado, a través de numerosos experimentos efectuados en CENICAFE y repetidos en varios sitios de las principales regiones cafeteras del país, que las producciones aumentan hasta cierto límite a medida que se acortan las distancias. De este límite en adelante las producciones van disminuyendo si las distancias se siguen acortando, debido a la excesiva competencia por espacio y luz entre las plantas.

Por su hábito de crecimiento el café va adquiriendo mayor desarrollo año tras año y necesita cada vez más espacio para su normal crecimiento y producción. Por lo tanto, al emplear distancias muy cortas las ramas de las plantas se entrecruzan, hay defoliación de los árboles, pierden floración y fructificación y cuando esta situación es extrema, se secan y mueren. Por tal razón la capacidad productiva disminuye hasta tal punto que es necesario programar un manejo apropiado de la plantación mediante renovaciones periódicas, con el fin de mantener una producción estable y económicamente rentable.

La disposición geométrica de las plantas en el campo bien sea en triángulo, cuadrado o rectángulo, también tiene importancia en relación con el manejo de la plantación y posiblemente en cuanto a su rendimiento.

Desde hace muchos años se viene estudiando y experimentando en varios países sobre la densidad de siembra en café y la disposición de las plantas. En la mayor parte de los casos se ha encontrado que a mayor densidad de población hay mayor rendimiento, pero aún se continúa buscando cuál es el punto óptimo o la densidad de siembra que produzca los máximos rendimientos, sin que hasta el momento se haya encontrado en ninguno de los países cafeteros una respuesta definitiva al respecto.

Aún cuando hay divergencia de criterio de los investigadores sobre las distancias de siembra para café, todos están de acuerdo en favor de las altas densidades de población. Sin embargo el concepto de alta densidad de siembra es muy variable según el autor y según el país en donde se investigue. Por eso es conveniente definir qué se entiende por alta densidad de siembra pues hasta hace algunos años 2.500 plantas por hectárea era el tope al que se podía llegar. Ultimamente se ha avanzado más, hasta el punto de que es obsoleto pensar en densidades inferiores a 5.000 plantas por hectárea. A través del tiempo se han ido acortando las distancias y de 5.000 plantas por hectárea se ha pasado a 10.000, estimándose que se podría llegar a obtener un mayor rendimiento al sobrepasar esta densidad.

Según Scaranari (19, 20) ensayos hechos en Sao Paulo en 1932 indicaron que los resultados fueron favorables para las distancias menores. Los resultados obtenidos en el Brasil en el período de 1938 a 1948 mostraron que a medida que se disminuía la distancia entre plantas aumentaba la producción por área. En un ensayo hasta con 5.000 plantas por hectárea se obtuvieron mayores producciones con las más altas densidades.

Kabaara (9) anota que uno de los métodos para incrementar los rendimientos de café en Sur y Centro América, es el aumento del número de plantas por unidad de superficie. Cita casos como Brasil, Colombia, Costa Rica y Puerto Rico, en donde se observa que las producciones aumentan con las disminuciones de la distancia de siembra.

García (6) al estudiar los resultados experimentales en Venezuela dice que la tendencia últimamente en la siembra de cafetales nuevos es la de plantar un mayor número de cafetos por hectárea; se logra así duplicar y triplicar el rendimiento al compararlo con sistemas tradicionales de menores densidades.

En Venezuela (1) aun cuando no se ha determinado cuál es la densidad de plantación más adecuada para obtener los mayores rendimientos se recomienda la siembra de 5.000 a 6.666 plantas por hectárea.

Handong *et al* (7, 8) en un experimento de distancias de siembra en Filipinas con densidades de población que fluctuaron entre 1.111 y 3.333 plantas por hectárea concluyeron que el espaciamiento más corto fue el de mejor producción. Mónaco (15) en el Brasil hace algunas consideraciones sobre distancias de siembra con relación a la variedad, la poda y el suelo y concluye que la variedad Mundo Novo exige mayor distancia que el Borbón y que el Caturra por su porte pequeño puede ser sembrado a distancias menores. El espaciamiento debe ser calculado de acuerdo con el desarrollo radical, el que varía según el tipo de suelo debido al volumen de raíces. En el Brasil las distancias para Mundo Novo van desde 2,00 a 2,50 metros x 3,00 a 3,50 metros, según la fertilización.

En Puerto Rico (4, 17) en ensayos de distancias que determinaban entre 625 y 5.000 árboles por hectárea, los mayores rendimientos se obtuvieron con la densidad de siembra más alta.

En el Brasil, Borgonovi (3) hace algunas consideraciones sobre las distancias de siembra para café y señala que entre los factores a tener en cuenta para deducir qué práctica adoptar, hay unos de carácter vegetativo y otros de carácter físico o edáfico, como el uso de la maquinaria, la fertilización y el agua disponible. Concluye que para fajas en contorno la distancia no debe ser menor de 2,50 metros entre plantas y de 3,50 metros entre líneas.

En investigaciones realizadas en Koru, Kenia (10) sobre distancias de siembra con densidades desde 1.122 a 2.562 árboles por hectárea se encontró la mayor producción asociada a la mayor densidad.

Mitchel en Kenia (14), aconseja altas densidades de siembra hasta de 5.000 plantas por hectárea a una distancia de 2,00 x 1,00 metros, pero que debido a la intensificación de la roya y el CBD, esta densidad se emplearía en el caso de obtener variedades resistentes a estas enfermedades por la dificultad para su control por medio de aspersiones. Para obviar esta dificultad recomienda distancia de 2,75 x 1,25 metros con una población de 2.000 plantas por hectárea y 2,50 x 1,50 metros con 2.667 árboles por hectárea, para facilitar las aspersiones con tractores y máquinas de tipo manual, respectivamente, en el combate de las enfermedades.

Ensayos en la India (5) con altas densidades de siembra, desde 2.000 a 12.000 plantas por hectárea mostraron mayores producciones para los espaciamientos más cortos en los primeros años de producción, pero posteriormente los rendimientos disminuyeron. Se concluyó que la distancia 1,82 x 2,73 metros, 2.000 plantas por hectárea, es la óptima porque mantiene una producción alta a través de los años y además la distancia de 2,73 facilita las aspersiones para el combate de enfermedades y plagas.

En el Brasil, Lazzarini *et al* (11), por comparaciones entre varias áreas por café, determinaron que las mayores producciones corresponden al mayor número de plantas por área, en este caso una por cada 4 metros cuadrados o sea 2.000 árboles por hectárea. En estos mismos ensayos se concluyó que la mejor disposición de las plantas es la que más se aproxima al cuadrado.

En Colombia se adelantan desde hace varios años numerosos ensayos de campo que cubren una amplia gama de distancias de siembra con diferentes variedades y a través de ellos se ha logrado conocer cuál es la mejor densidad de población por hectárea en cuanto a producción. En un experimento de campo (12) con el fin de comparar la producción de café en siembra de uno, dos, tres y cuatro cafetos por hoyo y una distancia de 3,20 metros, el rendimiento fue en aumento hasta la mayor densidad de población de 3.844 cafetos por hectárea. Posteriormente otros sucesivos experimentos (13, 18, 21, 22, 23), realizados en varias localidades de la zona cafetera colombiana, han demostrado en forma persistente aumentos de producción de tendencia lineal al incremento de las densidades de siembra, desde poblaciones de 1.666 a 10.000 plantas por hectárea, con distanciamientos variables. Se ha confirmado así que para una amplia región de la zona cafetera de este país, se aumenta la producción con el acortamiento de las distancias hasta 10.000 plantas por hectárea a 1,00 x 1,00 metros y queda el interrogante de si con densidades superiores continúa la curva ascendente de la producción.

Para comprobar esto último se planeó el experimento que a continuación se presenta, en donde se contemplan densidades desde 5.000 hasta 20.000 plantas por hectárea y que compara además dos disposiciones de las plantas con el mismo número de cafetos por unidad de superficie.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en Chinchiná, Colombia, en la estación central Naranjal de Cenicafé. Este lugar tiene una altura de 1.400 metros sobre el nivel del mar, una precipitación pluvial promedio anual de 2.660 milímetros y una temperatura de 20,6°C.

Los suelos son de origen volcánico, con una profundidad de 0,40 metros, color pardo oscuro, textura franco-arenosa, nitrógeno orgánico total de 0,65%,

0,22 miliequivalentes de K/100 g de suelo; ricos en materia orgánica (12%); 9 partes por millón de fósforo soluble y pH 5,5.

Se usó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones.

Las parcelas experimentales llevaron bordes de descarte completo y área diferente y número de plantas también diferente según el tratamiento. El número de plantas efectivas por parcela fluctuó entre 35 y 210 según la distancia de siembra. El área total del campo experimental fue de 7.583 metros cuadrados, con un total de 6.846 plantas. Se empleó la variedad Caturra (*Coffea arabica*). Las plantas se fertilizaron a razón de tres toneladas por hectárea por año del fertilizante 12-12-17-2 para todos los tratamientos, de manera que la cantidad por árbol dependió de la densidad de siembra.

Para todos los tratamientos se hicieron las labores culturales necesarias. No hubo necesidad de hacer aspersiones para controlar plagas o enfermedades. La producción se midió en kilos de café cereza por parcela y los datos se transformaron a kilogramos de café pergamino seco por hectárea.

El experimento tuvo una duración de 70 meses y se tomaron datos de 4 cosechas. Las cosechas abarcaron periodos de un año de producción de julio a junio.

Los tratamientos en estudio estuvieron constituidos por las combinaciones factoriales de las formas de parcela (cuadro y rectángulo) y siete distancias de siembra. La enumeración de los tratamientos se presenta en la Tabla 1.

TABLA 1. Descripción de los tratamientos incluidos en el ensayo

Nº	Disposición geométrica	Distancias de siembra (m)	Plantas por hectárea (Nº)
1	Cuadro	0,70 x 0,70	20.000
2	Rectángulo	0,50 x 1,00	20.000
3	Cuadro	0,75 x 1,75	17.500
4	Rectángulo	0,50 x 1,14	17.500
5	Cuadro	0,82 x 0,82	15.000
6	Rectángulo	0,50 x 1,34	15.000
7	Cuadro	0,90 x 0,90	12.500
8	Rectángulo	0,80 x 1,00	12.500
9	Cuadro	1,00 x 1,00	10.000
10	Rectángulo	0,80 x 1,25	10.000
11	Cuadro	1,15 x 1,15	7.500
12	Rectángulo	1,00 x 1,32	7.500
13	Cuadro	1,42 x 1,42	5.000
14	Rectángulo	1,20 x 1,72	5.000

RESULTADOS Y DISCUSION

En las Tablas 2, 3, 4 y 5 aparecen los datos de producción de café correspondientes a las cosechas anuales.

TABLA 2. Efecto de las densidades de siembra y de la disposición de las plantas sobre la producción. Kilogramos de café pergamino seco por ha. Primera cosecha.

Disposición de las plantas	Densidades de siembra en plantas por ha							Promedios marginales
	5000	7500	10000	12500	15000	17500	20000	
Cuadro	7875,0	10712,5	11175,0	12125,0	12825,0	11050,0	9662,5	10775,0
Rectángulo	8175,0	10650,0	13762,5	12287,5	12287,5	11050,0	10312,5	11225,0
Prom. marg.	8025,0	10687,5	12475,0	12212,5	12562,5	11050,0	9987,5	

TABLA 3. Efecto de las densidades de siembra y de la disposición de las plantas sobre la producción. Kilogramos de café pergamino seco por ha. Segunda cosecha.

Disposición de las plantas	Densidades de siembra en plantas por ha							Promedios marginales
	5000	7500	10000	12500	15000	17500	20000	
Cuadro	6162,5	5150,0	6312,5	8137,5	8262,5	8425,0	8625,0	7300,0
Rectángulo	5375,0	4912,5	6625,0	7125,0	8525,0	9200,0	8250,0	7150,0
Prom. marg.	5775,0	5037,5	6475,0	7637,5	8400,0	8812,5	8437,5	

TABLA 4. Efecto de las densidades de siembra y de la disposición de las plantas sobre la producción. Kilogramos de café pergamino seco por ha. Tercera cosecha.

Disposición de las plantas	Densidades de siembra en plantas por ha							Promedios marginales
	5000	7500	10000	12500	15000	17500	20000	
Cuadro	8525,0	9012,5	8125,0	8950,0	8362,5	8662,5	8700,0	8625,0
Rectángulo	7612,5	8287,5	9775,0	8550,0	8900,0	8312,5	8687,5	8600,0
Prom. marg.	8075,0	8650,0	8950,0	8750,0	8637,5	8487,5	8700,0	

TABLA 5. Efecto de las densidades de siembra y de la disposición de las plantas sobre la producción. Kilogramos de café pergamino seco por ha. Cuarta cosecha.

Disposición de las plantas	Densidades de siembra en plantas por ha							Promedios marginales
	5000	7500	10000	12500	15000	17500	20000	
Cuadro	4937,5	5025,0	5362,5	6162,5	5987,5	5462,5	5725,0	5525,0
Rectángulo	4212,5	5200,0	6425,0	6937,5	5812,5	6925,0	5925,0	5925,0
Prom. marg.	4575,0	5112,5	5900,0	6550,0	5900,0	6200,0	5825,0	

Según los análisis estadísticos los resultados fueron variables para cada una de las cosechas en estudio en cuanto a la densidad de siembra.

Para la primera y cuarta cosecha (Tablas 2 y 5) la respuesta fue de segundo grado, observándose un aumento de la producción al incrementarse el número de plantas por unidad de superficie para luego declinar.

En la segunda cosecha (Tabla 4) no hubo diferencias estadísticas entre las densidades de siembra.

Con respecto a la disposición de las plantas en cuadro y rectángulo, no hubo diferencia significativa en ninguna de las cuatro cosechas estudiadas.

Producción acumulada de las cuatro cosechas

En la Tabla 6 se presentan las producciones totales acumuladas de las cuatro cosechas registradas.

Según el análisis estadístico la disposición de las plantas, en cuadro o en rectángulo, no influyó sobre la producción.

TABLA 6. Efecto de las densidades de siembra y de la disposición de las plantas sobre la producción. Kilogramos de café pergamino seco por ha. Total de las cuatro cosechas.

Disposición de las plantas	Densidades de siembra en plantas por ha							Promedios marginales
	5000	7500	10000	12500	15000	17500	20000	
Cuadro	27500,0	29900,0	30975,0	35375,0	35437,5	33600,0	32712,5	32214,3
Rectángulo	25375,0	29050,0	36587,5	34900,0	35525,0	35487,5	33175,0	32871,4
Prom. marg.	26437,0	29475,0	33781,3	35137,5	35481,3	34543,8	32950,0	

En cuanto al efecto de la densidad de siembra sobre la producción, se encontró una relación cuadrática. Los rendimientos aumentaron hasta 14.740 plantas por hectárea, para luego iniciar un descenso. La tendencia cuadrática sobre la densidad de siembra se expresa en la siguiente ecuación de regresión:

$$Y = 20720,87 + 6025,12X - 615,25X^2$$

En donde Y es la producción total en 4 cosechas en kilos de pergamino seco por hectárea y X toma valores entre 1 y 7 para las densidades de 5000, 7500, 10000, 12500, 15000, 17500 y 20000 plantas por hectárea respectivamente. Esta ecuación presenta un valor máximo en 14.740 plantas por hectárea.

En la Figura 1 se observa en forma gráfica la tendencia de la producción con respecto a la densidad de población.

Ya se tenía evidencia (2) de los aumentos de producción con el acortamiento de las distintas distancias de siembra hasta 10.000 plantas por hectárea, pero se desconocía si al aumentar aún más la densidad de siembra se conseguirían incrementos en los rendimientos. También se presumía que debía haber un tope por encima del cual decrecería la producción.

Estos interrogantes quedaron resueltos con los resultados obtenidos. La producción ascendió hasta alcanzar su máximo en las 14.740 plantas por hectárea y declinó a partir de este punto. Sin embargo, se considera que los incrementos en producción después de las 10.000 plantas son tan pequeños que no se justifica la mayor inversión por concepto de la siembra de un mayor número de plantas, además de las dificultades de manejo de la plantación que se presentarían con densidades superiores.

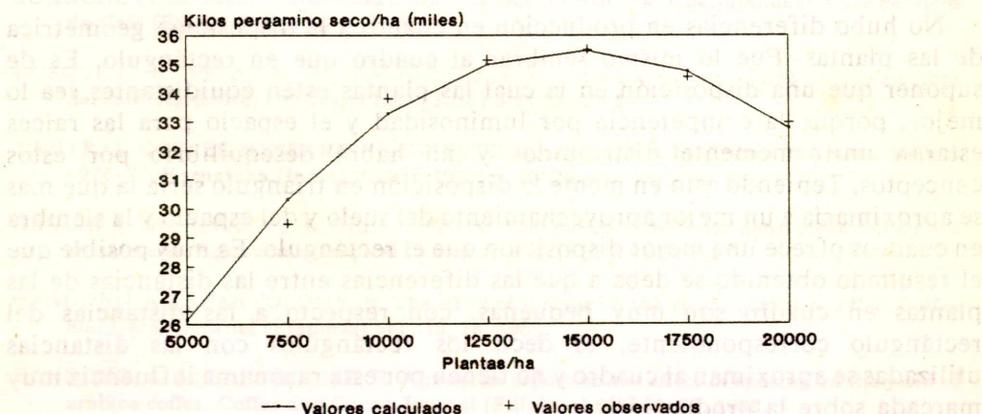


FIGURA 1. Relación entre la densidad de siembra y la producción total de cuatro cosechas.

Varios autores en otros países cafeteros, señalan que a mayor densidad de siembra mayor producción y sitúan estas densidades en 5.000 plantas por hectárea para Brasil (19, 20); 6.666 en Venezuela (1); 3.333 en Filipinas (7, 8); 6.000 en Puerto Rico (17); 12.000 en la India (5); 5.000 en Kenia (14), pero también anotan que el incremento de las enfermedades y las dificultades de manejo son un obstáculo para su establecimiento comercial. Mitchel en Kenia (14) condiciona estas altas densidades a la obtención de variedades resistentes a la roya y al CBD. Aparte de las dificultades anotadas hay consenso en las ventajas de las altas densidades de siembra. Handong en Filipinas (7) manifiesta que se gana tiempo y trabajo en labores como fertilización, aspersiones, mulching y desyerbas; Montenegro (16) en El Salvador informa que las distancias cortas impiden el crecimiento de las malezas, evitan la competencia por agua y nutrimentos, disminuyen la erosión y proporcionan un mejor aprovechamiento de los fertilizantes. Mitchel (14) en un documentado estudio sobre las altas densidades de siembra, concluye que con este sistema se obtienen más altos rendimientos por unidad de superficie, se amortigua el efecto adverso de la excesiva exposición solar, reduciendo el marchitamiento y el secamiento causado por el viento, además de conseguir una rebaja en el costo de producción, economía en las desyerbas, reducción de la erosión y facilidad en el fomento de la diversificación.

Con el empleo de altas densidades de siembra, hasta 10.000 plantas por hectárea, en Colombia se han obtenido promedios de producción anual de más de 5.000 kilogramos de café pergamino seco por hectárea, a los 3 años de siembra (21). Por esta razón ciclos de producción de 3 años podrían ser económicamente aceptables. Esto hace pensar en una transformación del cultivo perenne o permanente del café a un cultivo transitorio, con las ventajas que por muchos aspectos se podrían obtener, incluyendo la posibilidad de cambio del cultivo.

No hubo diferencias en producción en cuanto a la disposición geométrica de las plantas. Fue lo mismo sembrar al cuadro que en rectángulo. Es de suponer que una disposición en la cual las plantas estén equidistantes sea lo mejor, porque la competencia por luminosidad y el espacio para las raíces estarán uniformemente distribuidos y no habrá desequilibrio por estos conceptos. Teniendo ésto en mente la disposición en triángulo sería la que más se aproximaría a un mejor aprovechamiento del suelo y del espacio y la siembra en cuadros ofrece una mejor disposición que el rectángulo. Es muy posible que el resultado obtenido se deba a que las diferencias entre las distancias de las plantas en cuadro son muy pequeñas, con respecto a las distancias del rectángulo correspondiente, es decir los rectángulos con las distancias utilizadas se aproximan al cuadro y no tienen por esta razón una influencia muy marcada sobre la producción.

Otros autores han observado algo semejante, Bocquet (2) considera que la disposición del triángulo equilátero es la mejor para el café robusta, atendiendo

a la conformación del sistema radical del árbol. Lazzarini (11) en Brasil compara la disposición en rectángulo y concluye que los espaciamientos que se aproximan al cuadro son los mejores para áreas iguales ocupadas por los cafetos.

La disposición de las plantas en el terreno influye en una u otra forma en el manejo de la plantación y en el control de las enfermedades. La distribución en rectángulo facilita el acceso a la plantación, pero la forma en cuadro permite modificaciones de la distancia de siembra bien sea para aumentarla o disminuirla.

Para los tratamientos de distancia estudiados si se parte de la base de que no hubo diferencia en producción entre las dos disposiciones de las plantas, sería indiferente adoptar cualquiera de las dos, pero se debe tener en cuenta cuál de ellas se adapta mejor al manejo de la plantación en cuanto a prácticas de cultivo y recolección.

Cuando se piensa en altas densidades de siembra es conveniente elegir la mejor disposición de las plantas y disponer en tal forma la plantación que permita un fácil manejo y un control adecuado de las enfermedades en caso necesario y la modalidad de cultivo que se quiera establecer.

BIBLIOGRAFIA

1. BELLAVITA M., O. Rentabilidad de la explotación del café al sol. *Agronomía Tropical* (Venezuela) 18(2):283-292. 1968.
2. BOCQUET, M. Quelques considérations sur la densité et le dispositif de plantation a adopter pour le caféier Robusta. *Café, Cacao, Thé* (Francia) 2(3):111-118. 1958.
3. BORGONOV, M. Espaçamento para cultura de café. *Boletim da Superintendencia dos Servicos do Café* (Brasil) 35(396):5-8. 1960.
4. BOSQUE L., R.; PEREZ P., R.; RODRIGUEZ, S. J. Distancia más apropiada para la siembra del café. *Agricultura al Día* (Puerto Rico) 9(5):21. 1962.
5. CENTRAL COFFEE RESEARCH INSTITUTE. Spacing trials. In: *Thirtieth Annual Report 1976-77*. Karnataka (India), CCRI, 1977. p. 28-29.
6. GARCIA A., M.; RIVAS V., A.; BELLAVITA, O. Comparación de varias densidades de siembra en cafetales. *Agronomía Tropical* (Venezuela) 17(3):187-193. 1967.
7. HANDONG, A. S.; BARTOLOME, R. The effect of spacing on the yield of arabica coffee. *Coffee and Cacao Journal* (Filipinas) 9(1):10, 18, 1966.
8. HANDONG, A. S.; BARTOLOME, R. A progress report on the effect of spacing on the yield of arabica coffee. *Coffee and Cacao Journal* (Filipinas) 6(3):53-55. 1963.
9. KABAARA, M. A. Some systems of intensive coffee growing in South and Central America. In: *COFFEE RESEARCH FOUNDATION. Annual Report 1968-69*. Ruirú (Kenia), CRF, 1969. p. 6-8.

10. KAMAU, N. I.; REYNOLDS, R. A. C.; MITCHEL, H. W. Work in progress in Coffee Research Services Series II Part VIII; Coffee Research Sub-Station Koru. Kenya Coffee (Kenia) 35(410):89-91, 93-96. 1970.
11. LAZZARINI, W.; MORAES, F. P. Ensaio de espaçamento, número de pés e fertilização. In: REUNION Latinoamericana de Fitotecnia, 7. Maracay (Venezuela) 17-23 Set. 1967. Resúmenes. Maracay (Venezuela), ALAF, 1967. p. 33.
12. MACHADO S., A. El sistema de libre crecimiento con varios cafetos por hoyo. Cenicafé (Colombia) 9(9-10):235-242. 1958.
13. MESTRE M., A. Determinación de la rata óptima de fertilización en plantaciones de café sin sombrero. Cenicafé (Colombia) 28(2):51-60. 1977.
14. MITCHEL, H. W. Research on close spacing systems for intensive coffee production in Kenya. Kenya Coffee (Kenia) 41(481):124-137; 41(482):168-174; 41(484):241-244; 41(485):281-293. 1976.
15. MONACO, C. L. Espaçamento do café. Boletim da Superintendencia dos Serviços do Café (Brasil) 37(422):14-15. 1962.
16. MONTENEGRO G., L. Distanciamiento de siembra del cafeto y su efecto sobre la producción. Boletín Informativo (El Salvador) (42):1-2. 1962.
17. RODRIGUEZ, S. J.; BOSQUE L., 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.
18. SALAZAR A., N.; MESTRE M., A. Efecto de la distancia de siembra sobre la producción de Coffea arabica var. Bourbon. Cenicafé (Colombia) 28(1):27-35. 1977.
19. SCARANARI, J. H. Efeito da densidade de plantio sobre a produção do café "Mundo Novo". Bragantia (Brasil) 22(29):373-382. 1963.
20. SCARANARI, J. H. Espaçamentos para o cafeeiro. Boletim da Superintendencia dos Serviços do Café (Brasil) 33(375):45-46. 1958.
21. URIBE H., A.; MESTRE M., A. Efecto de la densidad de población y su sistema de manejo sobre la producción de café. Cenicafé (Colombia) 31(1):29-51. 1980.
22. URIBE H., A.; SALAZAR A., M. Distancias de siembra y dosis de fertilizante en la producción de café. Cenicafé (Colombia) 32(3):88-105. 1981.
23. URIBE H., A.; SALAZAR A., N. Número de plantas de café por hoyo con varias distancias de siembra. Cenicafé (Colombia). 39(1):15-27. 1988.