

Establecimiento del cafetal

Jaime arcila Pulgarín.



Administración del cafetal

El conjunto de prácticas que se llevan a cabo en los cafetales con la finalidad de mantener a través del tiempo, una producción estable y por un tiempo indefinido es lo que constituye la administración del cafetal.

La administración adecuada de un cafetal implica fundamentalmente tomar las decisiones correctas, en el momento oportuno. Para este efecto deben establecerse unos objetivos muy claros, evaluar el progreso de las actividades encaminadas al logro de estos objetivos, hacer oportunamente los ajustes necesarios y medir el resultado.

Objetivos de la administración del cafetal

- Obtener una producción promedio lo más cercana a aquella alcanzable en condiciones de cultivo comercial.
- Que esta producción tenga la menor variación entre años.
- Que la operación de recolección sea lo menos costosa posible.
- Que la producción sea continua.

¿Qué comprende la administración del cafetal?

- Planificar el establecimiento del cafetal.
- Establecer una densidad de siembra óptima.
- Utilizar formas económicas de obtener la densidad de siembra óptima.
- Emplear sistemas de renovación que contribuyan a estabilizar la producción de la planta en el tiempo.
- Fijar ciclos de renovación que contribuyan a la estabilización de la producción de la finca.
- Planificar y manejar adecuadamente los sistemas agroforestales.
- Integrar sistemas de cultivos múltiples (intercalamiento).
- Considerar la posibilidad de producir cafés especiales.
- Establecer buenas prácticas de manufactura.
- Adoptar un manejo sostenible de la caficultura.

Planificar el establecimiento del cafetal. Debido a que el café es una planta perenne, su explotación comercial generalmente alcanza hasta 20 años y comprende un ciclo de producción después de la siembra que dura unos seis años, con unos tres ciclos de renovación. La planificación del manejo del cafetal debe contemplar

entonces dos situaciones: siembra nueva o renovación de un cultivo ya establecido. Para cada caso existen una serie de preguntas que deben resolverse dependiendo del sistema de cultivo que se quiera establecer.

Siembra:

- ¿Requiere sombrero o se establece a libre exposición?
- ¿Variedad conveniente? (porte alto, porte bajo)
- ¿Densidad óptima? (una planta por sitio, dos plantas, qué arreglo?)
- ¿Necesita podas? En qué momento?
- ¿Cuándo se va a renovar? (duración del ciclo)
- ¿Qué sistema de renovación? (planta, surcos, lotes)

Cultivo establecido:

- ¿Necesita eliminación y siembra nueva?
- ¿Qué tipo de renovación puede realizarse? (podas de formación, podas de producción)
- ¿Cuándo se va a renovar? (duración del ciclo)
- ¿Qué sistema de renovación? (planta, surcos, lotes)

En el transcurso de este capítulo se espera dar respuesta a estos interrogantes.

Sistemas de propagación (semilla, germinadores, almácigos)

La semilla y su proceso germinativo

Una de las etapas más importantes del cultivo del café es la referente a la semilla, el germinador y el almácigo, pues aunque esta fase tiene una duración de ocho meses, es la base del éxito de una inversión a largo plazo: hasta 20 años o un poco más. Todo comienza con definir, cuál variedad de café va a sembrarse y cómo obtener la semilla.

Obtención de la semilla. En el caso de las variedades tradicionales, como las variedades Caturra, Típica y Borbón, la semilla debe obtenerse de árboles sanos, productivos, de frutos maduros y bien formados (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1979).

Las cerezas deben despulparse manualmente o dependiendo de la cantidad puede utilizarse una despulpadora con el cilindro previamente graduado para no causar daños al pergamino. Los granos de café despulados deben fermentarse y lavarse con agua limpia al otro día; no debe utilizarse el desmucilaginador mecánico pues éste puede ocasionar daños al embrión de la semilla que está ubicado muy superficialmente, y de esta manera puede verse afectada notoriamente la germinación. La semilla lavada debe secarse a la

sombra y con buenas condiciones de aireación. Cuando se efectúa el secado mecánico, durante las primeras 24 horas, debe utilizarse solamente aire del ventilador y luego aplicar calor a una temperatura no mayor de 37°C. Al final del proceso, la semilla debe tener una humedad entre el 11 y el 12%.

En el caso de las variedades mejoradas como la Variedad Castillo®, de amplia adaptación, y las Variedades Castillo® regionales, la semilla se obtiene a través de los Comités de Cafeteros y es producida por Cenicafé, pues como se trata de cultivares en cuya composición entran muchos materiales de procedencia genética diferente, su producción debe ser muy cuidadosa para garantizarle al caficultor una buena calidad de su composición (Alvarado, 2004).

Recientemente se está produciendo la variedad Tabi, una variedad de porte alto con resistencia genética a la roya del cafeto y cuya semilla tiene el mismo tratamiento de la Variedad Castillo®.

Características de la semilla. La semilla de café es una nuez, oblonga, plano convexa, de tamaño variable (10 - 18 mm de largo y 6,5 - 9,5 mm de ancho) y constituida en su mayor parte por un endosperma córneo en uno de cuyos extremos y muy superficialmente se encuentra un embrión de 3,5 a 4,5 mm de largo, de radícula cónica y cotiledones cordiformes. Este endosperma está recubierto por una capa muy fina de células esclerenquimatosas (película plateada) de cerca de 70 micrómetros de espesor y dispuestas en su mayoría en forma paralela a la superficie. La semilla está además encerrada en forma suelta dentro de una envoltura cartilaginosa de color blanco amarillento de aproximadamente 100 micrómetros de espesor, que corresponde al endocarpio o pergamino del fruto (Dedecca, 1957).

La composición química de la semilla de café muestra que es muy rica en carbohidratos (60%), contenidos intermedios a bajos de lípidos (13%) y proteínas (13%), y contenidos de cafeína entre 1 y 2%. Estas reservas están almacenadas en el endosperma y durante la germinación son hidrolizadas y movilizadas hasta el embrión para ayudar a su crecimiento (Poisson, 1977).

Germinación de la semilla. La madurez fisiológica de la semilla de café se alcanza entre los 200 y los 220 días después de la antesis (Franco y Alvarenga, 1981). Aunque la semilla carece de un período de latencia, debido a que las semillas húmedas (40-45% humedad) o secas (11-13% de humedad) alcanzan un porcentaje de germinación alrededor del 90%, posee características morfológicas especiales que afectan la germinación como son: la presencia del endocarpio (pergamino) y la ubicación casi superficial del embrión dentro de la semilla.

Una semilla con el endocarpio (pergamino) presente, germina entre los 50 y 70 días y la remoción del mismo acelera la germinación en 20 días, aproximadamente (Figura 4.1) (Huxley,1964; Valencia, 1970; Valio,1980; Velasco y Gutiérrez, 1974).

La ubicación superficial del embrión en la semilla lo predispone a daños mecánicos o por condiciones ambientales adversas (ejemplo: frío y calor excesivos), y a su expulsión por efecto del agua cuando la semilla está deteriorada (Quintero, 1968).

Otra característica de la semilla de café es la pérdida rápida de su viabilidad cuando se almacena con un contenido alto (35-40%) o bajo (12-15%) de humedad en una atmósfera no controlada, ya que después de cinco meses en estas condiciones, el poder germinativo es menor del 60% (Figura 4.2) (Valencia, 1970).

Indicadores tempranos de la germinación. Durante la germinación de la semilla de café ocurren cambios específicos en su apariencia física, que son útiles para establecer en forma temprana su viabilidad y vigor. En estudios de germinación de café donde se emplearon semillas a las cuales se les retiró previamente el endocarpio (pergamino), y que se dispusieron en cajas plásticas con toallas de papel húmedo, en oscuridad y en condiciones de laboratorio de 70% de humedad y 25°C de temperatura media, se observaron los siguientes cambios (Figura 4.3) (Arcila, 1985; Arias, 1987):

Estado 1: Durante los primeros 5 días de imbibición, la semilla va cambiando del color verde-azuloso, típico del café almendra a blanco. Al octavo día, 50% o más de las semillas muestran un abultamiento (hinchamiento) en el extremo del embrión, que corresponde a la radícula de la futura planta (Figura 4.3A).

Estado 2: Al cabo de 14 días, en más del 50% de las semillas ha emergido la radícula (brotación) (Figura 4.3B).

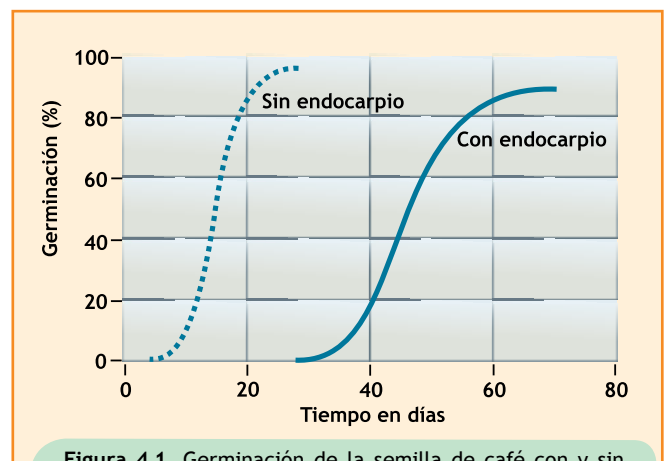


Figura 4.1. Germinación de la semilla de café con y sin endocarpio (Valio, 1980).

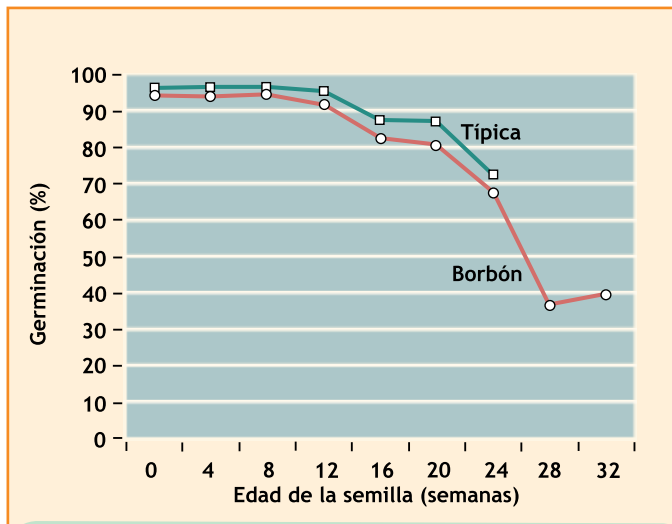


Figura 4.2. Porcentaje de germinación y días de germinación de semillas de café en las variedades Borbón y Típica, según la edad de almacenamiento en condiciones no controladas (Valencia, 1970)

Estado 3: Al término de 18 días, más del 50% de las semillas muestran la radícula con curvatura geotrópica y de un color rosado característico (germinación temprana) (Figura 4.3C).

Estado 4: A los 25 días, la radícula se ha extendido y muestra engrosamiento en su base (germinación tardía) (Figura 4.3D).

Estado 5: A los 30 días, la radícula se ha alargado y tiene ramificaciones laterales (Figura 4.3E).

Para evaluar la viabilidad de la semilla del café, los estados 1, 2 y 3 no son criterios suficientes puesto que involucran una simple respuesta física a la imbibición, mientras que el Estado 4, puede emplearse como un adecuado indicador de la germinación (Figura 4.3D).

Factores que afectan la germinación

En condiciones de campo, la germinación de la semilla de café es afectada por las condiciones de su manejo

durante el proceso de cosecha y postcosecha, así como por los factores ambientales.

Sistema de beneficio. Los resultados de pruebas de germinación de varios años, en las subestaciones experimentales destinadas a la producción de semilla en Cenicafé, muestran que cuando el proceso de beneficio tradicional se hace de acuerdo a las normas establecidas y con los ajustes necesarios para el caso de la semilla, no se afecta la germinación (Sierra *et al.*, 1990; Alvarado, 2004).

En el caso del beneficio utilizando el BECOLSUB, se encontró que la semilla puede sufrir algún daño mecánico (Sierra *et al.*, 1990), que se refleja en la presencia hasta de un 10% de plántulas con raíz bifurcada (Velázquez *et al.*, 2003). En las evaluaciones efectuadas se ha encontrado que este disturbio no afecta el crecimiento de la planta en sus dos primeros años de desarrollo; no obstante, se tienen pendientes los resultados en la fase productiva (Velásquez, 2004).

Secado de la semilla. De acuerdo con la tolerancia a la desecación, las semillas pueden clasificarse como “ortodoxas” o “recalcitrantes”. Las semillas ortodoxas al desprenderse de la planta poseen bajos contenidos de humedad y pueden tolerar mayor desecación sin dañarse, mientras que las semillas recalcitrantes al desprenderse de la planta tienen altos contenidos de humedad, son muy sensibles a la desecación y pierden su viabilidad rápidamente aun con altos contenidos de humedad. La semilla de café se ha clasificado como un tipo intermedio ya que presenta comportamientos de tolerancia a la desecación propios de ambos grupos (Ellis, 1990; Eira *et al.*, 2006).

El secado de la semilla lleva implícito dos situaciones: 1) La temperatura de secado y 2) el contenido final de humedad de la semilla. Aunque se ha sugerido que las semillas de café deben secarse a la sombra, se ha demostrado que es posible secarlas al sol o artificialmente hasta 45°C, siempre y cuando no se rebaje el contenido de humedad del grano del 12-13% (Arcila, 1976). En Brasil, Bacchi (1955, 1956), estableció que el nivel crítico de humedad del grano para germinación está entre el 8 y el 9% (Tabla 4.1).

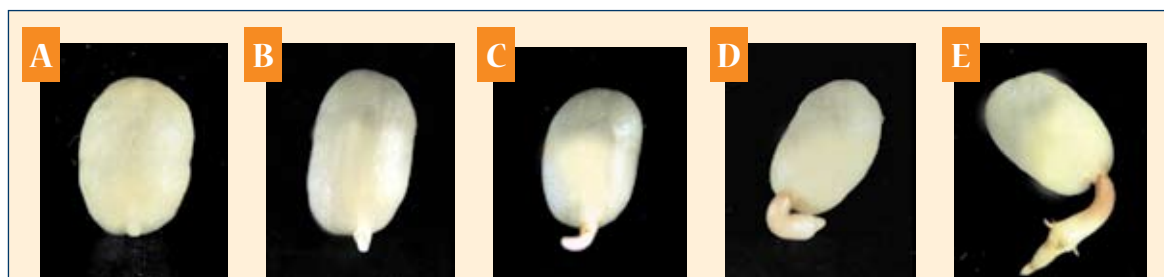


Figura 4.3. Cambios tempranos de la semilla de café durante su germinación. A) Imbibición e hinchamiento; B) Brotación; C) Curvatura geotrópica; D) Engrosamiento de la radícula; E) Elongación de la radícula y formación de raíces laterales (Arcila, 1985).

Tabla 4.1. Influencia de la temperatura de secado en la germinación de semillas de *C. arabica* L. var. Caturra. (Contenido de humedad de la semilla: 12-13%) (Arcila, 1976).

Temperatura de secado (°C)	Porcentaje de germinación
A la sombra (temperatura ambiente)	95
Estufa a:	
25	95
30	94
35	92
40	95
45	95
50	80
55	45
60	4
70	0
80	0

Sierra *et al.* (1990), evaluaron el efecto de temperaturas de 30, 45 y 60°C del aire de secado y encontraron que a 45 y 60°C, la capacidad germinativa de la semilla se redujo gradualmente a medida que evolucionaba el secado. Esta pérdida de capacidad germinativa fue mayor a 60°C. Al analizar la evolución del calentamiento de la semilla durante el secado se observó que la germinación de las muestras empezaba a reducirse cuando éstas habían alcanzado una temperatura de 40°C. Este fenómeno ocurrió independientemente de la humedad de la semilla en ese instante. La germinación de la semilla se redujo más drásticamente cuando éstas tuvieron un porcentaje de humedad por debajo del 10% (b.h.).

Requerimientos de luz. Hay discrepancia sobre el efecto de la luz (cantidad y calidad) en la germinación

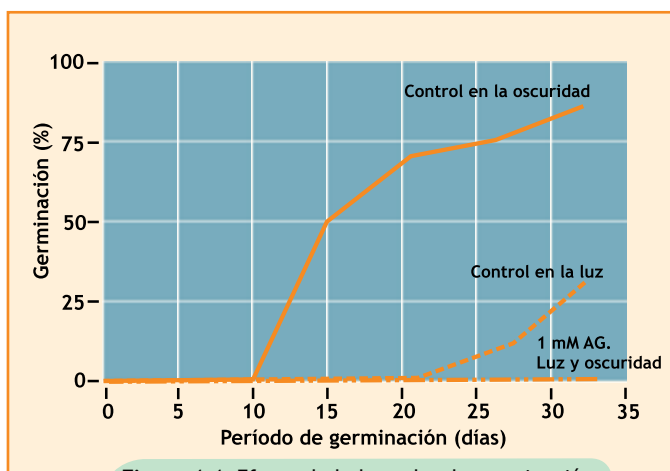


Figura 4.4. Efecto de la luz sobre la germinación de la semilla de café (Takaki y Dietrich, 1979).

CONSIDERACIONES PRÁCTICAS. Se recomienda brindar condiciones de penumbra con costales y latas de guadua al germinador y que cuando emerjan los primeros fósforos se retiren los costales y las latas de guadua paulatinamente, hasta que aparezcan las chapolas.

de la semilla del café. Según Huxley (1964), la semilla germina bien en condiciones de luz difusa, pero otros han observado una mayor germinación en condiciones de oscuridad (Figura 4.4) (Valio, 1980). Arcila (1983), observó un efecto inhibitorio de la luz en la morfogénesis de la raíz, que no afecta la emisión de la radícula, ya que en las semillas germinadas en la oscuridad la radícula presentaba mayor desarrollo de raíces absorbentes pero igual porcentaje de germinación que las semillas expuestas a la luz. En otro estudio se encontró que la presencia del endocarpio y la luz retardaron apreciablemente el proceso de germinación.

Temperatura. Según la literatura, la temperatura óptima para que germine la semilla de café es de 28-30°C (Tabla 4.2) (Wellman y Toole, 1960; Huxley, 1964). En Cenicafé se ha observado que las semillas germinan bien a temperatura ambiente (20 - 25°C).

Humedad. Es importante mantener saturación de humedad en el medio para que la semilla se embeba y se inicien los procesos metabólicos característicos de la germinación.

Rehidratación de la semilla. Se ha encontrado que no es necesario remojar las semillas previamente a su siembra en el germinador (Arcila y Botero, 1985).

Medio de germinación. En Cenicafé se evaluaron: la arena lavada de río, tierra cernida + pulpa, borra de café y aserrín de madera, y se encontró que cualquiera de estos materiales puede utilizarse con éxito en los

Tabla 4.2. Efecto de la temperatura en la germinación de la semilla de café.

Wellman y Toole, 1960		Huxley, 1964	
T (°C)	Germinación	T (°C)	Germinación (%)
20	Muy lenta e irregular	24 (arena)	99,5
25	Lenta pero satisfactoria	24	99,3
28-30	Buena y rápida	29	99,0
35	Pobre	34	96,0
40	Pobre	39	Nula
-		44	Nula

germinadores de café (Cenicafé, 1971) sin embargo, la arena de río lavada es un sustrato inerte de más fácil consecución.

Desinfestación del medio de germinación. El volcamiento o mal del talluelo causado por el hongo *Rhizoctonia solani* es la principal enfermedad del café en la etapa de germinador. Para prevenirla se recomienda tratar la arena lavada de río que se utiliza como sustrato, con el fungicida tiabendazol (Mertect) en dosis de 10 ml en 2 litros de agua, para un metro cuadrado de germinador. Este tratamiento debe hacerse antes de sembrar las semillas (Gaitán, 2003). Recientemente, se ha demostrado que la aplicación del hongo *Trichoderma harzianum* (comercialmente Tricho-D, 10 g/L de agua) tiene el mismo efecto (Castro y Rivillas, 2005).

Tamaño y forma de la semilla. Según Castillo y Osorio (1969) y Castillo (1970), para efectos de propagación es conveniente utilizar las semillas de mayor tamaño, puesto que aunque el tamaño no afecta el porcentaje de germinación si puede tener influencia sobre el desarrollo posterior de la planta. La forma de la semilla, por ejemplo grano caracol o triángulo no afecta la germinación.

Número de semillas por metro cuadrado (m²) de germinador. La cantidad de semilla que se necesita depende de la decisión previa respecto a la densidad de siembra que se vaya a utilizar. Se recomienda sembrar como máximo 1 kg de semilla por m² de germinador (Arcila y Botero, 1985).

El número de semillas en un kilogramo depende de su contenido de humedad y de su tamaño promedio. Como norma general se puede asumir que en un kilogramo de semillas con 11,5% de humedad y una granulometría por encima de la malla 14, contiene aproximadamente 4.000 semillas (Alvarado, 2004).

CONSIDERACIONES PRÁCTICAS. El principal objetivo del germinador es obtener en un espacio reducido las plantas necesarias para el almácigo, lo cual facilita su manejo y la selección de los materiales más uniformes y más aptos para el trasplante. No es recomendable la siembra directa de las semillas en las bolsas por las mismas razones.

La cantidad de chapolas aptas para la siembra depende del porcentaje de germinación y del porcentaje de descarte, el cual puede variar entre el 10 y el 15%. Con base en las consideraciones anteriores, podríamos estimar que de un kilogramo de semilla (4.000 semillas) con 90% de germinación se obtienen potencialmente 3.600 chapolas, y que al seleccionar las más aptas para la siembra (10% de descarte), resultarían 3.240 chapolas de buen desarrollo y uniformidad para trasplantar a las bolsas del almácigo.

Factores que afectan el desarrollo del cafeto en la etapa de almácigo

Es importante seleccionar del germinador solamente el material de desarrollo uniforme y óptima calidad.

Tamaño de la semilla. Deben seleccionarse las semillas de mayor tamaño, pues éstas producirán plantas más vigorosas (Tablas 4.3 y 4.4) (Osorio y Castillo, 1969; Castillo, 1970).

Estados de la planta que se obtienen en un germinador. En 1 m² de germinador se obtienen a los 75 días los tipos de materiales que se muestran en la Tabla 4.5 (Arcila y Botero, 1985). Deben descartarse para el trasplante a las bolsas de almácigo las chapolas débiles, cloróticas, con malformaciones radicales y los fósforos atrasados.

Material a trasplantar. Se recomienda trasplantar solamente el material de mejor calidad y desarrollo uniforme. Es conveniente trasplantar solamente chapolas, es decir cuando la plántula presenta las hojas cotiledonares completamente expandidas. Desde la siembra de la semilla hasta el estado de chapola transcurren entre 65 y 75 días.

No es recomendable llevar al almácigo plantas en estado de fósforo, debido a que éstas todavía no han terminado el proceso de digestión del endosperma de la semilla y también porque en este estado de desarrollo no es posible caracterizar la calidad del material que se está trasplantando. Además, se prolonga la estadía del material vegetal en el almácigo.

Importancia de los cotiledones. Los cotiledones constituyen el primer tejido fotosintético de la planta y por tanto, tienen una influencia decisiva en el crecimiento subsiguiente. En Cenicafé se observó que las plantas a las que se les suprimió un cotiledón, tuvieron un crecimiento marcadamente inferior al de las plantas que tenían los dos cotiledones (Osorio y Castillo, 1969).

Tabla 4.3. Crecimiento de chapolas provenientes de 3 tipos de semilla según peso seco (Osorio y Castillo, 1969).

	Peso de la semilla (mg)		
	80	180	210
Peso seco de la chapola (mg)	52	91	99
Área de los cotiledones.cm ²	7	13	15
Longitud del tallo (mm)	41	47	51
Longitud de la raíz (mm)	79	100	104

Tabla 4.4. Valor medio de diversas medidas de crecimiento en plantas de café provenientes de granos grandes y pequeños, a los 185 días desde la siembra en el almácigo (Castillo, 1970).

Medidas	Tipo de granos		Porcentaje de variación Grande = 100% (52% de humedad)
	Grande 250 mg	Pequeño 130 mg	
Altura de la planta en (cm)	49,70	42,00	84,5
Número de ramas	2,35	1,15	48,9
Número de pares de hojas	16,90	11,51	68,1
Peso seco de los tallos (g)	3,01	1,49	49,5
Peso seco de las hojas (g)	5,87	3,25	56,4
Peso seco total (g)	8,82	4,74	53,7

Tabla 4.5. Estados de desarrollo del café que pueden observarse en el germinador los 75 días después de la siembra (Arcila y Botero, 1985).

Material resultante	Porcentaje por Variedad	
	Caturra	Colombia
Chapola normal	41	33
Chapola normal atrasada*	22	21
Chapola débil	2	3
Chapola clorótica	5	6
Fósforo adelantado**	8	13
Fósforo normal***	11	8
Fósforo atrasado****	2	3

- * No muestra expansión cotiledonar completa.
- ** Es aquel que ya muestra algún desarrollo de los cotiledones.
- *** Fósforo que ha emergido completamente del suelo, que tiene un hipocótilo completamente extendido pero no muestra desarrollo cotiledonar.
- **** Fósforo que no ha emergido completamente del suelo.

Altitud. La altitud influye notoriamente en el desarrollo de las plantas de café en el almácigo, tanto al sol como a la sombra. A medida que aumenta la altitud, el crecimiento, el peso seco de la parte aérea, el número de hojas por planta, el peso seco de hojas y el número de cruces es menor (López *et al.*, 1972). Este menor desarrollo a mayores altitudes puede deberse a la menor temperatura (Tablas 4.6 y 4.7) (Arcila, 1974).

No se recomienda establecer almácigos por encima de 1.850 m, porque pueden desarrollarse plántulas enanas, cloróticas y con malformaciones, posiblemente debido a la mayor proporción de luz ultravioleta (Arcila, 1974)

Requerimientos de luz. Los almácigos de café pueden establecerse a plena exposición solar en altitudes entre 1.050 y 1.550 m. Por encima de 1.550 m el crecimiento de las plantas en el almácigo se retarda (López *et al.*, 1972).

Tabla 4.6. Efecto de la altitud sobre el desarrollo y el peso seco de café en almácigo. Promedio de 32 plántulas (López *et al.*, 1972).

Variables		Altitud					Promedio de modalidades
		1.050	1.250	1.550	1.850	2.050	
Altura de la planta (cm)	Sol	21,47	24,28	17,25	14,82	6,62	17,29
	Sombra	31,79	27,28	22,15	15,53	9,20	21,19
Número de hojas	Sol	18,08	23,01	18,38	16,66	14,05	18,04
	Sombra	23,01	21,23	19,80	16,23	13,72	18,80
Peso seco parte aérea (g)	Sol	3,93	4,55	3,34	2,54	1,00	3,07
	Sombra	5,87	4,45	4,14	2,49	1,24	3,64
Peso seco hojas (g)	Sol	2,78	3,24	2,41	1,85	0,71	2,20
	Sombra	4,25	3,20	3,04	1,81	0,95	2,65
Número de cruces	Sol	0,72	1,16	0,60	0,18	0,01	0,53
	Sombra	1,30	0,93	0,88	0,07	0,00	0,64

Tabla 4.7. Efecto de la luz ultravioleta en el desarrollo de plántulas de café en almácigo. Promedio de 10 plántulas (Arcila, 1974).

Variable	Promedios registrados		
	Al sol	Bajo techo de vidrio	Con 50% sombra
Número de cruces	0,00	0,60	0,10
Altura (cm)	10,73	17,28	11,12
Área foliar (cm ²)	162,11	300,87	157,58
Número de hojas	16,20	20,60	13,90
Peso fresco de la parte aérea (g)	6,36	12,12	5,98
Peso fresco de las hojas (g)	5,03	9,27	4,66
Peso fresco de raíces (g)	5,18	7,95	3,63

Temperatura. La temperatura óptima para el crecimiento del café está alrededor de los 21°C, con límites inferior de 10°C y superior de 32°C; por fuera de estos el crecimiento de la planta es nulo (Figura 4.5) (Jaramillo y Guzmán, 1984).

Nutrición. Este es uno de los factores más críticos para el desarrollo de las plantas en el almácigo. De los diferentes estudios sobre nutrición en la fase de almácigo realizados en Cenicafé (Tabla 4.8), se destacan los siguientes resultados:

1. Para la preparación del almácigo la adición de abonos orgánicos al suelo como: pulpa descompuesta (proporción 1:1 ó 2:1 tierra:pulpa), lombricompost y gallinaza (2:1 ó 3:1 tierra:gallinaza o lombricompost), permitirá obtener plantas más vigorosas y sanas, debido a que además del aporte de algunos nutrientes, permiten mayor aireación del suelo, lo cual redundará en menor compactación, buena capacidad de retención de humedad y mayor desarrollo de raíces (Valencia, 1972; Mestre, 1973; Cadena, 1982 y 1983; Salazar y Mestre, 1990 y 1994; Arango y Dávila, 1991; Salazar, 1992).

La adición de materia orgánica también representa menores costos, debido a que los caficultores no necesitan adicionar fertilizantes edáficos ni foliares y además, se reduce el uso de fungicidas en la etapa de almácigo.

2. La aplicación de fertilizantes químicos (simples o compuestos) a la bolsa no es recomendable y más bien puede ser contraproducente (Salazar, 1977; Uribe y Mestre, 1976).

3. No se justifica la aplicación foliar de fertilizantes (Valencia, 1975; Guzmán y Riaño, 1996).

4. Aspersiones frecuentes de urea pueden causar quemazón de los tejidos o intoxicaciones por biuret (Valencia, 1983).

Comparación del desarrollo de las variedades Caturra y Colombia en almácigo. En condiciones similares de

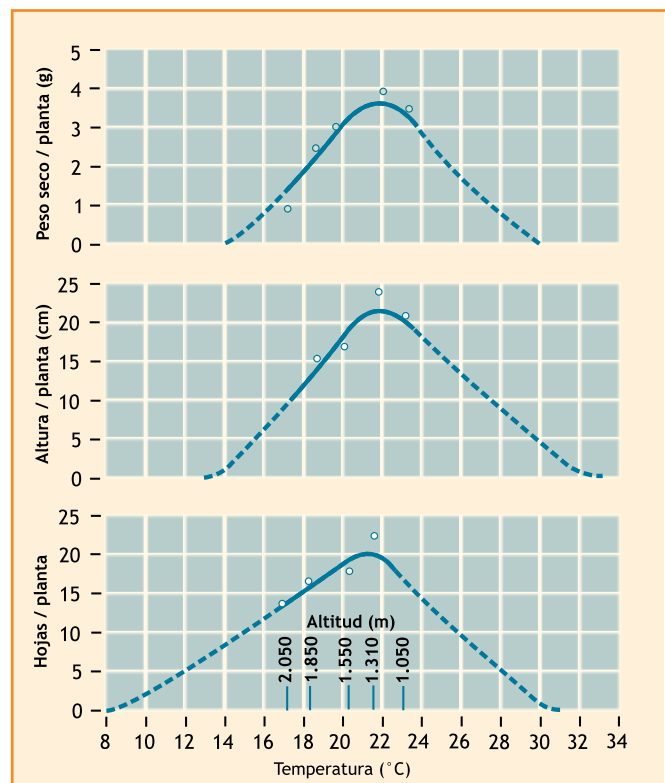


Figura 4.5. Crecimiento de plantas de *Coffea arabica* L. var. Caturra a los 6 meses de edad, a libre exposición solar para diferentes condiciones de temperatura (Jaramillo y Guzmán, 1984).

Tabla 4.8. Influencia de la nutrición sobre el desarrollo de las plantas en el almácigo.

Tratamiento	Altura (cm)	Peso seco (g)	Fuente
Testigo (sin fertilizante)	9,20	5,50	Uribe y Mestre, 1976
2 g 12-12-17-2	8,40	3,70	
4 g 12-12-17-2	10,10	5,80	
6 g 12-12-17-2	9,10	4,60	
Testigo (sin úrea)	14,20	7,70	Salazar, 1977
2 g urea	9,60	4,20	
4 g urea	7,10	2,20	
Testigo (sin superfosfato)	8,80	2,80	Salazar,1977
2 g superfosfato	10,40	5,00	
4 g superfosfato	11,70	6,30	
Testigo (sin sulfato)	9,90	4,60	Salazar,1977
2 g sulfato K	10,30	4,70	
4 g sulfato K	10,70	4,70	
Testigo (sin gallinaza)	13,10	12,50	Uribe y Mestre,1980
Testigo (con pulpa 2:2)	26,00	40,80	
Suelo + gallinaza (3:1)	23,60	34,80	
Suelo + gallinaza (2:2)	18,10	26,00	
Suelo + gallinaza (1:3)	15,70	22,30	
Testigo (sin pulpa)	17,40	16,30	Mestre,1973
Suelo + pulpa (3:1)	20,90	23,60	
Suelo + pulpa (2:2)	24,10	34,30	
Suelo + pulpa (1:3)	25,60	38,60	
Testigo con pulpa	17,6	70,4	Valencia,1975
Testigo sin pulpa	9,5	9,5	
Coljap con pulpa	18,6	80,9	
Coljap sin pulpa	10,5	13,8	
Wuxal con pulpa	17,5	69,3	
Wuxal sin pulpa	9,9	9,9	
Urea con pulpa	17,9	77,9	
Urea sin pulpa	11,2	23,8	
Nutrimins con pulpa	18,7	81,0	
Nutrimins sin pulpa	11,1	18,6	

NOTA: No deben compararse valores entre los diferentes experimentos pues estos corresponden a diferentes épocas.

manejo del almácigo no se observaron diferencias en el desarrollo de la raíz y de la parte aérea de las variedades Caturra y Colombia (Tabla 4.9) (Arcila y Botero, 1985).

Tamaño de la bolsa. Las bolsas de polietileno negro que se utilizan en la construcción de los almácigos tienen una dimensión de 17 cm x 23 cm (diámetro x altura); éstas deben tener perforaciones en la base para el drenaje del agua, con el fin de evitar encharcamientos que ocasionan

amarillamiento y muerte de las plantas. Estas bolsas tienen una capacidad aproximada de 2 kilogramos del sustrato. En el almácigo las bolsas se agrupan en hileras de 10 bolsas de ancho por la longitud permitida por el terreno, dejando un espacio entre hileras de 50 cm, para facilitar el desplazamiento de las personas y la labor de desyerba manual para mantener las bolsas libres de arvenses (Salazar, 1991, 1996; Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2004).

Tabla 4.9. Desarrollo en almácigo de las variedades Caturra y Colombia, después de 6 meses del transplante (Arcila y Botero, 1985).

Variedad	Altura epicótilo (cm)	Área foliar (cm ²)	Peso seco parte aérea (g)	Longitud de la raíz (cm)	Peso seco de la raíz (g)
Caturra	18,00	355,00	3,20	20,20	0,80
Colombia	18,00	360,00	2,80	17,20	0,70

Transplante a las bolsas. El transplante de las chapolas a las bolsas debe hacerse de tal manera que el hueco donde se va a sembrar la chapola quede bien centrado y lo suficientemente profundo para que al introducir la raíz no quede torcida. Si la raíz es muy larga puede recortarse un poco con la uña (no más de 1/3 de la longitud) para que no quede doblada y evitar de esta manera que se produzca el defecto “cola de marrano”, que ocasiona un mal desarrollo y mal anclaje de las plantas en el campo. Las chapolas deben quedar bien apretadas dentro de la bolsa, es decir, las raíces deben tener buen contacto con el suelo, lo que se logra introduciendo el palo ahoyador por un lado después de introducir la raíz, para finalmente presionar la chapola hacia el centro de la bolsa (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2004).

Poda de raíz. En Cenicafé, Salazar (1979), evaluó el efecto en el desarrollo de plantas de almácigo de sembrar la semilla directamente en la bolsa, o transplantar plántulas en estado de fósforos y chapolas, con y sin poda de una porción de la raíz pivotante. En el estudio no se encontraron diferencias significativas en altura y peso seco de la parte aérea y las raíces. Se observó además, que con los tratamientos de siembra de fósforo y chapola con poda de raíz, hubo una recuperación completa de la zona de crecimiento.

En el almácigo debe observarse si la raíz ha emergido por la parte inferior de la bolsa, si es así no se debe recortar para transplantar al sitio definitivo. Al momento de la siembra en el sitio definitivo tampoco es una práctica recomendable recortar la raíz si ésta se ha salido por la parte inferior de la bolsa. Estos colinos deben descartarse.

Almácigos descopados. Es una práctica que permite obtener en el almácigo plantas con dos tallos (chupones) (Figura 4.6). La ventaja básica de los colinos descopados



Figura 4.6. Almácigo descopado.

consiste en facilitar el uso de altas densidades de siembra a menores costos de establecimiento, pues con un menor número de colinos puede establecerse un alto número de tallos por hectárea, lo cual redundará en mayor productividad. El menor número de colinos implica menores costos en el transporte, el trazo, el ahoyado, la siembra, las resiembras y los plateos, entre otras actividades, lo cual hace ventajosa esta práctica (Duque *et al.*, 2003).

Producción de almácigos en la finca. Al construir el germinador en la finca con semilla producida por Cenicafé y al producir los almácigos propios, se garantiza la obtención de plantas de óptima calidad, la certeza sobre el material que se va a sembrar y una reducción del 33% en los costos de producción con respecto al valor comercial. De esta forma, el caficultor puede garantizar la siembra de un buen cafetal y su duración. Este aspecto es muy importante ya que estas plantas permanecerán cerca de 20 años en el lote, sin que exista la posibilidad de corregir los problemas causados como mal desarrollo y crecimiento deficiente de los colinos (Arcila, 2000; Duque, 2004).

Manejo del almácigo

El almácigo debe ubicarse cerca a una fuente de agua para facilitar el riego permanente. En lo posible debe construirse en un terreno plano y aislado, de tal manera que no ocurran daños por pisoteo de animales domésticos (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2004).

Controles sanitarios. Con el fin de evitar contaminaciones por nematodos pueden agregarse en el momento de la siembra de las chapolas en las bolsas, cualquiera de los siguientes productos biológicos: hongos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces lilacinus*, *Verticillium chlamydosporium* en proporción de 6 gramos por bolsa aplicado al hoyo de siembra de tal manera que el producto quede en íntimo contacto con las raíces, o micorrizas arbusculares de los géneros *Glomus* y *Entrophospora*, en dosis de 20 gramos de inóculo completo por bolsa (Castro y Rivillas, 2005).

Otra alternativa para prevenir los nematodos consiste en aplicar antes o durante la primera semana después de la siembra de la chapola en la bolsa, un gramo por bolsa de uno de los siguientes productos: Namacur, Dassanit o Furadán (Baeza y Leguizamón, 1978).

Cuando el sustrato empleado para llenar las bolsas es pobre en nutrimentos, es frecuente que ocurran fuertes ataques de mancha de hierro causada por el hongo *Cercospora coffeicola*. El principal daño ocasionado por esta enfermedad en la etapa de almácigo es la defoliación. Para su prevención, primero que todo se deben seguir todas las recomendaciones para el manejo adecuado de los almácigos y garantizar una adecuada nutrición de la planta. En caso de necesitar control químico, se puede recurrir a la aplicación oportuna de fungicidas sistémicos (triazoles y benzimidazoles), fungicidas protectores (ditiocarbamatos) y algunas combinaciones de éstos (Arcila, 2000; Cenicafé, 1993; Ángel, 2003).

Siembra en el campo

Es importante transplantar solamente los materiales de óptima calidad y en el momento oportuno, ya que desde este momento se está empezando a garantizar la calidad del cultivo y la cosecha de muchos años.

Edad de transplante. Cuando se hacen los almácigos en bolsas de polietileno de las dimensiones recomendadas, es posible llevar al campo las plantas del almácigo después de 6 meses del transplante. A esta edad la mayoría de las plantas ya ha emitido el primer par de

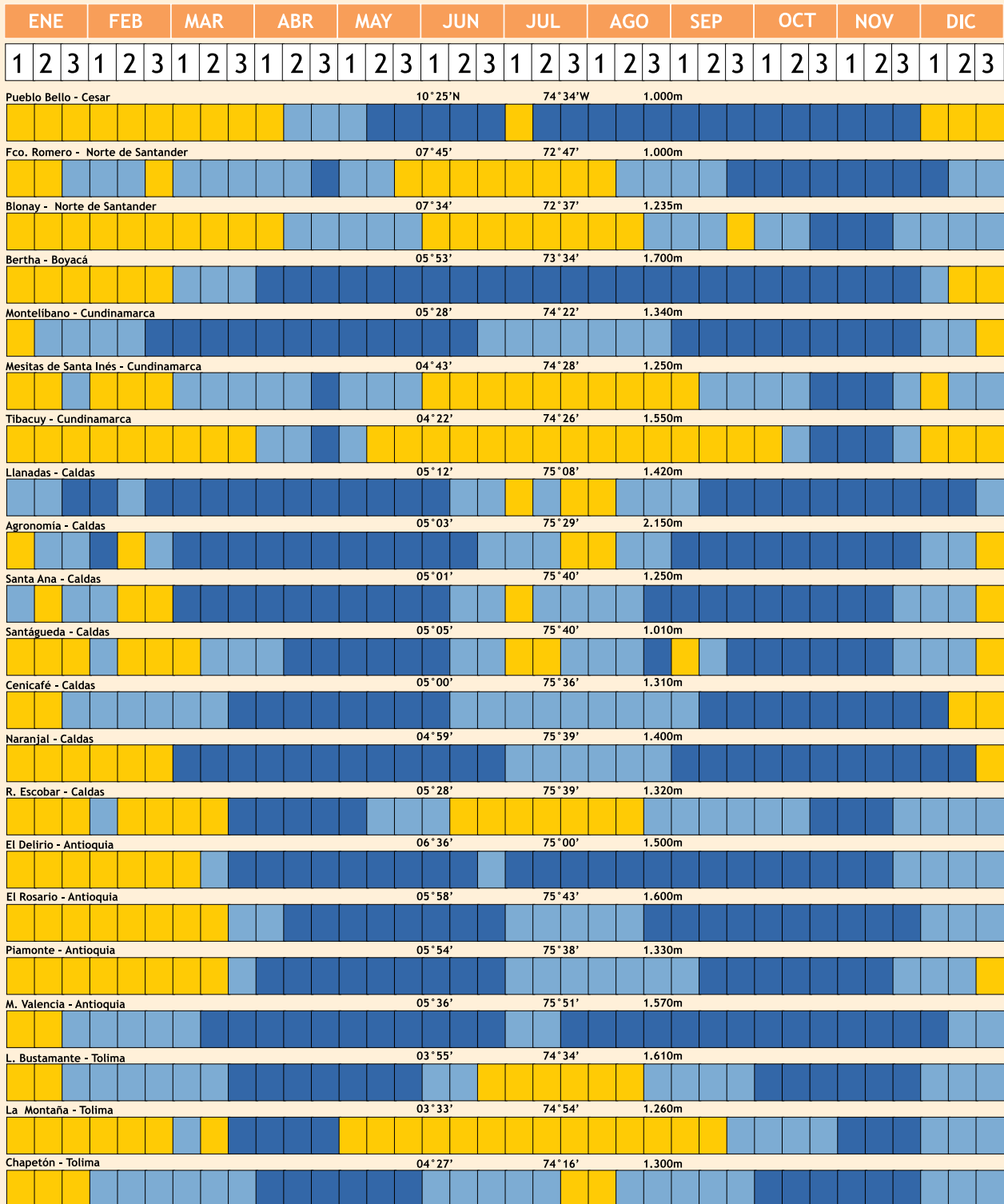
ramas primarias o primera “cruz”. Al llevar al campo plantas menores de 6 meses aumenta la competencia por arvenses y se necesitarán más desyerbas; por el contrario, si se llevan muy tardíamente aumenta el estrés por efectos del transplante, las plantas desarrollarán un sistema radical atrofiado y estarán más propensas al volcamiento y a la proliferación de chupones (Uribe y Mestre, 1978; Arcila, 2000).

Épocas de siembra (Jaramillo y Arcila, 1996). La distribución de la lluvia a través del año determina en gran medida la periodicidad de los ciclos vegetativo y reproductivo del café; además, condiciona la secuencia de las labores agrícolas en los cultivos, entre ellas: la época de siembra, la frecuencia del riego, la protección del suelo contra la erosión hídrica y el momento más adecuado para la fertilización, entre otros.

En la Figura 4.7 se presentan los períodos secos y húmedos de la zona cafetera de Colombia. Las barras de color indican para períodos de 10 días, la probabilidad de que ocurra una década húmeda, es decir, aquella en la cual la lluvia sobrepasa a la evaporación calculada para la localidad. El color amarillo corresponde a una

CONSIDERACIONES PRÁCTICAS. En Cenicafé se ha desarrollado una tecnología básica para la obtención de almácigos de excelente calidad, la cual comprende:

- El empleo de semilla certificada por la FNC.
- La construcción de los almácigos en la finca del caficultor
- La utilización de materiales de siembra sanos y vigorosos (preferiblemente chapolas).
- El empleo de bolsas plásticas negras de un tamaño de 17 cm de ancho por 23 cm de alto.
- La preparación del suelo para el llenado de las bolsas enriqueciéndolo con materia orgánica bien descompuesta (2 ó 3 partes de suelo por una parte de materia orgánica).
- El establecimiento de sombra regulada.
- El riego adecuado y oportuno.
- Los controles fitosanitarios sólo en caso necesario y usando productos recomendados.
- Transporte adecuado de los materiales al sitio de siembra.
- Transplante oportuno al sitio definitivo en el campo.



Década seca
 Década húmeda
 Década muy húmeda

Figura 4.7. Períodos secos y húmedos de la zona cafetera de Colombia (Jaramillo y Arcila, 1996).

probabilidad menor o igual a 50%, el color azul claro corresponde a probabilidades entre el 50 y el 75% y el azul oscuro a probabilidades mayores del 75%.

En la Figura 4.7, se presentan en amarillo las épocas con alta probabilidad de baja precipitación y por tanto, no se recomiendan para la siembra del cafeto; las décadas marcadas con los colores azul claro y azul oscuro son las más recomendables para la siembra en el campo. En general, se observa que en los departamentos de Cesar, Magdalena, La Guajira, Santander, Boyacá, Antioquia, Norte de Cundinamarca, Cordillera Oriental del Huila, Caldas, Risaralda, Quindío, Norte del Tolima y zona Norte del Valle del Cauca, las épocas más favorables para la siembra se presentan en el primer semestre del año, mientras que en los departamentos de Cauca, Nariño, centro y Sur de Cundinamarca, Norte de Santander, Cordillera Central del Huila, zona Sur del Tolima y la zona Sur del Valle del Cauca, la época más recomendable para efectuar las siembras se presentan en el segundo semestre del año.

La semilla debe estar disponible 8 meses antes del transplante al sitio definitivo en el campo; de este período, 2 meses corresponden al germinador y 6 meses al almácigo.

Sistemas de siembra. De un trazado adecuado depende en gran parte la sostenibilidad de la caficultura, como también la rentabilidad del cultivo, pues con él se pueden acelerar o frenar los procesos de erosión, así como también mejorar las condiciones del cultivo para el aprovechamiento de la mano de obra durante la realización de las labores agronómicas como: fertilización, control sanitario y cosecha, entre otras (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2004).

En café los sistemas principales de trazado son: al cuadro o rectángulo, al triángulo y en curvas a nivel. Este último es de poco uso hoy en día pues su establecimiento es más complicado y los beneficios del sistema igualmente se logran con el trazo al triángulo en surcos a través

de la pendiente (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1979).

Siembra. Simultáneamente con la ejecución del trazo, comienza el proceso de la siembra, para lo cual deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2004):

1. Los hoyos para la siembra deben tener un tamaño de 30 cm x 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad.
2. Si el análisis de suelo recomienda el uso de cal o fuentes de magnesio se pueden incorporar en el hoyo 100 gramos de cal dolomítica, antes de sembrar los cafetos.
3. Retire la bolsa plástica que contiene el colino de café, deposite el pilón en el centro del hoyo y adicione tierra y apriétela. El colino debe quedar sembrado de tal manera que el cuello de la raíz quede a nivel de la superficie del terreno, nunca más enterrado porque a los días puede ocurrir anillamiento y muerte de los colinos por pudrición, pero cuando el cuello de la raíz queda más alto se puede presentar “embalconamiento” por erosión del pilón de tierra que contenía la raíz.

Importante: El plástico es un producto que no se descompone fácilmente por lo cual, simultáneamente con la siembra, deben recogerse las bolsas y disponer de ellas en forma apropiada.

CONSIDERACIONES PRÁCTICAS. De la obtención de colinos en la bolsa de 17 x 23 cm, que garantizan un desarrollo armónico de la raíz con la parte aérea y de una adecuada siembra, depende que más adelante no se presenten problemas de “volcamiento” o “paloteo”.

El descope del almácigo a los 3-4 meses permite obtener plantas con dos tallos y establecer cafetales con la densidad de siembra óptima y menor costo de establecimiento.

