

ESTUDIOS SOBRE DENSIDADES DE POBLACION

Sylvio Belalcázar C.
Hugo Baena Arango
Jorge A. Valencia H.
Alfonso Martínez G.

Justificación

Uno de los factores que mas influye sobre el rendimiento y la calidad de la producción, es la densidad poblacional. Esta entre otros factores, esta condicionada por la clase de explotación, bien sea que se trate de un cultivo transitorio o bien de uno con carácter permanente. La carencia de información al respecto, justifica la evaluación de diferentes densidades de siembra. Para determinar la(s) mas apropiada(s) y acorde(s) con el sistema del cultivo a emplear bajo condiciones de zona cafetera central.

Objetivos

General

Evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra sobre los rendimientos y la calidad de la producción.

Específicos

- Evaluar el efecto de la densidad sobre los parámetros de desarrollo y producción.
- Determinar para el caso de cultivos permanentes el número óptimo de ciclos de producción a explotar.
- Determinar las poblaciones óptimas para explotaciones transitorias y permanentes.

Materiales y Métodos

Al igual que en otros estudios se utilizó el clon Dominico-Hartón. Se consideraron seis densidades de población bajo tres arreglos de siembra. Se usó el diseño experimental de bloques completos al azar con seis tratamientos y tres repeticiones, por cada tratamiento se utilizó igual área, por lo tanto varió el número de unidades productivas. Las observaciones y datos a tomar correspondieron a parámetros de desarrollo y producción, los cuales se analizaron tanto desde el punto de vista estadístico como económico.

Resultados

Componentes del Desarrollo

En cuanto a la altura de la planta, el perímetro del seudotallo y el tiempo transcurrido entre la siembra y cosecha, la Tabla 22 muestra que entre los tratamientos evaluados durante el primer, segundo y tercer ciclo de producción, tanto el ANAVA como la PCN (Duncan 0.05), muestran para cada uno de los ciclos diferencias estadísticas significativas. Dichos parámetros, registran un incremento en su valor a medida que aumenta para una misma densidad el número de semillas sembradas por unidad productiva. En el caso del perímetro del seudotallo lo expuesto solo se cumple para el primer ciclo, pero no así para el segundo y tercero que muestran un valor inverso respecto al número de plantas sembradas por sitio.

En concordancia con lo anterior las respectivos FRLMC y los CC correspondientes indican que entre la variable independiente (número de plantas/ha), y las variables dependientes, que corresponden a los parámetros considerados existe en la mayoría de los casos una correlación significativa (Tabla 23).

Los resultados indican que los componentes de desarrollo son influenciados por la densidad poblacional, la cual tiene una relación muy estrecha con la distancia de siembra y/o el número de colinos sembrados por unidad productiva.

En la Tabla 22, también se puede apreciar que de un ciclo a otro los valores correspondientes a dichos parámetros, en la mayoría de los casos, son incrementales. Esto

Tabla 22. Valores promedio y prueba de comparación múltiple (Duncan 0.05), para los componentes del desarrollo durante tres ciclos de producción. E.E. El Agrado, Comitecafé Quindío (1989).

TRATAMIENTOS	NUMERO DE PLANTAS/HA	ALTURA DE LA PLANTA (m)			PERIMETRO DEL SEUDOTALLO (cm)			TIEMPO TRANSCURRIDO SIEMBRA A COSECHA (Meses)		
		Primero	Segundo	Tercero	Primero	Segundo	Tercero	Primero	Segundo	Tercero
3.3 x 2.0 m (Un colino)	1.500	3.63 bc†	4.76 a	4.98 bc	58.0 ab	69.2 bc	70.2 bc	16.15 ab	26.62 b	37.53 b
3.3 x 2.0 m (Dos colinos)	3.000	3.87 c	4.97 b	5.08 d	60.6 b	60.5 a	61.4 a	18.26 c	34.71 d	48.17 e
5.0 x 2.0 m (Un colino)	1.000	3.36 a	4.70 a	4.94 ab	56.5 a	72.5 c	71.6 bc	16.00 a	24.72 a	34.90 a
5.0 x 2.0 m (Dos colinos)	2.000	3.66 bc	4.91 b	5.06 cd	59.1 ab	66.8 b	68.0 b	17.60 bc	30.82 c	44.62 d
5.0 x 4.0 m (Dos colinos)	1.000	3.52 ab	4.71 a	4.88 a	58.6 ab	71.4 c	68.9 bc	17.15 abc	26.83 b	36.98 b
5.0 x 4.0 m (Tres colinos)	1.500	3.69 bc	4.90 b	4.97 b	60.9 b	69.1 bc	73.2 c	18.41 c	30.42 c	42.76 c
CV (2)		3.66	1.14	0.81	2.97	3.20	3.28	2.08	3.18	2.19

†. Valores con letra iguales no difieren entre si significativamente.

Tabla 23. Valores de: FRLMC y CC, para componentes de desarrollo. E.E. El Agrado, Comitecafé Quindío (1989).

COMPONENTES DESARROLLO PRODUCCION	CICLOS PRODUCCION	FRLMC	CC
Altura planta	1ro.	$Y_i = 3.2881 + 0.0002 X_i$	$r = 0.88722$
	2do.	$Y_i = 4.6000 + 0.0001 X_i$	$r = 0.86665$
	3ro.	$Y_i = 0.59135 + 0.03335 X_i$	$r = 0.94074$
Perimetro pseudotallo	1ro.	$Y_i = 56.6589 + 0.0014 X_i$	$r = 0.62894$
	2do.	$Y_i = 77.684 + (-0.0057) X_i$	$r = -0.99495$
	3ro.	$Y_i = 1.88792 + (-0.00003) X_i$	$r = -0.85054$
Duración ciclo vegetativo	1ro.	$Y_i = 15.8747 + 0.0008 X_i$	$r = 0.60912$
	2do.	$Y_i = 21.5563 + 0.0045 X_i$	$r = 0.92302$
	3ro.	$Y_i = 0.72731 + 0.27624 X_i$	$r = 0.92795$

merece una consideración especial en el caso del tiempo transcurrido de siembra a cosecha, por cuanto en algunas situaciones se equipararía con el hecho de volver a sembrar.

Componentes de la Producción

Respecto a los parámetros que lo conforman se registra una situación similar a la observada con los componentes del desarrollo, puesto que, con excepción del peso del racimo para el primer ciclo de producción, los demás componentes y ciclos registran según el ANAVA y el PCM (Duncan 0.05), diferencias estadísticas significativas. Aquí es importante resaltar el hecho, que el peso del racimo del primero al tercer ciclo muestra un proceso incremental, cuyo valor en el peor de los casos es de 0.7 Kg, que corresponde a la distancia de siembra de 5 x 2 m, con dos colinos por sitio y en el mejor de los casos es 4.4 Kg, para la distancia de siembra de 5 x 4 m con dos colinos por unidad productiva. Sin embargo, al comparar dicho peso entre densidades de una misma distancia de siembra, esta es inversamente proporcional al número de plantas por unidad productiva. En otras palabras el peso se reduce a medida que se aumenta el número de plantas por sitio de producción. En este estudio la pérdida promedio para las tres distancias y ciclos evaluados es 19.3, 8.9 y 10.6%, respectivamente (Tabla 24).

Las FRLMC y los CC calculados para dichos componentes se presentan en la Tabla 25.

Relación Tiempo/Producción Acumulada

Este es un índice que permite establecer el mejor tratamiento por su capacidad de producir biomasa en una determinada unidad de tiempo, se calcula dividiendo el número de días transcurridos desde siembra a cosecha por el peso del racimo (Kg) obtenido.

En la Tabla 26, se puede observar que el ANAVA y PCM (Duncan 0.05), correspondientes al primer ciclo de producción, no muestran diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Sin embargo, los valores calculados para la FRLMC y el CC, indican la existencia de una correlación significativa entre la variable independiente (número de plantas/ha) y la variable dependiente (relación tiempo/producción) (Tabla 27). Los resultados muestran que a mayor densidad poblacional, se requiere mayor período de tiempo por cada Kg cosechado. Como ejemplo se tiene el tratamiento 3.000

Tabla 24. Valores promedio y prueba de comparación múltiple (Duncan 0.05), para los componentes de la producción durante tres ciclos de cosecha. E.E. El Agrado, Comitecafé Quindío (1989).

TRATAMIENTOS	NUMERO DE PLANTAS/HA	NUMERO DE MANOS POR RACIMO			NUMERO DE DEDOS POR RACIMO			PESO DEL RACIMO (kg)		
		Primero	Segundo	Tercero	Primero	Segundo	Tercero	Primero	Segundo	Tercero
3.3 x 2.0 m (Un colino)	1.500	6.44 ab	7.75 b	8.13 b	46.9 ab	54.8 ab	58.9 b	16.4 a	20.1 b	19.4 c
3.3 x 2.0 m (Dos colinos)	3.000	6.46 ab	7.31 a	7.33 a	43.4 a	48.8 a	49.9 a	15.7 a	14.8 a	14.1 a
5.0 x 2.0 m (Un colino)	1.000	6.27 a	7.57 ab	8.01 b	45.6 ab	53.2 ab	58.4 b	16.5 a	20.5 b	20.3 c
5.0 x 2.0 m (Dos colinos)	2.000	6.46 ab	8.01 bc	7.87 b	44.3 ab	56.1 ab	54.7 ab	16.0 a	19.3 b	16.7 b
5.0 x 4.0 m (Dos colinos)	1.000	6.18 a	7.84 bc	8.92 c	46.7 ab	54.0 ab	70.1 c	16.3 a	20.2 b	20.7 c
5.0 x 4.0 m (Tres colinos)	1.500	6.77 b	8.21 c	8.15 b	49.4 b	58.8 b	60.2 b	17.8 a	21.5 b	18.5 bc
CV (%)		1.66	1.33	1.82	6.33	7.15	6.30	7.07	8.80	6.86

Tabla 25. Valores de: FRLMC y CC, para componentes de la producción. E.E. El Agrado, Conitecafé Quindío (1989).

COMPONENTES PRODUCCION	CICLOS PRODUCCION	FRLMC	CC
Número manos/racino	1ro.	$Y_i = 2.6029 + 0.00002 X_i$	$r = 00.34255$
	2do.	$Y_i = 2.9309 + (-0.00003)X_i$	$r = -0.43962$
	3ro.	$Y_i = 0.47859 + (-0.00002)X_i$	$r = -0.839001$
Número dedos/racino	1ro.	$Y_i = 7.0720 + (-0.0001) X_i$	$r = -0.62829$
	2do.	$Y_i = 58.1398 + (-0.0023) X_i$	$r = -0.52433$
	3ro.	$Y_i = 70.85794 + (-0.0073) X_i$	$r = -0.81979$
Peso bruto racino	1ro.	$Y_i = 17.2057 + (-0.0005) X_i$	$r = -0.48275$
	2do.	$Y_i = 23.9643 + (-0.0028) X_i$	$r = -0.8877$
	3ro.	$Y_i = 1.39635 + (-0.00008)X_i$	$r = -0.99075$
Peso promedio/dedo	1ro.	$Y_i = 351.6232 + 0.0035 X_i$	$r = 0.4950$
	2do.	$Y_i = 419.6844 + (-0.0381) X_i$	$r = -0.99014$
	3ro.	$Y_i = 344.68794 + (-0.01988)X_i$	$r = -0.62685$

Tabla 26. Valores promedio y prueba de comparación múltiple (Duncan 0.05), para los componentes de la producción durante tres ciclos de cosecha. E.E. El Agrado, Comitecafé Quindío (1989).

TRATAMIENTOS	NUMERO DE PLANTAS/HA	PESO PROMEDIO POR DEDO (g)			RELACION TIEMPO/PRODUCCION (Días/kg)			RENDIMIENTO CALCULADO (Ton/ha)		
		Primero	Segundo	Tercero	Primero	Segundo	Tercero	Primero	Segundo	Tercero
3.3 x 2.0 m (Un colino)	1.500	350.2 a	366.4 b	329.2 bc	29.8 a	22.0 a	20.2 ab	22.4 b	19.2 a	17.6 b
3.3 x 2.0 m (Dos colinos)	3.000	362.1 b	304.6 a	283.7 a	35.0 a	34.2 c	32.4 d	40.5 d	24.7 b	17.6 b
5.0 x 2.0 m (Un colino)	1.000	360.9 a	384.8 b	349.7 c	29.2 a	20.1 a	18.3 a	15.0 a	17.2 a	12.6 a
5.0 x 2.0 m (Dos colinos)	2.000	360.3 a	342.4 ab	305.2 ab	33.2 a	26.4 b	25.9 c	26.8 c	23.3 c	22.1 c
5.0 x 4.0 m (Dos colinos)	1.000	351.2 a	374.5 b	296.3 a	31.5 a	22.2 a	19.6 ab	16.3 a	19.5 a	13.7 a
5.0 x 4.0 m (Tres colinos)	1.500	359.8 a	364.8 b	305.3 ab	31.1 a	23.3 ab	22.4 b	24.8 bc	25.0 b	18.0 b
CV (%)		5.52	6.20	5.03	9.53	7.54	6.17	8.68	8.87	7.73

Tabla 27. Valores de: FRLMC, CC para los componentes de la producción relacion tiempo /producción y rendimiento calculado. E.E. El Agrado, Comitecafé Guindío (1989)

COMPONENTES DESARROLLO	CICLOS PRODUCCION	FRLMC	CC
Relación tiempo/producción	1ro	$Y_i = 27.4756 + 0.0025 X_i$	$r = 0.87474$
	2do.	$Y_i = 13.7418 + 0.066 X_i$	$r = 0.97308$
	3ro.	$Y_i = 11.72676 + 0.0684 X_i$	$r = 0.98230$
Rendimiento calculado/ha	1ro.	$Y_i = 4.19441 + 0.01206 X_i$	$r = 0.98784$
	2do.	$Y_i = 0.14868 + 0.37796 X_i$	$r = 0.67678$
	3ro.	$Y_i = 0.11550 + 0.34774 X_i$	$r = 0.70555$

(3.3 x 2.0 m, dos colinos), plantas/ha, que presenta la menor relación la cual es de 29.23 días/kg (Tabla 26).

Para el segundo ciclo de producción, si se considera la suma acumulada del primero mas el segundo ciclo, el ANAVA y la PCM (Duncan 0.05), revelan diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Tabla 26). La FRLMC y el CC, muestran en forma similar al primer ciclo, que hay una correlación directa significativa entre la densidad poblacional y la variable analizada.

De acuerdo con los resultados el tratamiento 3.000 (3.3 x 2.0 m, dos colinos) plantas/ha, presenta mayor valor para la relación con 34.5 días/kg, le sigue el tratamiento 2.000 (5.0 x 2.0 m, dos colinos) plantas/ha, con 26.35 días/kg. La densidad poblacional 1.000 (5.0 x 2.0 m, un colino) plantas/ha, es la que registra con 20.08 días/kg, el menor valor para esta relación (Tabla 26).

El ANAVA y PCM (Duncan 0.05), correspondiente al tercer ciclo de producción registra que entre los tratamientos evaluados hay diferencias estadísticas significativas. Al respecto las densidades 3.000 (3.3 x 2.0 m, dos colinos) y 2.000 (5.0 x 2.0 m, dos colinos), plantas/ha, difieren significativamente entre si y con respecto a los demás tratamientos evaluados. Las densidades correspondientes a 1.500 (3.3 x 2.0 m, un colino y 5.0 x 4.0 m, tres colinos). Y 1.000 (5.0 x 2.0 m, un colino), plantas/ha, son estadísticamente similares entre si. Igualmente en el grupo conformado por los tratamientos 1.000 (5.0 x 2.0 m, un colino y 5.0 x 4.0 m, dos colinos) y 1.500 (3.3 x 2.0 m, un colino), plantas/ha, no hay diferencias significativas.

La FRLMC y el CC, reafirman el comportamiento presentado en los dos ciclos anteriores y permiten establecer que entre la densidad de población y la relación tiempo/producción acumulada se presenta una relación directa significativa (Tabla 27).

En la Tabla 26, se observa como la densidad 3.000 (3.3 x 2.0 m, dos colinos), plantas/ha, registra el mayor valor con 32.35 días/kg; seguido por el tratamiento 2.000 (5.0 x 2.0 m, dos colinos), plantas/ha, con 25.89 días/kg. La menor relación la presenta el tratamiento 1.000 (5.0 x 2.0 m, un colino), plantas/ha, con 18.30 días/kg.

Rendimiento Real

Al relacionar el peso promedio por racimo con el número

de plantas cosechadas por unidad de superficie, se obtiene un valor que corresponde al rendimiento real obtenido, el cual puede ser expresado en ton/ha.

En la Tabla 28, se observan los porcentajes promedios de plantas cosechadas correspondientes a los tres ciclos de producción considerados. Estos valores permiten establecer en forma general que a las mayores densidades corresponden los menores porcentajes de cosecha, lo cual se refleja en forma directa sobre la producción.

El análisis estadístico correspondiente al primer ciclo de producción, indica que entre los tratamientos se presentan diferencias significativas. En la Tabla 26 se puede observar que la densidad de 3.000 (3.3 x 2.0 m, dos colinos), plantas/ha, difieren en forma significativa de los demás tratamientos evaluados, los cuales a su vez conforman tres grupos, el primero de los cuales está integrado por los tratamientos 2.000 (5.0 x 2.0 m, dos colinos) y 1.500 (5.0 x 4.0 m, tres colinos), plantas/ha, cuyos valores no difieren entre sí. El segundo grupo está integrado por los tratamientos con 1.500 (5.0 x 4.0 m, tres colinos y 3.3 x 3.0 m, un colino), plantas/ha, y el tercero por los tratamientos con 1.000 (5.0 x 2.0 m, un colino y 5.0 x 4.0 m, dos colinos). En cada uno de los cuales se presentan diferencias estadísticas significativas.

La FRMC y el CC, indican que para el primer ciclo de producción hay una correlación directa significativa entre la variable independiente (Número de plantas/ha) y la variable dependiente (Rendimiento en ton/ha).

De acuerdo con los resultados la mayor producción de 40.49 ton/ha, corresponde al tratamiento 3.000 (3.3 x 2.0 m, dos colinos), plantas/ha, siguiéndole en su orden los tratamientos con 2.000 (5.0 x 2.0 m, dos colinos), con 26.79 ton/ha. Las densidades de 1.500 (5.0 x 4.0 m, tres colinos y 3.3 x 2.0 m, un colino) y 1.000 (5.0 x 4.0 m, dos colinos y 5.0 x 2.0 m, un colino), plantas/ha, registran producciones de 24.78, 22.42, 16.33 y 14.98 ton/ha, respectivamente.

Para el segundo ciclo de producción el ANAVA como la FCH (Duncan 0.05), muestran que entre los tratamientos estadísticos hay diferencias significativas (Tabla 26). La densidad de 2.000 (5.0 x 2.0 m, dos colinos) plantas/ha, presentan un promedio que difiere en forma significativa de los demás tratamientos evaluados, los cuales conforman dos grupos, el primero está integrado por los tratamientos 3.000 (3.3 x 2.0 m, dos colinos) y 1.500 (5.0 x 4.0 m, tres colinos), plantas/ha, y el

Tabla 28. Porcentaje de plantas cosechadas en los tres ciclos de producción. E.E. El Agrado, Comitecafé Guindío (1.989).

TRATAMIENTOS	NUMERO DE PLANTAS/HA	PORCENTAJE DE COSECHA		
		Primer ciclo	Segundo ciclo	Tercer ciclo
3.3 x 2.0 m (Un colino)	1.500	90	63	60
3.3 x 2.0 m (Dos colinos)	3.000	85	55	41
5.0 x 2.0 m (Un colino)	1.000	91	84	62
5.0 x 2.0 m (Dos colinos)	2.000	84	81	66
5.0 x 4.0 m (Dos colinos)	1.000	100	97	66
5.0 x 4.0 m (Tres colinos)	1.500	93	80	68

segundo por 1.500 (3.3 x 2.0 m, un colino) y por 1.000 (5.0 x 2.0 m, un colino y 5.0 x 4.0 m, dos colinos) plantas/ha, no registrándose entre los tratamientos de cada grupo, promedios que difieren en forma significativa.

La FRLMC y el CC, muestran que entre la densidad poblacional y el rendimiento del segundo ciclo, no hay correlación estadísticamente significativa (Tabla 27).

Los resultados obtenidos en el segundo ciclo están influenciados en forma directa por el porcentaje de plantas cosechadas, puesto que la tendencia observada es la de que a una mayor densidad poblacional hay un menor porcentaje de cosecha.

El Análisis estadístico correspondiente al tercer ciclo de producción, muestra en la Tabla 26, que entre los tratamientos evaluados existen diferencias estadísticas significativas. La densidad 2.000 (5.0 x 2.0 m, dos colinos), plantas/ha, presenta un valor promedio que no es similar en forma significativa al de los demás tratamientos, los cuales conforman dos grupos, el primero está integrado por las densidades 3.000 (3.3 x 2.0 m, dos colinos) y 1.500 (3.3 x 2.0 m, un colino y 5.0 x 4.0 m, tres colinos), plantas/ha, el segundo grupo está integrado por los tratamientos 1.000 (5.0 x 2.0 m, un colino y 5.0 x 4.0 m, dos colinos), plantas/ha.

La FRLMC y el CC, registran que entre la variable independiente (Número de plantas/ha) y la variable dependiente (Rendimiento ton/ha), no hay correlación estadística significativa (Tabla 27).

Los resultados obtenidos indican que entre los tratamientos se presentan promedios estadísticamente diferentes, tanto en el primero como en el segundo y tercer ciclo de producción, de tal manera que las mayores densidades presentan los mayores rendimientos. Sin embargo, este resultado pueden tener relación con otro tipo de factores tales como el porcentaje de cosecha, el cual no afecta la producción potencial, pero a su vez lo acerca más a una producción real.

Conclusiones

- La densidad poblacional esta condicionada por la distancia de siembra y el número de plantas cultivadas por cada sitio de producción y puede influenciar positiva

o negativamente los componentes del desarrollo y la producción.

- El parámetro de desarrollo más influenciado es la duración del ciclo vegetativo, principalmente cuando se cultivan más de dos plantas por sitio de producción. Para el presente estudio el incremento promedio en la duración del ciclo vegetativo respecto a un colino por sitio puede ser del 21%.

- El peso de los racimos se incrementa a través de los ciclos cuando se explota una planta por sitio productivo, con más de una planta los pesos se reducen de un ciclo a otro.

- A medida que se incrementa la densidad poblacional la vida útil de las plantaciones, al igual que sus rendimientos, se reducen en una forma bastante marcada. Al respecto su efecto es inversamente proporcional a la densidad.

Recomendaciones

El número de plantas a sembrar por hectárea está en función de la clase de explotación que se pretenda establecer bien sea que se trate de una con carácter de permanente o bien de una con carácter de transitorio, como monocultivo o en asocio.

Para el primer caso se podría pensar en poblaciones que no excedan las 1.500 plantas por hectárea cuya explotación para que sea rentable no debería durar más de cuatro o cinco ciclos de producción.

Para el segundo caso, la densidad a emplear está en función de la clase de mercadeo y asocio. Cuando el sistema de venta es con base al peso, las densidades no deben superar las 3.000 planta/ha. Sin embargo, cuando ésta corresponde al racimo, la densidad a emplear podría alcanzar las 4.500 plantas/ha. Para ambos casos la distancia más aconsejable sería la de 3.0 x 2.0 m, con dos y tres plantas por unidad productiva.

Cuando se trate de explotaciones transitorias, que obedecen a siembras de relevo, la distancia de siembra está en función de asocio principal, que entre otros puede ser café o cacao. Para esos casos la densidad no debe superar las 1.500 plantas/ha, cuyo número máximo de plantas cultivadas por unidad productiva no debe ser superior a tres ni inferior a dos.