

31



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**ESTABLECIMIENTO DE DOS VARIETADES DE CAFÉ (*Coffea arabica*)
CATUAÍ Y GARNICA, EN SAN JUAN OZOLOTEPEC, OAXACA Y ANALISIS DE
LOS FACTORES SOCIOECONÓMICOS Y POLÍTICOS QUE DETERMINAN SU
COMERCIALIZACIÓN EN EL PAIS.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

P R E S E N T A:

JESÚS ROMERO MEDINA

ASESOR: Q. CELIA VALENCIA ISLAS



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES
I. S. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicarle a usted que revisamos la TESIS

del doctor en de las variaciones de la (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (36) (37) (38) (39) (40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58) (59) (60) (61) (62) (63) (64) (65) (66) (67) (68) (69) (70) (71) (72) (73) (74) (75) (76) (77) (78) (79) (80) (81) (82) (83) (84) (85) (86) (87) (88) (89) (90) (91) (92) (93) (94) (95) (96) (97) (98) (99) (100) (101) (102) (103) (104) (105) (106) (107) (108) (109) (110) (111) (112) (113) (114) (115) (116) (117) (118) (119) (120) (121) (122) (123) (124) (125) (126) (127) (128) (129) (130) (131) (132) (133) (134) (135) (136) (137) (138) (139) (140) (141) (142) (143) (144) (145) (146) (147) (148) (149) (150) (151) (152) (153) (154) (155) (156) (157) (158) (159) (160) (161) (162) (163) (164) (165) (166) (167) (168) (169) (170) (171) (172) (173) (174) (175) (176) (177) (178) (179) (180) (181) (182) (183) (184) (185) (186) (187) (188) (189) (190) (191) (192) (193) (194) (195) (196) (197) (198) (199) (200) (201) (202) (203) (204) (205) (206) (207) (208) (209) (210) (211) (212) (213) (214) (215) (216) (217) (218) (219) (220) (221) (222) (223) (224) (225) (226) (227) (228) (229) (230) (231) (232) (233) (234) (235) (236) (237) (238) (239) (240) (241) (242) (243) (244) (245) (246) (247) (248) (249) (250) (251) (252) (253) (254) (255) (256) (257) (258) (259) (260) (261) (262) (263) (264) (265) (266) (267) (268) (269) (270) (271) (272) (273) (274) (275) (276) (277) (278) (279) (280) (281) (282) (283) (284) (285) (286) (287) (288) (289) (290) (291) (292) (293) (294) (295) (296) (297) (298) (299) (300) (301) (302) (303) (304) (305) (306) (307) (308) (309) (310) (311) (312) (313) (314) (315) (316) (317) (318) (319) (320) (321) (322) (323) (324) (325) (326) (327) (328) (329) (330) (331) (332) (333) (334) (335) (336) (337) (338) (339) (340) (341) (342) (343) (344) (345) (346) (347) (348) (349) (350) (351) (352) (353) (354) (355) (356) (357) (358) (359) (360) (361) (362) (363) (364) (365) (366) (367) (368) (369) (370) (371) (372) (373) (374) (375) (376) (377) (378) (379) (380) (381) (382) (383) (384) (385) (386) (387) (388) (389) (390) (391) (392) (393) (394) (395) (396) (397) (398) (399) (400) (401) (402) (403) (404) (405) (406) (407) (408) (409) (410) (411) (412) (413) (414) (415) (416) (417) (418) (419) (420) (421) (422) (423) (424) (425) (426) (427) (428) (429) (430) (431) (432) (433) (434) (435) (436) (437) (438) (439) (440) (441) (442) (443) (444) (445) (446) (447) (448) (449) (450) (451) (452) (453) (454) (455) (456) (457) (458) (459) (460) (461) (462) (463) (464) (465) (466) (467) (468) (469) (470) (471) (472) (473) (474) (475) (476) (477) (478) (479) (480) (481) (482) (483) (484) (485) (486) (487) (488) (489) (490) (491) (492) (493) (494) (495) (496) (497) (498) (499) (500) (501) (502) (503) (504) (505) (506) (507) (508) (509) (510) (511) (512) (513) (514) (515) (516) (517) (518) (519) (520) (521) (522) (523) (524) (525) (526) (527) (528) (529) (530) (531) (532) (533) (534) (535) (536) (537) (538) (539) (540) (541) (542) (543) (544) (545) (546) (547) (548) (549) (550) (551) (552) (553) (554) (555) (556) (557) (558) (559) (560) (561) (562) (563) (564) (565) (566) (567) (568) (569) (570) (571) (572) (573) (574) (575) (576) (577) (578) (579) (580) (581) (582) (583) (584) (585) (586) (587) (588) (589) (590) (591) (592) (593) (594) (595) (596) (597) (598) (599) (600) (601) (602) (603) (604) (605) (606) (607) (608) (609) (610) (611) (612) (613) (614) (615) (616) (617) (618) (619) (620) (621) (622) (623) (624) (625) (626) (627) (628) (629) (630) (631) (632) (633) (634) (635) (636) (637) (638) (639) (640) (641) (642) (643) (644) (645) (646) (647) (648) (649) (650) (651) (652) (653) (654) (655) (656) (657) (658) (659) (660) (661) (662) (663) (664) (665) (666) (667) (668) (669) (670) (671) (672) (673) (674) (675) (676) (677) (678) (679) (680) (681) (682) (683) (684) (685) (686) (687) (688) (689) (690) (691) (692) (693) (694) (695) (696) (697) (698) (699) (700) (701) (702) (703) (704) (705) (706) (707) (708) (709) (710) (711) (712) (713) (714) (715) (716) (717) (718) (719) (720) (721) (722) (723) (724) (725) (726) (727) (728) (729) (730) (731) (732) (733) (734) (735) (736) (737) (738) (739) (740) (741) (742) (743) (744) (745) (746) (747) (748) (749) (750) (751) (752) (753) (754) (755) (756) (757) (758) (759) (760) (761) (762) (763) (764) (765) (766) (767) (768) (769) (770) (771) (772) (773) (774) (775) (776) (777) (778) (779) (780) (781) (782) (783) (784) (785) (786) (787) (788) (789) (790) (791) (792) (793) (794) (795) (796) (797) (798) (799) (800) (801) (802) (803) (804) (805) (806) (807) (808) (809) (810) (811) (812) (813) (814) (815) (816) (817) (818) (819) (820) (821) (822) (823) (824) (825) (826) (827) (828) (829) (830) (831) (832) (833) (834) (835) (836) (837) (838) (839) (840) (841) (842) (843) (844) (845) (846) (847) (848) (849) (850) (851) (852) (853) (854) (855) (856) (857) (858) (859) (860) (861) (862) (863) (864) (865) (866) (867) (868) (869) (870) (871) (872) (873) (874) (875) (876) (877) (878) (879) (880) (881) (882) (883) (884) (885) (886) (887) (888) (889) (890) (891) (892) (893) (894) (895) (896) (897) (898) (899) (900) (901) (902) (903) (904) (905) (906) (907) (908) (909) (910) (911) (912) (913) (914) (915) (916) (917) (918) (919) (920) (921) (922) (923) (924) (925) (926) (927) (928) (929) (930) (931) (932) (933) (934) (935) (936) (937) (938) (939) (940) (941) (942) (943) (944) (945) (946) (947) (948) (949) (950) (951) (952) (953) (954) (955) (956) (957) (958) (959) (960) (961) (962) (963) (964) (965) (966) (967) (968) (969) (970) (971) (972) (973) (974) (975) (976) (977) (978) (979) (980) (981) (982) (983) (984) (985) (986) (987) (988) (989) (990) (991) (992) (993) (994) (995) (996) (997) (998) (999) (1000)
que presenta el pasante Genia Romero Medina
con número de cuenta 1000 25 7 para obtener el título de Industriero
de la FES Cuautitlán

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 29 de octubre de 2001

- PRESIDENTE Juan José Luis Garduño Valdez
- VOCAL Dr. Cecilia Elena Valenzuela Islas
- SECRETARIO Lic. Jorge Aspeitia Salazar
- PRIMER SUPLENTE L.A. Raúl Espinoza Sánchez
- SEGUNDO SUPLENTE L.A. J. Manuel Arriola Guerrero

[Handwritten signatures and stamps]

DEDICATORIA

Al Padre Ausente.
A pesar de todo el vacío que dejaste en mí.
Tu ausencia forjó mi carácter para concluir
las metas que me he trazado.

A mi querida Madre Sra. Herlinda Medina Bautista
Espero que algún día este esfuerzo concluido sea
reconocido con dignidad y respeto, que estes
orgullosa y satisfecha de haberme dado la vida a
pesar de todo lo difícil que esto haya sido para ti.
Gracias Mama.

A mi Hermano Lic. Manuel Arturo Castro Medina
Que forjó con su ejemplo que todo lo que se
inicia debe terminarse por muy complejo que
esto sea.

A mi Hermano Ricardo Salvador Castro Medina
Por todas tus enseñanzas para crecer en la
hostilidad y adversidad de la vida.

A mi Nana Sra. Margarita Juárez Reyes
Que con todas sus limitaciones que la vida le
presento encauso mi mano por primera vez en
rayas y trazos que hoy se han transformado
en escritura. Gracias por todo.

A mi Esposa Ing. Alfonsina Judith Hernández
Con profunda admiración a su destacado desarrollo
Profesional motivo suficiente para concluir y seguir
adelante en los retos venideros que nos depara la vida.

A mis Retoños Naxheli Denise y Erick Jesús
Con profundo cariño deseo que este esfuerzo
siembre en ustedes el interés y la motivación
para seguir adelante en sus estudios venideros.

A mis sobrinos: Manuel A., Marisol L., Rafael A.,
Ricardo, Víctor A., Anaí, y Miguel A. Con cariño y
afecto deseando que este esfuerzo sea de
motivación para ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán y en especial a la carrera de Ingeniería Agrícola por forjar profesionistas capaces de confrontar los retos que el País demanda.

A la Q. Celia Elena Valencia Islas por su paciencia y apoyo invaluable en la realización de este trabajo.

Al Ing. Alfonso Delgado Antúnez por su incondicional amistad y profundo agradecimiento por su capacidad de enseñar de una manera perseverante la aplicación de la topografía, así como sus sugerencias y orientación en el trabajo de gabinete del estudio de este trabajo.

A mis amigos y compañeros de generación 7^{ma}, 9^{na} y 10^{ma} por compartir momentos inolvidables y formativos de una parte importante de mi vida.

A todos aquellos profesores que contribuyeron en mi formación profesional.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.	1
II. OBJETIVOS	3
III. HIPÓTESIS.	3
IV. REVISION BIBLIOGRÁFICA	4
4.1. Generalidades del café.	4
4.1.1 Origen y Distribución.	4
4.1.2 Ubicación geográfica de los estados productores en México.	4
4.1.3 Ecología.	6
4.1.4 Taxonomía	7
4.1.5 Morfología.	8
4.1.6 Especies y variedades cultivadas en México.	9
4.2. Requerimientos Nutricionales de Macroelementos en Café.	12
4.2.1 Nitrógeno.	12
4.2.2. Fósforo.	13
4.2.3. Potasio.	13
4.2.4. Calcio.	14
4.2.5 Magnesio.	15
4.2.6 Azufre.	16
4.2.7 Sodio, Cloro, Silicio y Aluminio.	17
4.3 Requerimientos Nutricionales de Microelementos en Café.	18
4.3.1 Boro.	18
4.3.2 Hierro.	18
4.3.3 Manganeseo.	19
4.3.4 Cobre.	20
4.3.5 Zinc.	20
4.3.6 Molibdeno.	21
4.3.7 Cobalto, Yodo, Fluor, Vanadio, Volframio.	21
4.4 Fertilización del Café.	21
4.4.1 Métodos de Aplicación.	22
4.4.2 Época de Aplicación.	22
4.5 Situación socioeconómica y política de la comercialización de café.	23
4.5.1 Antecedentes.	23
4.5.2 Situación actual de la cafecultura en México y en el mundo.	30
V MATERIALES Y MÉTODOS	36
5.1 Descripción del Area de Estudio	37
5.1.1 Localización	38
5.1.2 Hidrografía	38
5.1.3 Clima	38
5.1.4 Topografía	39
5.1.5 Clasificación y Uso del Suelo	39
5.1.6 Flora y Fauna	40

5.2 Etapa de campo	40
5.2.1 Obtención y Selección de las Semillas de las Variedades	40
5.2.2 Muestreo de Suelo	41
5.2.3 Características generales de la zona de estudio	42
5.2.4 Preparación del terreno con sistema roza-tumba e incorporación de residuos vegetales	42
5.2.5 Preparación del Semillero	43
5.2.6 Mezcla del Suelo	43
5.2.7 Desinfestación del Suelo	44
5.2.8 Formación de Camas	44
5.2.9 Siembra del Café	44
5.2.10 Manejo del Semillero (Sombreado y Riego)	45
5.2.11 Preparación del Vivero	45
5.2.12 Mezcla y Desinfección del Suelo	46
5.2.13. Llenado de Bolsas.	46
5.2.14. Transplante.	46
5.2.15. Manejo del Vivero.	47
5.2.16. Establecimiento de la Plantación.	47
5.2.17. Trazo de la Plantación.	7
5.2.18. Preparación de Cepas.	47
5.2.19. Plantación.	48
5.2.20 Manejo de la plantación (labores culturales, riego, control de plagas y enfermedades, regulación de sombra, etc.)	48
5.3 Etapa de laboratorio	48
5.3.1 Diagnóstico de Fertilidad.	49
5.3.2 Propiedades Físicas.	49
5.3.2.1 Textura.	49
5.3.2.2 Densidad aparente.	49
5.3.2.3 Densidad real.	49
5.3.2.4 Porcentaje de espacio poroso.	49
5.3.2.5 Color.	50
5.3.3 Propiedades Químicas.	50
5.3.3.1 Materia orgánica	50
5.3.3.2 pH real y pH potencial	50
5.3.3.3 Fósforo	50
5.3.3.4 Nitrógeno	50
5.3.3.5 Bases intercambiables (Ca, Mg, Na y K)	51
5.3.3.6 Capacidad de intercambio catiónico total.	51
5.3.3.7 Porcentaje de saturación de bases.	52
5.3.3.8 Boro, Hierro, Zinc y Manganeso.	52
VI. RESULTADOS	53
6.1 Resultados de la características física y química del suelo.	53
6.1.1 Propiedades Físicas	53
6.1.2 Propiedades Químicas	54
6.2 Respuesta de las variedades Catauí y Garnica	58

VII. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	63
7.1 Caracterización química y física del suelo	63
7.2 Establecimiento del cafetal	64
7.3 Situación socioeconómica	
VIII. CONCLUSIONES	67
IX. LITERATURA CONSULTADA	68
Electrónicas	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Núm.	Título	Pág.
Figura 1	Principales estados productores de café en México.	6
Figura 2	Diagrama de comercialización antes de la desaparición de INMECAFE	25
Figura 3	Diagrama de comercialización después de la desaparición de INMECAFE	26
Figura 4	Principales países productores de café	31
Figura 5	Principales mercados de exportación	32
Figura 6	Localización del área de estudio	37
Figura 7	Preparación del semillero	43
Figura 8	Siembra del semillero	44
Figura 9	Fenología del café en el semillero	45
Figura 10	Plantas que deben ser eliminadas por presentar raíces defectuosas	46

ÍNDICE DE CUADROS

Núm.	Título	Pág.
Cuadro 1	Superficie cafetalera	6
Cuadro 2	Estados productores y superficies destinadas al cultivo de 1978 a 1992	24
Cuadro 3	Producción y exportación	27
Cuadro 4	Producción por estado y ciclo	29
Cuadro 5	Volumen y valor de las exportaciones	29
Cuadro 6	Porcentaje del volumen y del valor de las exportaciones	29
Cuadro 7	Consumo interno del café	30
Cuadro 8	Precio promedio de las exportaciones	31
Cuadro 9	Exportaciones de diferentes tipos y calidades de café	32
Cuadro 10	Exportaciones de café orgánico mexicano al Continente Americano.	33
Cuadro 11	Exportaciones de café orgánico mexicano al Continente Europeo	33
Cuadro 12	Exportaciones de café orgánico mexicano al Continente Asiático	33
Cuadro 13	Exportación total de café orgánico	34
Cuadro 14	Exportación de café orgánico en los ciclos 95/96, 96/97, 97/98, 98/99, 99/2000.	34
Cuadro 15	Exportación de café descafeinado y orgánico	34
Cuadro 16	Pronostico de cosecha 1999/2000	35
Cuadro 17	Municipios de la región 10 de Pluma, Hidalgo	37
Cuadro 18	Datos generales	42
Cuadro 19	Textura	53
Cuadro 20	Densidad aparente, densidad real y porcentaje de espacio poroso	53
Cuadro 21	Color seco y color húmedo	54
Cuadro 22	Porcentaje de materia orgánica	54
Cuadro 23	Nitrógeno total y nitratos	55
Cuadro 24	pH potencial y pH real	55
Cuadro 25	Fósforo y manganeso	56
Cuadro 26	Bases intercambiables y % de saturación de bases	56
Cuadro 27	Bases intercambiables en Kg/ha	57
Cuadro 28	Boro, Fierro y Zinc	57

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Núm.	Título	Pág.
Foto 1	Panorámica de la zona de estudio en San Juan Ozolotepec	58
Foto 2	Panorámica del establecimiento del vivero de las variedades Catuai y Garnica	59
Foto 3	Aspecto general del vivero	59
Foto 4	Plantas de café listas para el trasplante al terreno definitivo	60
Foto 5	Trazo de la plantación y trasplante	60
Foto 6	Desarrollo del cultivo posterior al trasplante	61
Foto 7	Inicio de la fructificación	61
Foto 8	Aspecto del cultivo a los tres años	62

I. INTRODUCCIÓN

El café es la bebida de mayor difusión a nivel mundial por lo que es uno de los productos agrícolas de mayor importancia económica, su uso y consumo se esta generalizando por todas partes, a pesar de que, su valor alimenticio es escaso, contiene apenas uno o dos gramos de materia seca constituida por taninos, cafeína y substancias minerales en la que se encuentran una pequeña cantidad de glúcidos. Sin embargo, se ha encontrado que ejerce una acción sobre la fisiología de los organismos, especialmente en el sistema nervioso, en el muscular y el circulatorio. Es un excitante de la actividad cerebral, es también un tónico cardíaco (por la cafeína) y un diurético. Debe consumirse moderadamente, ya que un exceso provoca trastornos fisiológicos como: depresión, y/o temblores nerviosos. Además la cafeína ocupa un lugar importante en la farmacopea en la elaboración de tónicos para tratamientos cardíacos.

Debido a la gran diversidad de material de plantación de café, solo se cultivan en escala comercial una media docena de especies de Coffea; este cultivo se ha adaptado por sí mismo a una área geográfica extraordinariamente amplia. El cafeto se cultiva por toda la faja tropical y en algunas zonas, más allá incluso de los dos trópicos, tal como en Brasil y Mozambique en el Hemisferio Meridional y en China (Taiwán), en el Septentrional. Se encuentra a altitudes que van desde ligeramente por encima del nivel del mar hasta otras de 2350 metros (Yemen) y 2400 metros (Ecuador) Con esta capacidad de adaptación no igualada probablemente por ningún cultivo tropical perenne importante.

Los principales países productores de café en orden de importancia son Brasil, Colombia, Costa de Marfil y México. Las condiciones ecológicas particularmente favorables que prevalecen por debajo del Trópico de Capricornio en Brasil y en las altas cordilleras de los Andes en Colombia, han permitido el establecimiento satisfactorio de café en estas áreas, se han sustituido miles de hectáreas de bosques tropicales por este cultivo y se han generado adelantos técnicos esta industria. El café representa su principal ingreso de divisas ya que aportan el 80% de la producción mundial. La Costa de Marfil ha manifestado un notable incremento en la producción de café en los últimos 15 años, actualmente ocupa el tercer lugar en la producción mundial; es el principal productor de Robusta, lo que ha mejorado el nivel de vida de la población Africana (Carvajal, 1984).

En México los principales estados productores de café son; Chiapas, Veracruz, Oaxaca y Puebla los cuales aportan el 91% de la producción nacional, es el principal producto agrícola de exportación, como fuente captadora de divisas solo es superado por el petróleo y el turismo. La participación de este grano en el producto interno bruto solo ha sido superada en los últimos años por el maíz, el frijol y el sorgo (Claridades Agropecuarias, 1995). Su cultivo y los procesos agroindustriales y de comercialización de esta rubiácea generan fuentes de trabajo para 3 millones de personas, aproximadamente que se dedican desde la producción de la semilla, el delicado y complejo manejo de las plantaciones y la

cosecha, hasta el beneficio y finalmente su venta al interior y exterior del país.

La demanda actual de café en el mercado mundial exige la introducción de los cultivos intensivos, para elevar la producción y de esta manera poder competir en calidad y precio. Una producción alta de café solo puede lograrse mediante la contribución de varios factores; a) uso de variedades superiores, b) densidad de siembra adecuada, c) renovación sistemática de la madera de producción, d) Control fitosanitario, e) fertilización. Esta última integra al resto de los factores de producción en la adición del fertilizante como vital en la nutrición de las plantas (Carvajal, 1972).

Independientemente de la grave crisis por la que atraviesa el cultivo de café en nuestro País es necesario mantener el cultivo, incrementar rendimientos (uso de variedades mejoradas y manejo integrado del cultivo), con el enfoque de una agricultura sustentable. Con base en esta reflexión se planteó esta investigación bajo los siguientes objetivos.

II. OBJETIVOS

1. Realizar un estudio de la situación del café a nivel mundial y nacional, para analizar las repercusiones del mercado internacional en la producción y comercialización del café en nuestro país.
2. Evaluar las características físicas y químicas del suelo de San Juan Ozolotepec, Oaxaca para el establecimiento y manejo de dos variedades de café en su momento.
3. Llevar a cabo la introducción de dos variedades de café (*Coffea arabica*) Catuai y Garnica en la zona de estudio para compararlas con el establecimiento del cultivo en cuestión considerando su procedencia en su calidad y rendimiento.
4. Comparar las ventajas de las condiciones agroclimáticas de la zona de origen con la zona de producción del cafetal.
5. Analizar la importancia de la participación de los mecanismos paraestatales como mediadores en la comercialización de café.

III. HIPÓTESIS

1. El establecimiento de una plantación de café está delimitada por la problemática de la comercialización de los mercados.

IV. REVISION BIBLIOGRÁFICA

4.1. Generalidades del Café.

4.1.1 Origen y distribución.

Existen varias versiones sobre el origen del uso del café como bebida; su demanda se extendió lentamente por Europa y después en América. Hasta donde se sabe, se dice que Próspero Alpino, fundador del Jardín Botánico de Venecia, fue el primer europeo que menciono el cafeto en sus escritos por haberlo visto cultivado en el Cairo (Alpinus, 1592, citado por Carvajal 1972).

En cuanto a los primeros cultivos, se admite que aún continua la duda de que si fueron iniciados en la propia Etiopía o en Yemen; Arabia, donde el café fue llevado por los árabes a principios del siglo XVII o quizá antes. Fue este país donde los holandeses obtuvieron semillas de *Coffea arabica*, introduciéndolo, allá por el año 1690, a la Isla de Jaba, donde tuvieron lugar los primeros cultivos extensivos de esta rubiácea. En 1706, fue llevado un arbusto de esta especie al Jardín Botánico de Ámsterdam, espécimen que por circunstancias especiales se convirtió en la fuente de origen de millones de cafetos en América Latina, donde se introdujeron semillas, procedentes de Ámsterdam, a la Guayana Holandesa, en 1714. El mismo cafeto dio origen a semillas para el Jardín Botánico de París, en donde pocos años después se envió simiente a la Isla de Martinica que, a su vez se convirtió en centro de distribución importante para Venezuela, Colombia, toda América Central y varias regiones de las Antillas. Hasta donde se sabe, el café fue llevado de Surinam a Cayena, en 1718, y de aquí a Belem de Para, en 1727. Poco después de su introducción a Indonesia, el café pasó a Ceilán, a la India y a otros países asiáticos (Burma, Malaya, Tailandia, Indochina, China, Formosa, Filipinas, etc.).

La introducción del café en América, particularmente en México fue en el año 1796 y se cultivo comercialmente por primera vez en Córdoba Ver., utilizando material introducido de Cuba por Don Juan Antonio Gómez; se conoce también que el General Michelena introdujo semillas de café procedentes de Yemen y las sembró en el atrio de la Catedral de Morelia, Mich., también se sabe que el italiano Jerónimo Manchinelli introdujo material a la región del Soconusco Chiapas, procedente de Guatemala de donde se extendió el cultivo en todo Chiapas y Oaxaca (CENICAFE, 1979).

4.1.2 Ubicación geográfica de los estados productores en México.

En México se cultiva café en 16 estados de la República, de los cuales 12 de ellos producen prácticamente casi todo el café del país. Estos estados en orden de importancia son: Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Puebla, Guerrero, Hidalgo, San Luis Potosí, Nayarit, Jalisco, Colima, Tabasco y Querétaro, en ellos se produce el 97%

del café nacional. Estos estados cafetaleros se encuentran en la vertiente sureste (Golfo de México), en la vertiente oeste (Pacífico centro oeste) y al sureste del país (Pacífico Sur, Fig. 1).

Vertiente sureste (Golfo de México): Los estados comprendidos en esta vertiente son; San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Veracruz, Oaxaca y Tabasco. En general esta región no presenta problemas de agua, ya que sólo en invierno hay déficit de humedad para el café. El periodo de lluvias intensas empieza en Junio interrumpiéndose éste en Agosto, para reiniciarse en septiembre y finalizar en Octubre-Noviembre. Las precipitaciones que se registran van desde 1300 mm anuales. Aunque en invierno las precipitaciones no son abundantes, los vientos del norte se cargan de humedad en el mar y ocasionan al chocar con la sierra, los llamados "nortes húmedos", caracterizados por días nublados, atmósfera saturada y lloviznas finas pero consistentes que causan dificultad para la recolección de la cereza y para el secado del pergamino. En invierno, hay algunas zonas cafetaleras altas, de San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y principalmente Veracruz, que se ven afectadas por bajas temperaturas, incluso heladas o nevadas.

En general los suelos cafetaleros de esta vertiente son de textura migajón-arcilloso, con pH de 4 a 6, bajos contenidos de materia orgánica y responden a las aplicaciones de macronutrientes, la profundidad de la mayoría rebasa 1 metro. Los cafetales se encuentran en altitudes desde los 200 a 2400 m.s.n.m.

Vertiente del océano Pacífico: Esta vertiente comprende los estados de Nayarit, Jalisco, Guerrero y Oaxaca, en general esta región comprende 6 a 7 meses continuos de sequía que se inicia en noviembre y termina en Abril-Mayo. El invierno es seco y caluroso, por lo que la recolección se facilita, así como el secado del café pergamino; sin embargo, debido al déficit de agua las producciones tienden a ser bajas. Los suelos son de textura migajón-arcillosa, principalmente con valores de pH entre 5 y 6.5 y bajos contenidos de materia orgánica los cafetales se encuentran desde los 200 a los 1500 m.s.n.m. (Gonzalez, 1978).

Sureste (Pacífico Sur): Comprende casi todos los municipios de Chiapas, así como las sierras norte y sur de Oaxaca, que se extienden al oeste hasta Guerrero, parte del estado de Chiapas y de Oaxaca se caracterizan por tener periodos de sequía prolongados de Noviembre a Abril. Sin embargo, gran parte del estado de Chiapas difiere en clima a los demás estados, ya que presenta precipitaciones de 2500 a 5000 mm anuales, debido a que esta influida indirectamente por los vientos húmedos del Golfo de México. Los suelos son profundos de textura migajón-arcillosa, con valores de pH entre 4 a 6.0 y bajos contenidos de materia orgánica. Los cafetales se encuentran desde los 200 hasta los 1800 m.s.n.m. (Licona y Ruiz, 1979).

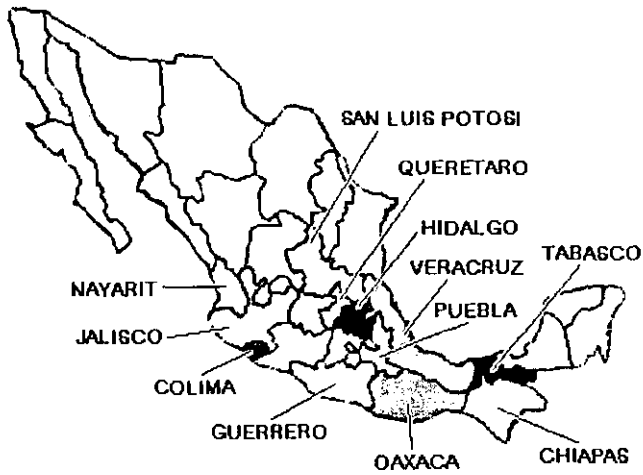


Fig. 1 Principales estados productores de café en México.

Cuadro 1 Estados y superficie cafetalera.

Superficie Cafetalera	
Estado	Superficie (ha)
1. Chiapas	228,224
2. Oaxaca	173,765
3. Veracruz	152,457
4. Puebla	62,649
5. Guerrero	50,773
6. Hidalgo	42,403
7. San Luis Potosí	23,702
8. Nayarit	18,731
9. Jalisco	3,060
10. Colima	2,776
11. Tabasco	2,236
12. Querétaro	355

4.1.3 Ecología.

Como es de nuestro conocimiento el comportamiento del individuo en función del ambiente determina el hábitat propicio para la manifestación máxima del contenido

hereditario. Esta interacción inflexible dentro de los límites para las distintas especies, constituye, en esencia, la proyección práctica de los estudios que se enmarcan dentro de la Ecología. En relación con los miembros del género *Coffea*, al igual que ocurre con otros del Reino, los elementos del clima más importantes y por lo tanto de relación más íntima con la delimitación de las áreas ecológicamente aptas para el cultivo económico, son la intensidad lumínica (irradiación), la precipitación y la temperatura. Estos elementos están íntimamente ligados a la altitud y en conjunto determinan la calidad del producto, según se deduce de los precios que alcanza en café procedente de regiones tropicales más frías, aunque, claro está, sin llegar a ser marginales. Entre los elementos secundarios que afectan al clima esta principalmente la incidencia del viento, este factor negativo, es detrimental por su efecto desecante y por los daños mecánicos que produce en los propios cafetos y en los árboles de sombra (Carvajal, 1972).

Las condiciones ecológicas para el cultivo del café son: temperaturas promedio de 18 a 22°C, sin riesgos de heladas en invierno, con temperaturas máximas en primavera verano por debajo de los 30°C y precipitaciones bien distribuidas en el año entre 1400 a 1200 mm., Suelos con más de un metro de profundidad, de textura franca a migajón-arcillosa, pH de 4.5 a 5.5, contenidos de materia orgánica por arriba de 7%. Las altitudes sobre el nivel del mar en donde el rendimiento es benéfico y la calidad en taza son mejores se ubican por arriba de los 700 metros (León 1962).

4.1.4 Taxonomía.

REINO:	VEGETAL
DIVISIÓN:	ESPERMATOFITA
CLASE:	DICOTILEDÓNEA
SUBCLASE:	GAMOPÉTALA
ORDEN:	RUBIALES
FAMILIA:	RUBIACEAE
TRIBU:	COFIALES
GENERO:	COFFEA

La familia Rubiaceae.- Esta representada por árboles, arbustos, raramente hierbas; generalmente presentan hojas enteras simples, opuestas o verticiladas, estípulas interpeciolares; inflorescencia cimosa, solitaria a capitada; flores radiadas y rara vez bilaterales, hermafroditas, sépalos 4 - 5 fusionados al ovario, pétalos 4 - 5 fusionados, epíginos con la corola () tubular, estambres 4 - 5 (ó 10) epipétalos insertados en el tubo de la corola y alternos con los lóbulos de esta, gineceo infero unicarpelar o bicarpelar, placentación axilar o basal; fruto una capsula, baya, drupa o mericarpios; semilla rara vez alada con un pequeño embrión, generalmente sin endospermo.

La familia Rubiaceae está representada por 400 géneros y 7000 especies, la

mayoría de regiones tropicales, sin embargo, algunos se extienden en regiones templadas. La importancia económica de esta familia principalmente la representa el café, siguiendo la quinina, ipecacuana y varias especies ornamentales.

El género *Coffea* incluye de 60 a 100 especies agrupadas en cuatro secciones: *Eucoffea*, *Mascarocoffea*, *Paracoffea* y *Argocoffea*; las subsecciones: *Erythrocoffea* y *Pachycoffea*, en donde la primera subsección comprende a las especies *Coffea arabica*, *Coffea congensis*, *Coffea eugenoides*. Mientras que en la segunda subsección están; *Coffea liberica*, *Coffea hainii*, *Coffea cymensis*, *Coffea abeokuta* y *Coffea dewevrei*.

4.1.5 Morfología.

Tallo. Leñoso, erecto, de longitud variable en función al clima y al suelo; en variedades comerciales varía de 2.0 a 5.0 m. de altura.

Ramas. El tallo da origen a dos tipos de ramificaciones: La primera que forma un ángulo abierto, que tiene un crecimiento horizontal y que en ella se manifiesta la producción, se le conoce como ramificación plagiotrópica. El segundo tipo de ramificación da origen a los tallos ortotrópicos y surgen del tallo principal cuando éste ha sido recortado o dañado por plagas y enfermedades. Es común observar tallos ortotrópicos cuando se suspende el crecimiento de los cafetos o después de haber efectuado una resepa. El desarrollo de los crecimientos ortotrópicos sigue una trayectoria vertical formando un ángulo bastante cerrado con respecto al tallo principal.

Las ramas plagiotrópicas son conocidas también como ramas laterales, ramas primarias o bandolas. Estas son opuestas alternas y dan origen a las ramas secundarias que a su vez pueden originar ramificaciones terciarias. Estas ramas se desarrollan en los cafetos cuando estos han alcanzado bajo condiciones de vivero, el octavo o noveno par de hojas verdaderas.

Las ramificaciones ortotrópicas reciben el nombre de "brotes" o "Chupones" y cuando aparecen en la parte apical del cafeto después de una poda de suspensión se les conoce como "jinetes". La propagación asexual por estacas de ramas ortotrópicas origina cafetos iguales a la planta donde se tomó la estaca; en cambio, cuando se usa una estaca plagiotrópica el crecimiento que tendrá la planta será de tipo lateral y el cafeto parecerá de hábito rastrero. En ciertos casos, de los cafetos plagiotrópicos se derivan cafetos normales.

Hojas. Son opuestas y alternas en el tallo ortotrópico de los cafetos jóvenes y en las ramas plagiotrópicas simplemente son opuestas. Son de color verde oscuro y brillante en la superficie superior y verde claro mate en la interior. Presentan una forma oval y terminan en punta, sus bordes son ondulados. Las hojas nuevas presentan una coloración bronceada o verde claro para posteriormente tomar su coloración definitiva.

Flores. Se encuentran formando grupos en las axilas de las hojas de las ramas plagiotrópicas y en ocasiones ocurren en tallos ortotrópicos de madera tierna. La corola es blanca y formada por cinco pétalos fusionados en su base, dando origen al tubo de la corola; el cual se encuentra inserto en parte superior del ovario. El ovario, normalmente con dos lóculos, contiene un óvulo por lóculo. Presentan cinco estambres con anteras lineales que se abren longitudinalmente. El estilo es largo, de color blanco y bifurcado en el estigma.

Fruto. Después de la fecundación el ovario se transforma en fruto y sus dos óvulos en semilla. En ocasiones sólo uno de sus óvulos se fecunda y se desarrolla sin encontrar obstáculo y la semilla así originada toma una forma redonda a la que se le conoce como café caracol. El fruto es una drupa de superficie lisa y brillante y de pulpa delgada fácilmente desprendible del pergamino. Cuando madura es de color rojo o amarillo.

Semillas. Presentan un endocarpio o pergamino fibroso. Son oblongas, planoconvexas cubiertas de una película plateada o perisperma que corresponde a vestigios del tegumento del óvulo. El endosperma es córneo constituido de hemicelulosa, proteínas, cafeína, aceites, azúcares, dextrina, celulosa, ácido clorogénico y otros compuestos minerales. El embrión es pequeño, de 1 a 2 mm, localizado en la base del endosperma y contiene dos hojas cotiledonales yuxtapuestas de forma cordiforme, el eje hipocotiledonal es corto y con una plúmula reducida (León, 1962).

4.1.6 Especies y variedades cultivadas en México.

Las especies de café que se cultivan en México son: *Coffea arabica* y *Coffea canephora* la primera es de mayor importancia por su calidad, valor en el mercado nacional e internacional y por su extensión territorial. Se estima que *Coffea canephora* ocupa solamente una superficie no mayor al 2% de las 560.000 has. cultivadas de café. A las variedades pertenecientes a *Coffea arabica* se les conoce como cafés árabes, mientras que la única variedad producida de *Coffea canephora* se le denomina Café Robusta.

La variedad es un conjunto de individuos similares entre sí que por sus características morfológicas y comportamiento, se pueden diferenciar de otros grupos de plantas dentro de la misma especie. El origen de la variedad de los cafés árabes se debe principalmente a la ocurrencia de mutaciones o a la hibridación, ya sea entre variedades de la misma especie o entre especies diferentes. Las variedades árabes que se cultivan en México son:

- **Typica.** A esta variedad se le conoce también con los nombres de criollo o café arábico; fue la primera en introducirse al Continente Americano en 1715 y a México en 1796. Se le ha tomado como punto de referencia cuando se describen otras variedades pues se le considera la variedad patrón o tipo. Los cafetos de esta variedad pueden alcanzar hasta 4 m de

altura, su ramificación no es abundante y sus hojas nuevas son de color bronceado. Esta variedad presenta frutos de color rojo o amarillo cuando son maduros.

- Bourbon. Esta variedad manifiesta en las hojas nuevas una coloración verde claro a diferencia de la variedad Typica que son bronceadas; adicionalmente los arbustos tienen una forma más cilíndrica, sus ramas primarias más nuevas forman con el tallo un ángulo de inserción más cerrado y su ramificación es más profusa. Sin embargo, la variedad Typica posee frutos y semillas de un tamaño ligeramente mayor.
- Caturra. Es una variedad originada en Minas Gerais, Brasil, se le considera una mutación de la variedad Bourbon y se caracteriza por su tamaño reducido, de forma redondeada y entre nudos cortos tanto del tallo como de las ramas. Su capacidad de reproducción y su porte pequeño favorecen altos rendimientos por unidad de superficie bajo un manejo intensivo. Las hojas de esta variedad son más anchas y de coloración más oscura que la de la variedad Bourbon, pero sus frutos y semillas son similares. Se conocen selecciones con frutos maduros de color rojo y amarillo.
- Mundo Novo. Variedad originaria de Brasil, probablemente por el cruzamiento natural entre una selección de la variedad Typica denominada "Sumatra" y la variedad Bourbon. Aparentemente las selecciones Mundo Novo actuales constituyen generaciones avanzadas de aquel híbrido; pues las primeras progenies estaban formadas por plantas heterogéneas en cuanto a vigor, producción y porcentaje de frutos vanos. A través de la selección aplicada por los fitomejoradores del Instituto Agronómico de Campinas (IAC) de Sao Paulo, Brasil, se logró eliminar los defectos de la variedad y además se incorporaron mejores características como: mayor rusticidad. Vigor y alta producción.
- Catuaí. Variedad formada por el Instituto Agronómico de Campinas (IAC), en Brasil, a partir del cruzamiento entre Mundo Novo y Caturra. La hibridación se efectuó en 1949 y para 1964 se inició la distribución de semillas; que dieron origen a plantas de porte pequeño (tipo Caturra) e igual capacidad de producción que Mundo Novo.
- Garnica. Esta variedad está formada por generaciones avanzadas del cruzamiento entre las selecciones mexicanas de Mundo Novo 15 y Caturra amarillo 13. La variedad Garnica fue desarrollada por INMECAFE en el campo experimental Garnica, en Xalapa, Veracruz, de donde toma su primer nombre. La hibridación se realizó en 1960 y la distribución comercial de "pesetilla" en 1978. Esta variedad está constituida por 18 selecciones de porte bajo, gran capacidad de producción y excepcional vigor.

Las variedades Catuaí y Garnica cuentan con selecciones de frutos rojos y

amarillos cuando están maduros, que son manejados separadamente. Estas variedades fueron seleccionadas para introducirse en el área de estudio de la presente investigación.

Existen otras variedades de café que no tienen amplia distribución, que su cultivo se restringe a pocos finqueros, que la distribuyen a mercados muy selectos o algunas que presentan atributos deseables pero que aún se encuentran bajo estudio, entre ellas se pueden citar:

- Maragogipe. Difiere de la variedad típica es un factor genético dominante denominado Mg., que tiene efecto sobre el tamaño de la planta, hojas, flores, frutos y Semillas; a los cuales confiere un crecimiento mayúsculo. El grano de esta variedad posee un mercado preferencial en Alemania
- Pacamara. Descendencias del híbrido entre Pacas y Maragogipe. Su origen es de la República de El Salvador y presenta una variabilidad relativamente alta en cuanto al porte de la planta, producción y tamaño del grano.
- San Bernardo, San Ramón, Villalobos, Villa Sarchí, Pacas. Variedades de porte pequeño, con excepción de San Ramón que es una variedad semienana, las restantes son similares a Caturra.
- Blue Mountain. Selección de la variedad típica de origen jamaicano, toma su nombre de la región donde se cultiva y que debido a sus características ecológicas se obtiene una excelente calidad de café. Su rendimiento es bajo y de escaso vigor vegetativo.
- Catimor, Colombia, Sarchimor. Variedades portadoras de factores de resistencia a la roya anaranjada o herrumbre del café *Hemileia vastatrix*. Son derivadas del cruzamiento entre Caturra y Villa Sarchí con el híbrido de Timor. Este último es un híbrido natural entre *Coffea arabica* y *Coffea canephora*. Estas variedades son de porte pequeño y se encuentran en México bajo experimentación. La variedad Colombia es la más cultivada de las tres, aproximadamente 200,000 Has. y su distribución está restringida a su país de origen.
- Robusta. Es una variedad de gran vigor y rusticidad, su tamaño puede llegar a ser 3 ó 4 veces mayor que el café Mundo Novo. Sus hojas y sus ramas son mayores que la variedad Típica pero no sus frutos. Estos son más pequeños, redondos y con escaso mucilago. Su productividad es elevada pero por su tamaño dificulta su cosecha. Se le señala como tolerante a la roya del café y a los nemátodos. Se adapta a condiciones de altitud inferiores de los 600 m.s.n.m., produce una bebida fuerte, astringente y con buen cuerpo.

El problema creciente de nemátodos ha favorecido la utilización de la variedad Robusta como patrón de los cafés Árabes, empleando preferentemente el injerto hipocotiledonal en el estadio de soldadito (Ribera, Villareal y García, 1988).

4.2. Requerimientos nutricionales de macroelementos en café.

4.2.1 Nitrógeno.

La función más importante del nitrógeno es la de formar parte de las moléculas de las proteínas. Es el elemento constituido de las bases nitrogenadas de los ácidos nucleicos (ARN Y ADN), o sea de las purinas y pirimidinas sustituidas que forman parte de dichas moléculas; los ácidos nucleicos son compuestos esenciales en la síntesis de proteínas y a la vez son responsables de la transferencia de la información genética. El nitrógeno es parte integral de coenzimas y de otras moléculas fundamentales, como son las porfirinas de hierro, magnesio y de algunas vitaminas. Las porfirinas forman parte de las moléculas de la clorofila y de los chito romos, estructuras esenciales en la fotosíntesis y respiración. En el transporte activo y acumulación de iones en la raíz, los chito romos y la lecitina (un fosfolípido que contiene nitrógeno) se consideran como portadores en los mecanismos activos involucrados.

De acuerdo a la composición química de la planta de café indica que el nitrógeno y el potasio son los elementos que demanda en mayores cantidades. Existe una estrecha relación entre el número de yemas florales presentes en el momento de la floración y el número de hojas de la rama, he aquí la importancia del número mayor de hojas que se consigue con la adición de nitrógeno consiguiendo con ellos aumento del área a foliar. Durante el desarrollo del fruto el nitrógeno se traslada de las hojas y se acumula en las cerezas, de lo que se deduce que la adición de este elemento debe ser común denominador en la fertilización anual.

La deficiencia de nitrógeno se reconoce a través de un amarillamiento uniforme del follaje, el cual puede corregirse si se reconoce como tal, por medio de una adecuada aplicación nitrogenada. En el caso de una deficiencia aguda, presenta marchitez en los ápices foliares. La deficiencia de este elemento se acentúa en el periodo de crecimiento de los frutos y en épocas de sequía. La falta de este elemento causa una disminución del crecimiento y de la cosecha. Por otro lado, un exceso de nitrógeno deberá evitarse, ya que ello fomenta unilateralmente el desarrollo foliar a expensas de la floración (Carvajal, 1972).

Es importante la correcta dosificación y la época de aplicación de los fertilizantes nitrogenados. La división de la dosis total de nitrógeno en dos aplicaciones ha producido resultados satisfactorios. La primera de ellas debe suministrarse 3 - 4 semanas después de la floración y la restante, a continuación de la recolección. De esta manera se ha logrado ajustar en mejor forma el abastecimiento de nitrógeno a la necesidad de la planta, la cual es mínima al comienzo de la floración, aumentando rápidamente con la época de iniciación de la formación de

las cerezas, hasta la maduración de las mismas. Asimismo, reduce también las pérdidas por percolación. La eficacia de los fertilizantes nitrogenados es generalmente mayor bajo condiciones carentes de sombra, que con ella; sin embargo, con la potasa acontece lo contrario.

4.2.2 Fósforo.

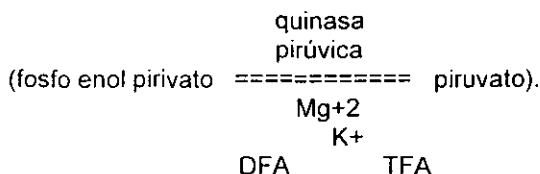
El fósforo es un constituyente del adenosín-trifosfato (ATP), la molécula rico energética por excelencia (cofactor). Es el elemento formativo de fosfolípidos, ácidos nucleicos, nucleoproteínas y de las coenzimas adenin nicotinamida dinucleótido (ADN+) y fosfoadenin nicotinamida dinucleotido (FAND+). Estas dos coenzimas son importantes en reacciones de redox, pues son responsables de la transferencia de hidrógeno; actúan en la fotosíntesis, glicolisis y respiración, así como en la síntesis de ácidos grasos. El hecho de que el fósforo forme parte de la molécula terminal portadora de la energía liberada en la respiración (TFA) y del poder asimilatorio (TFA y HFAND) generado en la foto fosforilación fotosintética, destaca por sí solo su papel fundamental en la fisiología de las plantas superiores.

Fundamentalmente el fósforo almacena energía química a nivel molecular, la exigencia de este elemento por la planta de café es relativamente pequeña, a juzgar por los niveles de suficiencia que se han encontrado. Al igual que el nitrógeno, el fósforo es trasladado de las hojas adyacentes a los frutos en crecimiento y cuando el suministro por parte del suelo no es el adecuado, el sistema radical por lo general no alcanza buen desarrollo.

La deficiencia fosfórica se manifiesta por primera vez, cuando el desarrollo del cafeto está en una fase avanzada. caracterizándose por la presencia de manchas necróticas amarillo-bronceadas en los ápices foliares. Asimismo, se observa una fuerte defoliación. Un buen abastecimiento de ácido fosfórico es de importancia primordial para el desarrollo juvenil del cafeto. Antes de la realización de su plantado, el suelo extraído de las cepas deberá mezclarse con composta enriquecida con ácido fosfórico.

4.2.3 Potasio.

El potasio afecta procesos metabólicos muy variados, fotosíntesis (fotofosforilación), respiración, síntesis de la clorofila y el nivel hídrico de las hojas; no obstante, aún no se ha descubierto su función específica en la fisiología de las plantas. Es un hecho comprobado que existen sistemas multienzimáticos muy variados que requieren de potasio y su deficiencia provoca bloqueos en la secuencia normal de las reacciones. Uno de los efectos metabólicos de la deficiencia es la acumulación en los tejidos de carbohidratos, solubles y de azúcares reductores. Se sabe que en las plantas superiores la deficiencia podría resultar en un bloqueo de la síntesis de piruvato, antes que la actividad de la quinasa pirúvica disminuya cuando el suministro de potasio es insuficiente:



Este efecto traería como consecuencia un acumulamiento de azúcares y una disminución en la producción normal de energía por los mecanismos oxidativos subsecuentes. Por otra parte, la deficiencia podría afectar la síntesis del almidón y de los ácidos grasos a partir del acetato derivado de la glicólisis. En algunos organismos deficientes en potasio se ha observado una disminución del contenido de almidón o insulina y de polisacárido de tipo levulina, efecto que podría tener relación con su requerimiento en algunos de los pasos de síntesis. La deficiencia provoca, así mismo, un acumulamiento de aminoácidos y amidas y de nitrógeno orgánico soluble, de lo que se infiere que el elemento es requerido en la catálisis responsable de la incorporación de aminoácidos en proteínas.

Por el alto contenido de potasio en la composición de la planta de café, así como en los frutos, se deduce que este es uno de los elementos principales en la nutrición de esta rubiácea. La exigencia de este elemento aumenta con la edad de la planta y la absorción máxima la experimenta el cafeto en lo avanzado del período de la fructificación. Los frutos en desarrollo acumulan potasio procedente de la traslocación que se efectúa a partir de las hojas adyacentes. La traslocación de nutrimentos de las hojas a los frutos altera las relaciones nutritivas y como consecuencia las hojas afectadas experimentan una disminución del nivel hídrico, una senectud prematura y a menudo muestran síntomas de deficiencias típicas de los elementos presentes en un mínimo relativo (clorosis, generalizada o entre las venas, quema de los bordes, etc.); finalmente ocurre la abscisión.

La deficiencia de potasa se manifiesta durante los estadios avanzados del crecimiento. Sus síntomas se caracterizan, particularmente, por la necrosis amarillo-rojiza de los márgenes foliares; ello se observa, por lo general en las hojas adultas. Análogo al caso ya citado del nitrógeno, la deficiencia de potasa puede conducir también a la marchitez de los ápices foliares.

Con estos antecedentes podemos concluir que el nitrógeno y el fósforo son particularmente importantes en las primeras fases de desarrollo del arbusto, el Nitrógeno y el potasio lo son para los arbustos ya cargados.

4.2.4 Calcio.

Existe la tendencia de considerar al calcio exclusivamente como enmienda del suelo. Su aplicación tiene como fin elevar el pH de los suelos ácidos a un valor más favorable; por otra parte mejora la estructura de los mismos. Al lado de estos efectos de acción directa, el calcio es, también, un vital elemento en la nutrición vegetal. Si bien, la cantidad que se requiere para producir un cambio en la

reacción del suelo es demasiado elevada, bastan solo pequeñas dosis de calcio para cubrir la demanda de la planta. De ahí, que aún en suelos fuertemente ácidos exista, por lo general, suficiente calcio para la nutrición adecuada de las plantas. Por estas razones y por contenerle muchos fertilizantes como componente secundario, se le atribuye al calcio poca importancia práctica como nutrimento vegetal.

Así como en el caso del potasio, las funciones del calcio dentro del metabolismo vegetal son también, en gran parte de naturaleza químico-coloidal; conjuntamente con otros iones regula el estado de turgencia del plasma coloidal, lo cual es necesario para la realización normal de las reacciones metabólicas. De esta manera el calcio influye sobre la economía acuosa de la planta, sobre los carbohidratos proteicos del metabolismo graso y sobre muchos otros procesos fisiológicos. Al mismo tiempo, los efectos del calcio y del potasio son de carácter antagónico mutuo. Contrario a la acción del potasio, el calcio causa la contracción del plasma, con lo cual fomenta la transpiración y la reducción de la absorción de agua. De ahí que la óptima relación potasio/calcio resulte ser de enorme importancia en el favorable equilibrio acuoso de la planta.

En contraste con el potasio, el calcio tiene poco movimiento de traslocación en la planta, acumulándose especialmente en los tejidos adultos. Conforme a ello, los síntomas de deficiencia de calcio se manifiestan en los tejidos más jóvenes, en los ápices radiculares y en las hojas que circundan los ápices vegetativos. Los márgenes foliares sufren una clorosis que, en comparación con la de las hojas deficientes en potasa, se desvanece gradualmente sobre los tejidos sanos. Asimismo, sufren ondulamientos irregulares, mostrando también, junto con los síntomas cloróticos, efectos de moteado o chamuscado de color café (Carvajal, 1972).

El consenso de los investigadores no favorece el uso de compuestos de calcio para efectos de modificar la reacción del suelo en aras de un incremento de la producción de café. Además, se sabe que un suministro liberal de dosis altas puede alterar fácilmente la nutrición del cafeto en lo que respecta a los elementos hierro y manganeso. Cabe añadir, que la aplicación de calcio sin un diagnóstico previo de laboratorio. Ofrece riesgo, ya que la adición bien puede no ocasionar prácticamente ningún cambio en la acidez si la capacidad de intercambio de cationes es alta; por el contrario, si es baja, puede saturar fácilmente el complejo coloidal, en cuyo caso la adición provocaría un desplazamiento de cationes; potasio, magnesio, manganeso y otros, e induciría una deficiencia de minerales. En el cultivo del café la adición se considera útil para corregir los síntomas severos de toxicidad causados por un exceso de manganeso disponible.

4.2.5 Magnesio.

Es un nutrimento esencial de los vegetales. Esto lo comprueba el hecho de ser uno de los constituyentes de la clorofila, pectina y fitina. Además de ello, ha de desempeñar toda una serie de diversas funciones, pues sólo una pequeña

fracción del magnesio total de la planta está combinada con las sustancias ya mencionadas. La mayor parte de este elemento se encuentra disuelto en el jugo celular, pudiendo trasladarse fácilmente por la planta. A esta fracción, al igual que al potasio y al calcio, se le atribuyen importantes funciones químico-coloidales, así como también su participación en las reacciones de la economía basal del vegetal. Tales reacciones, sin embargo, no han podido ser completamente aclaradas hasta la fecha. Con certeza se conoce la participación del magnesio en la síntesis de los carbohidratos, proteínas y lípidos, así como un cierto efecto catalítico en el sistema enzimático y en la síntesis de las vitaminas.

El magnesio es absorbido como catión divalente, pudiendo suministrarse en forma de sulfato, fosfato, carbonato u óxido. Al contrario al caso del calcio, el magnesio puede fijarse en muchos suelos en forma no intercambiable ($MgCO_3$). En tales casos, la nutrición magnésica vegetal puede realizarse a veces mucho mejor mediante aspersiones foliares que por aplicaciones al suelo. Los iones nitratos fomentan su asimilación, en tanto que los iones amonio, potasio y calcio lo restringen.

La respuesta a magnesio es muy posible que no ocurra en suelos jóvenes sino hasta después de varios años de permanencia bajo cultivo, pues el consumo por las plantas y la lixiviación reduce el nivel de disponibilidad. Resulta fácil provocar un desequilibrio en el suelo en la relación K/Mg por la adición periódica del primero, en cuyo caso el técnico debe estar en capacidad de aconsejar lo procedente para eliminar la causa de la deficiencia de magnesio inducida. Existe disponibilidad aceptable de magnesio cuando el cociente Ca/Mg cae entre 2 y 4, pero si es > 4 (hay cuatro veces más calcio que magnesio) debe recomendarse la aplicación adicional de magnesio o incluirlo en las formulas compuestas. Usualmente, un contenido de 4 por ciento, expresado como MgO, produce resultados satisfactorios. En lo avanzado del período de reproducción aparentemente el café, no absorbe las cantidades mínimas que necesita de magnesio en cuyo caso la aplicación al follaje debe dar buenos resultados.

4.2.6 Azufre.

El azufre se presenta en la planta en forma de ésteres sulfúricos (p. e. agar-agar procedente de algas rojas), como componente estructural de algunos aminoácidos como cistina o metiotina y de otras sustancias reactivas, así como también en algunos productos vegetales secundarios (p. Ej. aceite de ajo y de mostaza). Esto comprueba la vital necesidad de este elemento, siendo particularmente importantes sus funciones como constituyente de ciertas proteínas y enzimas, así como aquellas que desempeña en los sistemas de oxidación y reducción de la respiración y en la activación de los fermentos.

El contenido de azufre en las plantas es equivalente al contenido de fósforo, el que a este elemento se le haya brindado poca atención dentro de la fertilización vegetal se debe, por un lado, a la enorme reserva natural de azufre de la mayoría de los suelos, y por otro, a su presencia como componente de los fertilizantes (p.

e. sulfato de amonio, superfosfato, sulfato de potasa, kieserita y yeso). Sus síntomas de deficiencia son semejantes a los del nitrógeno, manifestándose por el uniforme amarillento de las hojas, y por la reducción del crecimiento vegetal.

4.2.7 Sodio, Cloro, Silicio y Aluminio.

Estos elementos se encuentran en la planta en cantidades considerables, no habiendo sido posible la comprobación de su necesidad en todos los vegetales. El sodio para cierta clase de plantas (Quenopodiáceas) parece ser un elemento de vital importancia (p. Ej. la remolacha azucarera y el algodón), ha podido comprobarse una reacción positiva a la adición de sodio. Bajo condiciones de deficiencia potásica el sodio puede asumir ciertas funciones químico-coloidales del potasio, liberándole de esta manera, para otros procesos metabólicos. El elevado contenido de sodio ejerce un efecto desfavorable en la estructura del suelo.

El cloro, al igual como acontece en el caso del sodio, su importancia de este nutrimento es también discutible. De las grandes cantidades de cloro que se encuentran presentes en la mayoría de las plantas, sólo vestigios de ellas son imprescindibles para el transcurso normal de los procesos metabólicos. Muchas plantas responden favorablemente a la fertilización con cloro; en otras, (p. e. tabaco, papa y diversas frutas y legumbres) puede elevar los rendimientos, en detrimento de la calidad. Las plantas bajo grandes concentraciones de cloro demandan mayor cantidad de calcio y potasio. Dado que el cloro es ion fuertemente hidrolizante incrementa la turgencia del plasma, hecho que le permite reemplazar parcialmente al nitrógeno en los vegetales que acumulan nitrato. De esta manera se libera al nitrógeno, para su participación en la síntesis proteica. El exceso de cloro ocasiona daños foliares muy semejantes a los que produce la deficiencia de potasio.

El silicio como nutrimento vegetal, no ha podido aclararse su importancia. La mayor parte de sílice se encuentra incrustado en los tejidos de la planta. Según parece sus depósitos en la epidermis le comunican al vegetal un cierto grado de resistencia al ataque de plagas y enfermedades. En variedades de arroz y cebada, cuya resistencia al ataque de ciertos hongos fue mayor, pudo establecerse un elevado contenido de sílice. Junto con ello el ácido silícico soluble parece favorecer la absorción de los fosfatos por la planta.

El aluminio, presente también en cantidades considerables en la planta, ejerce un efecto tóxico en la mayoría de ellas al presentarse en forma iónica en la solución del suelo (pH demasiado bajo). No obstante esto, un determinado contenido de aluminio suele producir favorables efectos en algunas plantas (p. e. el té).

4.3. Requerimientos nutricionales de microelementos en café.

4.3.1- Boro.

La deficiencia de boro, entre los elementos menores es la que con mayor frecuencia ocurre en los cultivos agrícolas. Al boro se le encuentra particularmente en los ápices vegetativos, flores y tejidos de conducción (floema), siendo su presencia especialmente necesaria en aquellos sitios donde se verifica una activa división celular. además, tiene una gran importancia en la germinación del polen, en la formación de frutos, flores y raíces, en la absorción de cationes y en el transporte de las sustancias dentro de la planta.

La zona cortical (cambium y floema) padece frecuentes daños a causa de la deficiencia de boro. Ellos van comúnmente acompañados de una intensa resinificación o gomosis. A causa de los daños que sufren los canales de conducción del cortex, necesarios para el transporte de los productos asimilados, tiene lugar una acumulación de hidratos de carbono en las hojas. Ello motiva la simultánea inhibición de la síntesis proteica, que conduce también a una acumulación foliar de los compuestos nitrogenados solubles.

El boro presenta una baja movilidad en la planta, que impide su translación de los tejidos adultos a los centros de mayor demanda. De ahí que la manifestación de su deficiencia tenga lugar primeramente en las zonas de crecimiento, las cuales mueren después de que las hojas padecen una intensa atrofia y deformación. Simultáneamente se presenta también la frecuente formación de brotes o yemas, que mueren también después de un determinado tiempo. Otros síntomas que acompañan frecuentemente a las deficiencias de boro suelen ser el agrietamiento de la corteza, la gomosis, la muerte de las ramas y la deformación que sufren los frutos y flores.

Aun cuando la deficiencia de boro puede presentarse en toda clase de suelos, ocurre con mayor frecuencia en los terrenos ligeros, que en los de tipo pesado. Su tratamiento efectivo se logra mediante aplicaciones de 16 - 34 Kg/ha de bórax, o bien con uso de superfosfato de boratado. Los repentinos períodos de sequía y el exceso de cal incrementan este tipo de deficiencia. Así como las plantas denotan una gran sensibilidad a la carencia de este elemento, su exceso resulta ser también de fatales consecuencias. Esto último se manifiesta primeramente, en contraste con la deficiencia, en las hojas adultas, que mueren mientras que los meristemas permanecen todavía largo tiempo sanos. El sistema radicular es también afectado, muriendo posteriormente. Lo mismo acontece con la raíces adventicias, después de haber sido fomentada su formación en gran escala.

4.3.2 Hierro.

El Hierro, como constituyente esencial de varias enzimas (fermentos de respiración, citocromo-oxidasa, catalasas, dipeptidasas, etc.) desempeña un

importante papel catalizador en la planta, resultando ser por ello el elemento clave de diversas reacciones reductivo-oxidativa, tales como la respiración, la fotosíntesis, la reducción de nitratos y sulfatos. La formación de la clorofila se encuentra relacionada con la presencia del hierro, sin llegar a ser éste un componente directo de su estructura.

Su absorción puede realizarse en forma divalente. La totalidad de los suelos agrícolas presentan un mayor contenido de hierro, que aquel que requiere la planta. Sin embargo, los suelos fuertemente calcáreos, así como los que contienen ácido fosfórico en demasía, que pueden sufrir una deficiencia secundaria a causa de la precipitación de los compuestos disponibles de hierro. Conjuntamente con la deficiencia que causa su fijación en el suelo, puede originarse la llamada deficiencia fisiológica como consecuencia del exceso de calcio, cobre y manganeso en la planta.

El hierro y el potasio guardan una estrecha relación, presentándose una acumulación de hierro en forma ionogénica en los nudos del tallo de las plantas de maíz deficientes en potasio. El potasio contribuye a la movilidad del hierro en la planta, con lo cual disminuyen las posibilidades de una deficiencia férrica. Por el contrario y bajo determinadas circunstancias, pueden reducirse también los síntomas de deficiencia potásica mediante el suministro de hierro.

El hierro posee una baja capacidad de traslocación en la planta, lo cual motiva la aparición de los primeros síntomas de deficiencia en los renuevos jóvenes. Sus hojas permanecen pequeñas, denotando una coloración amarillo pálida que, en ocasiones, se torna en blanca. Este tipo de deficiencia se manifiesta principalmente en árboles y arbustos cultivados, no así en plantas anuales, de resistencia aparente. Dado que el hierro que se suministra al suelo es fijado frecuentemente antes de ser asimilado, por la planta, resulta un tanto complicado combatir su deficiencia. En contraste con otros elementos menores, las aspersiones foliares (con sulfato ferroso) no siempre han dado buenos resultados. Las sales de complejos orgánicos de hierro, tales como el ácido ferro-etileno-diamino-tetra-acético, llamados quelatos, prometen buenos resultados, encontrando cada vez mayor aplicación.

4.3.3 Manganeso.

Al igual que el hierro el manganeso resulta ser también un elemento imprescindible en la formación de la clorofila, en la reducción de nitratos y en la respiración. Así mismo es catalizador de muchos otros procesos metabólicos, participando también en la síntesis proteica y en la formación de ácido ascórbico (Vitamina C).

Al manganeso le absorben las plantas sólo en forma divalente. Tanto la reacción ácida del suelo, como su baja aireación y alto contenido de humus fomentan la reducción del manganeso a su forma divalente, de fácil asimilación. Por el contrario, todas las medidas que incrementan los procesos de oxidación del suelo, a saber: intensa aireación, reacción alcalina, etc., conducen a su fijación intensa.

En ella pueden formar parte también los microorganismos del suelo. El potasio fomenta también la fijación del manganeso. Aun cuando la demasia del manganeso es capaz de ocasionar deficiencias férricas, puede suceder también que las plantas sufran una deficiencia simultánea de Fe y Mn. En tales casos las ramas jóvenes muestran las deficiencias férricas, mientras que las hojas adultas manifiestan los síntomas simultáneos de la deficiencia de manganeso (Ello se debe a la fácil movilidad del manganeso). La deficiencia de este elemento causa una clorosis, cuya apariencia es frecuentemente similar a la del magnesio. En ella adquieren las áreas foliares intercostales una tenue coloración verde, conservando las nervaduras su color oscuro. Este tipo de deficiencia puede combatirse por medio de una fertilización simple de sulfato de manganeso (45 - 67 Kg/ha), o mediante una aspersión del 0.5 - 2.0 del mismo compuesto.

4.3.4 Cobre.

Este elemento lo requieren también las plantas para sus procesos de oxidación reducción. Poco es lo que se sabe sobre su efecto específico en el metabolismo vegetal. En las plantas se han podido identificar diversas proteínas que contienen cobre, las cuales poseen un carácter enzimático. Según parece, el cobre fomenta la síntesis de vitamina A.

En aquellos casos donde el agua se torna un factor limitante, como suele ser bajo repentinos y prolongados periodos de sequía, los síntomas de deficiencia cúprica se presentan en forma muy marcada. Ellos se manifiestan en forma de clorosis, motivando en casos agudos, la defoliación y muerte de las ramas. Este tipo de deficiencias se ha convertido hoy en día en una rareza, debido al frecuente uso de fungicidas con contenido de cobre. Su exceso, al igual que el de los restantes microelementos, provoca efectos de suma toxicidad.

4.3.5 Zinc.

Muy limitados son los conocimientos que se tienen acerca de sus funciones específicas. No obstante de ello, la frecuente manifestación de sus síntomas de deficiencia en diversos frutales denota la importancia de sus funciones en el metabolismo vegetal. Bajo este tipo de deficiencia las plantas sufren, junto con la atrofia de los cloroplastos, un achaparramiento y enanismo, así como la formación de rosetas. Estas últimas tienen su origen en el considerable acortamiento de los entrenudos de las ramas jóvenes. Tal clase de deficiencia suele controlarse eficazmente mediante aspersiones de una solución del 0.5 - 1.5% de sulfato de zinc.

El café es muy susceptible a la deficiencia de boro, zinc y manganeso, la deficiencia de hierro es menos común y de menor importancia económica. La respuesta a los primeros es muy notoria cuando la deficiencia es severa por lo que es conveniente corregirla a la brevedad posible, de no ser así, esto se reflejara en una disminución significativa de la cosecha. La manifestación de los síntomas de estos elementos son difíciles de confundir en el campo y con un poco de práctica

se podrá identificar el elemento deficiente. Actualmente se cuenta con fórmulas que suplen uno o varios elementos mezclados con sustancias inertes para aplicación en espolvoreo. También se hace uso de mezclas (soluciones o suspensiones) que se aplican en aspersión.

4.3.6 Molibdeno.

El molibdeno es requerido por la planta en dosis ínfimas, tanto para sus procesos de absorción de nitratos como para la fijación de nitrógeno atmosférico por los nódulos radiculares de las leguminosas. Su deficiencia ha sido observada, en grado ascendente de en determinadas clases de legumbres, particularmente en la coliflor. El molibdeno es un ejemplo clásico del elemento menor, cuya presencia en cantidades mínimas, basta para la obtención de efectos óptimos, en tanto que la más ligera demasía de él conduce a serios daños en plantas y animales. La aplicación de dosis de 2.2 - 4.5 kg/ha de molibdato de sodio son suficientes para el control de las deficiencias de molibdeno.

4.3.7 Cobalto, Yodo, Fluor, Vanadio, Volframio.

Aunque de estos elementos no se ha comprobado que su deficiencia ocasione problemas para la producción del café si se ha observado aparición de síntomas patológicos en animales de pastoreo, reconocidas como deficiencias de cobalto. El cobalto es un componente de la vitamina B12, cuya necesidad es vital tanto para el hombre como para los animales. Investigaciones recientes han mostrado ser también necesaria una determinada cantidad de cobalto para el normal crecimiento de las plantas.

El hombre y los animales requieren el yodo y el flúor para la síntesis hormonal y el desarrollo dental. Sin embargo, hasta ahora no ha sido posible determinar su necesidad en las plantas. Tanto el vanadio como el volframio son requeridos por ciertas bacterias autótrofas, fijadoras de nitrógeno.

4.4. Fertilización del café.

La reacción del cafeto a un tratamiento fertilizante no se manifiesta por lo general en forma tan clara y rápida como acontece en muchos otros cultivos tropicales (p. ej. cítricos, piña, caña de azúcar). En particular, los factores climatológicos pueden encubrir los efectos de la fertilización. En la mayoría de los casos la eficacia de un tratamiento fertilizante se experimenta al segundo o tercer año de su ejecución, ya que las ramas dos años son las primeras en cargarse de cerezas, con tal motivo, es necesario prevenir la elevada demanda de un alto rendimiento por medio de un oportuno y generoso suministro de nutrimentos. Una característica de este cultivo es la muerte de numerosas ramas a consecuencia del completo agotamiento de las sustancias de reserva de los arbustos, después de obtenerse consecutivamente dos buenas cosechas. La muerte de las ramas y la disminución

de la productividad pueden ser eficientemente prevenidas por medio de un adecuado abastecimiento de nutrimentos, particularmente N y P, ya que estos fomentan la formación y almacenamiento de carbohidratos. Además debemos tomar en cuenta que un apropiado tratamiento de fertilizante reduce también los daños que causan las enfermedades y las plagas.

4.4.1 Métodos de aplicación.

En la aplicación de cualquier método de fertilizantes debe tomarse en cuenta, que la fracción disponible de los elementos minerales que se aplican en el suelo dependen de la solubilidad de las fuentes de fertilizantes y del remanente que escapa a la fijación química y biológica por parte del suelo y al lavado por el agua gravitante. De ahí que en caso del nitrógeno sea particularmente importante adaptar el tratamiento a las condiciones pluviométricas y al ritmo de crecimiento de las plantas. Dado el grado de movilidad de N en el suelo, lo cual le permite alcanzar siempre con facilidad la zona radicular del cafeto, deberá aplicarse este nutrimento al voleo sobre el área total. El P por el contrario, deberá llevarse artificialmente hasta la región radicular a causa de su práctica inmovilidad edáfica. Su mejor aprovechamiento se logra si se le incorpora en el suelo mezclado con abonos orgánicos y composta, en torno a los arbustos o bien en las hileras mismas. El K por su parte, ocupa al respecto una posición intermedia entre el N y P; consecuentemente es aconsejable aplicar una porción del fertilizante K al voleo, junto con el N, e incorporar el resto en el suelo acompañado de ácido fosfórico.

Otro importante método de aplicación que cobra importancia es el uso de abonos, ya que juegan un papel decisivo en la disponibilidad nutrimentos por su relación íntima con las características intrínsecas del suelo en función de la ecología. Los resultados diferirían si la aplicación es de fuentes individuales o en mezcla mecánica o química. Una buena alternativa sería utilizar la pulpa de café como abono orgánico, por su alto contenido de materia orgánica que tiene (arriba del 99%), investigaciones recientes han reportado que al aplicar cantidades de 10 a 20 lbs/arbusto favorece su uso como abono para los cafetos.

Un importante método para la determinación de la necesidad de nutrimentos y del tipo de tratamiento fertilizante requerido lo proporciona el análisis foliar. A fin de obtener valores comparables en el análisis foliar deberán emplearse invariablemente las hojas que procedan de igual punto de inserción en las ramas; asimismo deberán provenir de ramas portadoras de cerezas. Loué recomienda usar el cuarto par de hojas a partir de la yema terminal.

4.4.2 Época de aplicación.

La época y frecuencia de la aplicación de fertilizantes en café, consiste en subdividir el nivel del N en tres aplicaciones por año y en dos las dosis de F y K. En las dos primeras adiciones debe mezclarse la mitad del P y K en cada una de ellas, con algún complemento de Mg y B si se juzga necesario. La primera

aplicación debe realizarse al inicio de la estación húmeda y aproximadamente dos meses después la segunda, la tercera aplicación de N solo, se recomienda hacerla al final de la estación lluviosa. Cabe mencionar que debe implementarse un sistema de poda racional en combinación con este plan de fertilización, porque, son factores determinativos de una alta producción.

4.5. Situación socioeconómica y política de la comercialización de café.

4.5.1 Antecedentes.

La comercialización de café en nuestro país va íntimamente relacionada con las políticas económicas aplicadas en este sector que prácticamente han generado un cambio radical en los últimos años. Durante cerca de 30 años la comercialización de café en México se rigió bajo un sistema que pretendía establecer normas y criterios que regulasen las actividades de los diferentes sectores que participaban en el manejo de las cosechas cafetaleras, a través de un organismo estatal llamado Instituto Mexicano del Café (INMECAFE). Esta concepción estaba acorde con las políticas de participación estatal que durante mucho tiempo se aplicaron en la comercialización de los productos agropecuarios. De esta manera INMECAFE tenía como principales objetivos: a) que los productores recibieran el más alto ingreso posible por su cosecha a través de los precios remunerativos y oportunos; b) buscar que la industria nacional contara con suficientes suministros de café verde que permitieran satisfacer su consumo interno y alentar su incremento. Estos objetivos eran complementados con un tercero que promovía una mayor generación de divisas al país por concepto de exportación.

El INMECAFE maquilaba una gran parte de la producción nacional mediante la compra estatal de café, por los volúmenes acopiados le permitía establecer un precio mínimo de compra en el campo, a partir del cual se definían los precios de los intermediarios y beneficiarios privados. Este sistema de comercialización era operado en dos vertientes: Comercialización rural y Privada, el INMECAFE acopiaba la producción del sector social, mediante la instalación de centros receptores. El acopio se realizaba a través de una modalidad semejante a la consignación (recepción del café, industrialización del mismo, almacenaje y venta), con ello el productor recibía por su café, el anticipo de acuerdo al precio fijado por el comité de comercialización del INMECAFE, y al término de la cosecha se le entregaba la liquidación, que era el resultado de la venta de su producto menos los gastos de comercialización. Por su parte, la comercialización Privada, se instrumentaba y adecuaba cada año un sistema de comercialización vigente para cada cosecha. Dicho programa contemplaba las reglas que sector privado debía cumplir para operar en el ciclo cafetalero y que iban desde el registro ante INMECAFE de los centros de compra, hasta la observancia del precio mínimo de compra del campo, Asimismo, se precisaba la declaración de inventarios sujetos a recuentos físicos necesarios para la asignación de la cuota de exportación correspondiente, de acuerdo a las reglas de la Organización Internacional de Café.

Cuadro 2 Estados productores y superficie destinadas al cultivo de 1978 A 1992.

EDO.	1978	1978	1982	1982
	Produc.	Sup.	Produc.	Sup.
CHIS.	32,000	139,300	46,657	163,268
VER.	30,700	95,000	39,931	98,196
OAX.	14,000	62,500	30,016	103,326
PUE.	15,000	37,300	17,549	33,593
GRO.	5,000	25,000	8,434	40,939
HGO.	12,000	30,550	12,053	23,582
S.L.P.	9,000	18,000	10,117	17,511
NAY.	900	5,700	1,590	10,431
JAL.	300	2,700	300	2,700
TAB.	800	1,428	1,154	2,627
COL.	500	1,000	492	1,051
QRO.	100	150	228	446
TOT.	120,300	418,628	168,521	497,670

EDO.	1989	1989	1992	1992
	Produc.	Sup.	Produc.	Sup.
CHIS.	46,657	163,268	73,742	228,254.30
VER.	39,931	98,196	67,227	152,457.40
OAX.	30,016	103,326	55,291	173,765.10
PUE.	24,196	53,437	30,973	62,649.20
GRO.	8,434	40,939	10,497	50,773.30
HGO.	22,823	44,117	25,630	42,403.80
S.L.P.	15,580	30,908	12,920	23,702.50
NAY.	2,985	16,636	3,730	18,731.40
JAL.	1,044	4,117	800	3,060.00
TAB.	788	2,027	788	2,236.00
COL.	791	2,356	783	2,776.30
QRO.	311	612	248	356
TOT.	193,556	559,939	282,629	761,165.30

FUENTE: CONSEJO MEXICANO DEL CAFE CON BASE EN DATOS DE LOS CENSOS DEL IMECAFE.

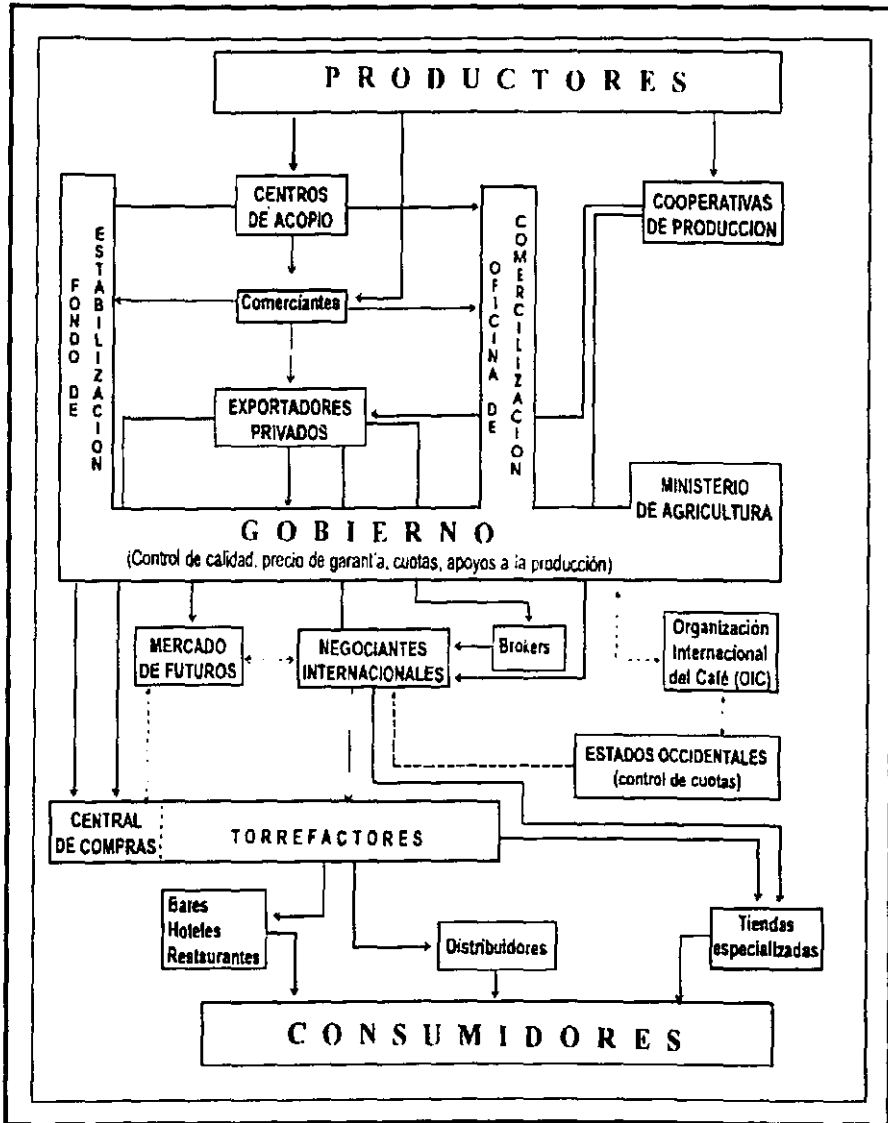


Fig. 2 Diagrama de comercialización antes de la desaparición de INMECAFÉ.

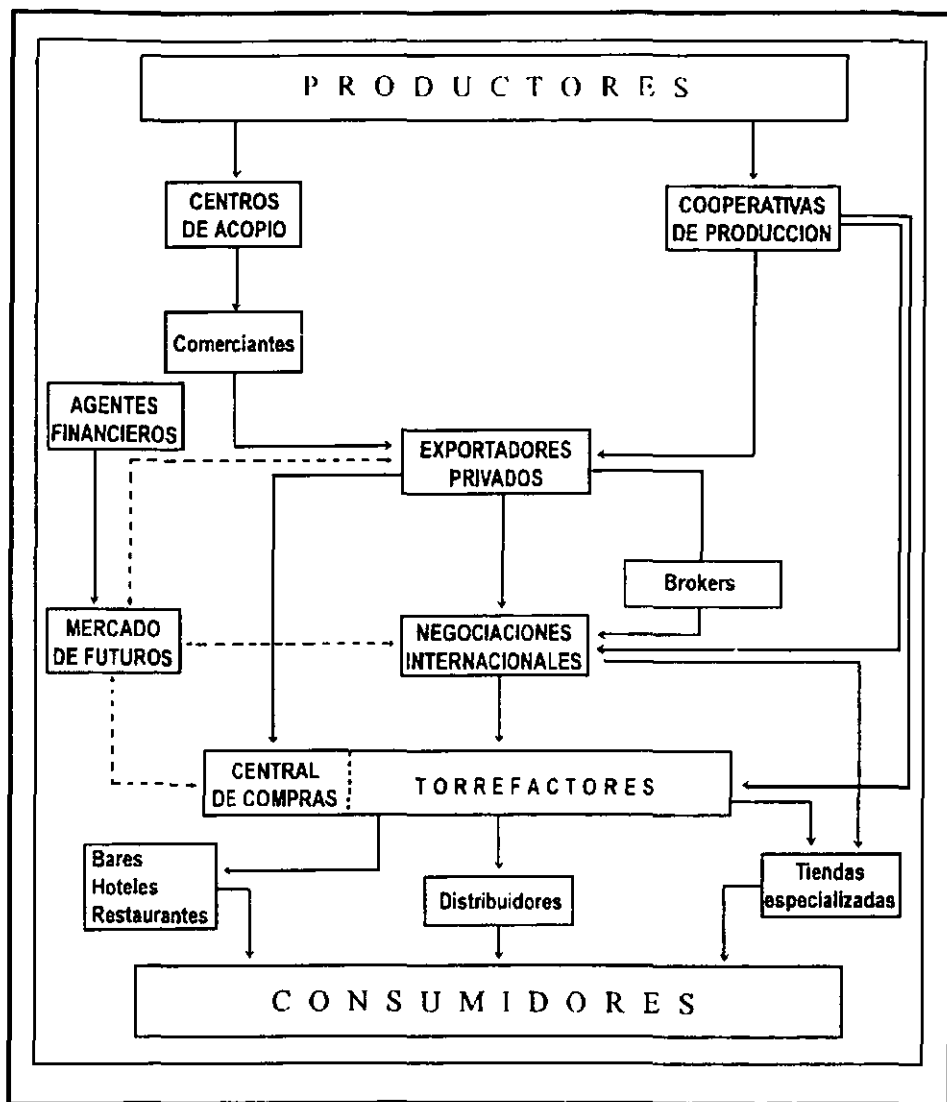


Fig. 3 Diagrama de comercialización después de la desaparición de INMECAFÉ

Dicho esquema de comercialización estuvo vigente hasta diciembre de 1989, debido a que se firma por parte del Gobierno Federal y el Instituto Mexicano del Café, el Convenio de Saneamiento Financiero. Mediante el cual se instrumentó el retiro de INMECAFE de sus actividades primarias; en el financiamiento, acopio, beneficiado y comercialización. Dejando solamente algunas actividades: asistencia técnica, la investigación-experimentación y la representación internacional. Sin embargo, los acontecimientos en el mercado internacional; rompimiento del esquema de cuotas en la Organización Internacional del Café (OIC), la caída del precio del café derrumbado de un nivel cercano a 100 dólares el quintal (6,740 pesos el Kg), a cerca de 48 dólares (3,235 pesos el Kg), originaron que la desregularización se diera en forma acelerada, retirándose el INMECAFE de dichas funciones en diciembre de 1990.

Cuadro 3 Producción y exportación.

PERIODO	SUPERFICIE COSECHADA Ha.	Volumen Producido (Miles sacos de 60 Kg.)	Volumen Exportado (Miles de Sacos de 60Kg)	Valor de las Exportaciones (Miles de dolares)
1988-99	560,343	5,440	3,739	530,891
1989-90	560,217	5,150	4,359	422,954
1990-91	558,415	4,586	3,506	384,545
1991-92	558,500	5,159	3,119	266,030
1992-93	559,891	4,421	3,061	271,585
1993-94	592,565	4,116	3,150	437,200
1994-95	615,516	4,159	3,257	678,043
1995-96	683,166	5,300	4,579	663,843
1996-97	690,077	5,100	4,381	858,364
1997-98	700,087	4,801	3,882	770,731
1998-99	713,095	4,750	4,085	550,821

En consecuencia se liberaron los volúmenes de exportación, en el mercado interno se eliminó el precio de mínimo de campo, los recuentos de existencias y la obligación de abasto interno industrial. Transfirió así mismo 48 plantas agroindustriales que se dedicaban particularmente al beneficiado del producto. Además desató la proliferación de coyotes, mismos que hasta la fecha tienen acopiada la producción de café pagando por ella precios bastante bajos, viéndose afectados los productores.

Esta situación se agrava más al paso de los años por el aumento progresivo de los costos de producción; lo cual se debe al incremento de mano de obra (Deshierbe, poda, cosecha, etc.), de los combustibles y energía eléctrica, de los productos agroquímicos y de manera muy particular para las agroindustrias el pago de derechos por el uso del agua y los costos de tratamientos de las descargas líquidas, asociados a un aumento de las regulaciones de protección al medio

ambiente.

En un esfuerzo encabezado por el Instituto para la Plantación del Desarrollo en Junio de 1992, encabezado por Adan Galindo se pretendió constituir el Fideicomiso para la Inversión y Administración del Fondo Regulador de la existencia del café (FIDECAFE), donde participan descafeinizadores, Nacional Financiera y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, donde se pretendió, fundamentalmente en las etapas de producción primaria y la agroindustrial, los productores conservaran la mayor parte de capital patrimonial del fideicomiso en un 51.7%. Este Fideicomiso opero sobre tres grandes áreas para lograr sus fines: Investigación, Desarrollo Tecnológico y de incubación de Empresas de Base Tecnológica, que se enfocan principalmente a evitar la contaminación producida por la pulpa y el mucilago del café que, durante el beneficio se descarga en cuerpos de agua contaminándolos.

Sin embargo, después de operar durante 9 años, el fideicomiso deja de cumplir con sus objetivos de invertir el patrimonio de los productores de depósitos bancarios a valores que den mayor rendimiento en el mercado y que los recursos se inviertan, previa autorización del comité técnico, en programas y proyectos prioritarios para el desarrollo y mejoramiento de la cafeticultura.

Los cambios de Administración Sexenal del Gobierno Federal en la continuación de la planificación, elaboración y culminación de proyectos, así como la aplicación de los mismos. Han provocado la marginación de las áreas productoras de café en México a tal grado que estas han sido abandonadas por no ser redituables, no suficiente con esto, la producción de café en nuestro país depende de factores internos como externos.

Lo que el panorama nacional indica que el sector cafetalero vive la peor crisis de todos los tiempos; carteras vencidas descapitalización del sector, financiamiento insuficiente, poca participación del sector social en la comercialización e industrialización, concentración por parte de transnacionales y comercio del café industrializado, alto minifundismo en el sector, problemas fitosanitarios (plagas y enfermedades), la guerra de Chiapas que ha afectado zonas cafetaleras, la caída de los precios internacionales, los cuales están sujetos a los vaivenes de la cotización de la bolsa de valores de Nueva York, la cual ha mantenido un valor promedio de 108.57 dólares por quintal (saco de 46 Kg.), contra los 153.86 dólares del anterior. etc., han sido los problemas que en los últimos años han caracterizado al sector afectando su producción y su rendimiento.

Cuadro 4 Producción por estado y ciclo.

ESTADO	1995-96	1996-97	1997-98	1998-99	1999-2000
	*m.s. 60 kg	m.s. 60 kg.	m.s. 60 kg.	m.s. 60 kg.	m.s. 60 kg.
CHIAPAS	1,449.08	1,742.60	1,573.39	1,551.18	2,152.30
VERACRUZ	1,571.70	1,173.73	1,392.38	1,333.96	1,561.20
OAXACA	764.34	736.41	490.22	624.75	810.16
PUEBLA	905.69	809.93	820.25	758.40	920.68
HIDALGO	170.98	190.21	154.85	119.65	279.87
S.L.P.	81.00	74.91	46.27	43.68	120.58
NAYARIT	100.34	109.53	90.87	92.29	99.84
JALISCO	8.47	9.38	7.67	6.76	14.91
TABASCO	7.28	7.22	6.59	5.85	6.01
COLIMA	15.52	13.59	14.05	14.37	15.24
QUERETARO	1.75	1.37	1.63	0.93	0.94
TOTAL	5,300.02	5,099.90	4,800.92	4,750.00	6,192.97

* Miles de sacos de 60 kg.

Cuadro 5 Volumen y valor de las exportaciones.

CICLOS	VOLUMEN EXPORTADO (MILES DE SACOS DE 60 Kg.)			VALOR DE LAS EXPORTACIONES (Miles de Dlls.)		
	OTROS SUAVES	CAFÉ ORGÁNICO	TOTAL	OTROS SUAVES	CAFÉ ORGÁNICO	TOTAL
1995/96	4,540.14	38.72	4,578.86	656,386.99	7,455.98	663,842.97
1996/97	4,317.31	63.35	4,380.66	842,976.88	15,387.88	858,364.76
1997/98	3,651.95	229.96	3,881.91	720,536.46	50,194.15	770,730.61
1998/99	3,958.37	126.22	4,084.59	528,797.56	22,024.41	550,821.97
1999/2000	4,979.62	158.28	5,137.90	642,883.64	26,095.14	668,978.78

Cuadro 6 Porcentaje del Volumen y del valor de las exportaciones.

CICLOS	% DEL VOLUMEN EXPORTADO EN EL CICLO			% DEL VALOR DE LAS EXPORTACIONES		
	OTROS SUAVES	CAFÉ ORGÁNICO	TOTAL	OTROS SUAVES	CAFÉ ORGÁNICO	TOTAL
1995/96	99.15	0.85	100.00	98.88	1.12	100.00
1996/97	98.55	1.45	100.00	98.21	1.79	100.00
1997/98	94.08	5.92	100.00	93.49	6.51	100.00
1998/99	96.91	3.09	100.00	96.01	3.99	100.00
1999/2000	96.92	3.08	100.00	96.10	3.90	100.00

4.5.2 Situación actual de la cafeticultura.

A mediados de los años 80, cuando México se preparaba para implantar los programas de ajuste estructural neoliberales, algunos cafeticultores minifundistas (2 has máximo) se empezaron a organizar, para poder sustituir al Instituto Mexicano del Café (INMECAFE), pues ya desde entonces se rumoraba su desaparición. Este grupo de productores constituye la Coordinadora Estatal de Café de Oaxaca (CEPCO), que tiene influencia en todas las regiones cafetaleras de dicho Estado (Mixteca Alta, Sierra Norte, Sierra Sur, Istmo, Mixes, Mazateca).

La falta de continuidad de los programas gubernamentales, así como la desaparición de los institutos representativos del café han generado un retraso estructural y tecnológico de por lo menos 20 años, principalmente en el beneficio del café, ya que se necesita crear nueva maquinaria, modernizar el proceso productivo del beneficiado para atacar el problema de las aguas residuales y tener una mayor productividad evitando pérdidas o mermas. Las nulas prácticas culturales (deshierbe, fertilización, poda, control de plagas y enfermedades) en el manejo del cultivo por parte de los productores han bajado los rendimientos/ha. A pesar que esta situación solo se ha visto reflejada en los productores. Hoy se hace necesario que se redimensione la situación que guarda este producto en nuestro país, reconocer y aprender de los errores planteando alternativas viables que permitan una pronta recuperación del sector.

Cuadro 7 Consumo interno de café.

CONCEPTO	1994	1995	1996	1997	1998
Consumo interno total (Kg).	81,633,720	54,420,900	76,271,940	73,362,120	71,459,280
Consumo interno total (Sacos de 60 Kg).	1,360,562	907,015	1,271,199	1,222,702	1,190,988
Población Mexicana	89,515,012	91,120,433	92,760,601	94,430,292	96,130,037
Consumo per cápita anual	0.9120	0.5972	0.8222	0.7769	0.7434

A pesar de todas estas avenencias, el café es un producto clave para la economía nacional, se calcula que cerca de tres millones de personas viven directa e indirecta de él. Actualmente nuestro país ocupa el cuarto lugar como productor y el quinto en producción exportable, solamente detrás de Brasil, Colombia e Indonesia, (Fig. 4). Lo cual indica una captación de divisas importantes para la economía del país. Tan solo se considera que durante el periodo 1984-1993 el

café genero divisas que representan el 20% en divisas generadas conjuntamente por la agricultura, silvicultura y ganadería. De tal manera que ha sido el principal producto de exportación del sector agropecuario (Fig. 5), apenas superado por el rubro acumulado que se refiere a las legumbres y las hortalizas.

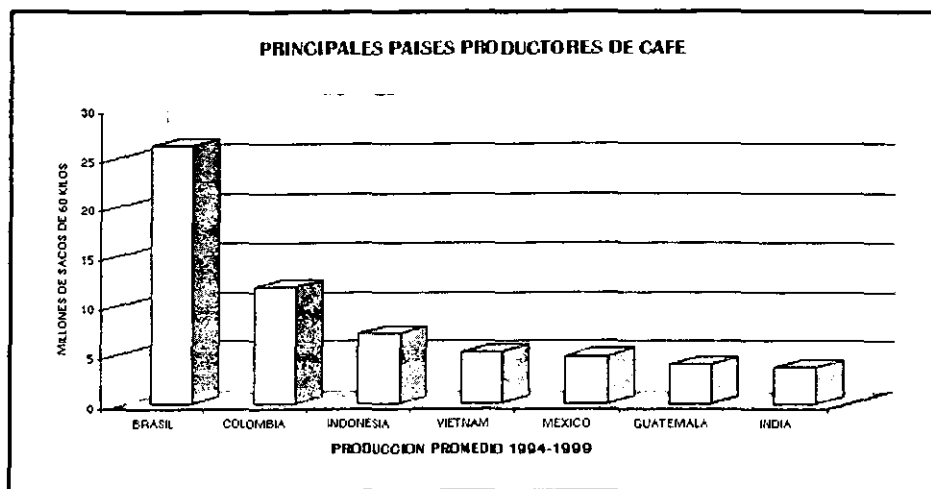
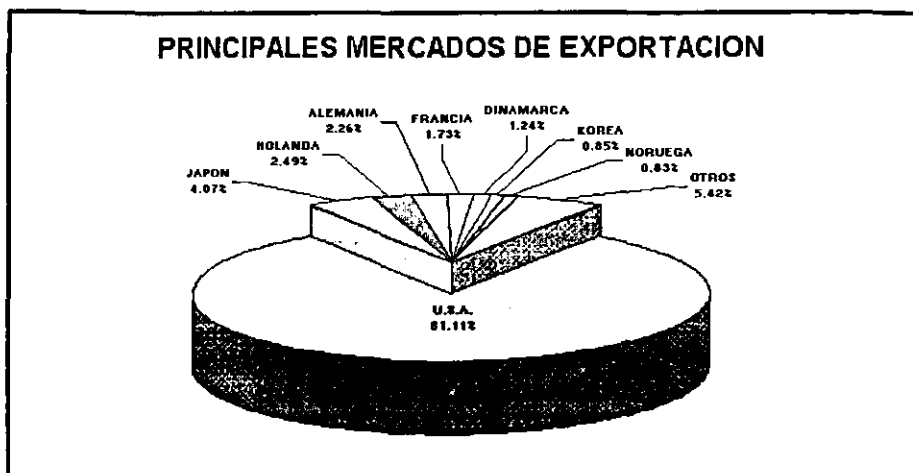


Fig. 4 Principales países productores de café.

Cuadro 8 Precio promedio de exportación (dóls/100lb).

CICLOS	OTROS SUAVES	CAFÉ ORGÁNICO	DIFERENCIAL	% DEL DIFERENCIAL
1995/96	109.30	145.59	36.29	33.20
1996/97	147.61	183.63	36.02	24.40
1997/98	149.16	165.01	15.85	10.63
1998/99	100.93	131.91	30.98	30.69
1999/2000	98.43	124.63	26.20	26.62

Fig. 5 Principales mercados de exportación.



Cuadro 9 Exportación de diferentes tipos y calidades de café.

TIPO	EXPORTACIONES Ciclo 1998/1999(Sacos de 60 Kgs.)
VERDE:	
Prima Lavado	2,741,461
Altura	875,624
Desmanche	81,177
Buen Lavado	70,788
Extra Prima Lavado	53,521
Natural	20,502
Lavado	6,807
Maragogype	4,781
Robusta	3,034
TOTAL	3,857,695

TIPO	EXPORTACIONES (Sacos de 60 Kgs.)
INDUSTRIALIZA DO:	
Soluble	217,115
Tostado	14,577
Extracto	2,072
TOTAL	233,764

Cuadro 10 Exportación de café orgánico mexicano al Continente Americano.

	CONTINENTE AMERICANO	CICLO 1995/96	CICLO 1996/97	CICLO 1997/98	CICLO 1998/99	CICLO 1999/2000	TOTAL DE LOS CICLOS
1	U.S.A.	10,933	17,762	119,074	34,637	31,520	213,926
2	CANADA			1,167	575	431	2,173
3	ARGENTINA			148	15	101	264
	TOTAL SACOS DE 60 Kg.	10,933	17,762	120,389	35,227	32,052	216,363

Cuadro 11 Exportación de café orgánico mexicano al Continente Europeo.

	CONTINENTE EUROPEO	CICLO 1995/96	CICLO 1996/97	CICLO 1997/98	CICLO 1998/99	CICLO 1999/2000	TOTAL DE LOS CICLOS
1	ALEMANIA	14,606	13,478	32,295	23,611	31,798	115,788
2	HOLANDA	6,330	7,533	16,422	13,024	22,772	66,081
3	ESPAÑA			13,800		2,688	16,488
4	DINAMARCA	1,150	7,475	17,779	28,290	27,025	81,719
5	SUECIA	1,725	6,038	9,775	8,769	16,774	43,081
6	ITALIA	2,131	2,013	2,588	2,217	2,841	11,790
7	FRANCIA	288	1,750	2,346	1,581		5,965
8	NORUEGA		2,013	3,335	1,438	1,898	8,684
9	AUSTRIA	863	863	863	288	575	3,452
10	SUIZA	265		713	1,662	2,172	4,812
11	BÉLGICA		144	575	1,294		2,013
12	REINO UNIDO		120	288	1,311	5,923	7,642
	TOTAL SACOS DE 60 Kg.	27,358	41,427	100,779	83,485	114,466	367,515

Cuadro 12 Exportación de café orgánico mexicano al Continente Asiático.

	CONTINENTE ASIATICO	CICLO 1995/96	CICLO 1996/97	CICLO 1997/98	CICLO 1998/99	CICLO 1999/2000	TOTAL DE LOS CICLOS
1	JAPON	426	4,189	8,789	7,511	11,378	32,293
2	EMIRATOS ARABES					300	300
3	NUEVA ZELANDIA					29	29
4	COREA					56	56
	TOTAL SACOS DE 60 Kg.	426	4,189	8,789	7,511	11,763	32,678

Cuadro 13 Exportación total de café orgánico mexicano.

TOTAL SACOS DE 60 Kg.	38,717	63,378	229,957	126,223	158,281	616,556
CRECIMIENTO DE EXPORTACIONES	39%	64%	263%	-45%	25%	309%
TOTAL DE PAISES	10	12	16	15	17	19

14 Exportación de café orgánico en los ciclos 95/96, 96/97, 97/98, 98/99, 99/2000.

CONCEPTO	EMPRESAS EXPORTADORAS	EMPRESAS IMPORTADORAS EN PAÍS DESTINO	PAÍSES IMPORTADORES
1995/96	11	29	10
1996/97	21	51	12
1997/98	45	76	16
1998/99	29	74	15
1999/2000	41	78	17

Cuadro 15 Exportación de café descafeinado y orgánico.

TIPO	EXPORTACIONES (Sacos de 60 Kgs.)
OTROS:	
DESCAFEINADO (Incluidos todos los Tipos y Calidades)	310,544
ORGÁNICO (Incluidos todos los Tipos y Calidades)	126,223
TOTAL	436,767

Consejo Mexicano del Café

A pesar de que el cultivo no ha recibido el impulso requerido para superar la crisis acumulada, en los estados tradicionalmente cafecultores, mantienen la superficie

Cuadro 16 Pronóstico de cosecha 1999/2000.

ESTADO	SUPERFICIE TOTAL (Ha)	SUPERFICIE PRODUCTIVA	PRODUCCIÓN DE SACOS DE 60 Kg.
COLIMA	2,776	2,671	15
CHIAPAS	228,254	214,632	2,152
GUERRERO	50,773	48,794	211
HIDALGO	42,403	38,998	279
JALISCO	3,060	2,976	14
NAYARIT	18,731	16,648	99
OAXACA	173,765	163,395	810
PUEBLA	62,649	57,618	920
QUERETARO	356	342	
S.L.P.	23,702	21,555	120
TABASCO	2,236	2,106	6
VERACRUZ	152,457	143,360	1,561
TOTAL	761,162	713,095	6,192

Se observa una disminución en la superficie productiva en todos los estados.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en tres etapas principales, tubo una etapa preliminar de gabinete, donde con información cartográfica y bibliográfica se identifico con precisión el área de estudio, se determino la técnica de muestreo a seguir y el número de muestras a tomar. Una vez obtenido esto, la primera etapa consistió en la selección de variedades de café, para lo cual se visito la zona cafetalera de Veracruz, particularmente la región de Córdoba y Coscomatepec, donde se seleccionaron semillas de la variedad Gárnica con selección de frutos rojos y Catuaí con selección de frutos amarillos; la variedad Gárnica fue desarrollada por IMECAFE del cruzamiento de selecciones mexicanas de Mundo Novo 15 y de Caturra amarillo 13, sus principales características son; porte bajo, gran capacidad de producción y excepcional vigor. La variedad Catuaí fue formada por el Instituto Agronómico de Campina (IAC), en Brasil e introducida y adaptada a la cuenca cafetalera de Coatepec, Ver. En el año de 1965, sus principales características son: Porte pequeño, alta capacidad de producción y altos rendimientos por unidad de superficie, Se adoptaron técnicas de manejo y experiencias de los productores locales para exportarlas e introducir las en el área de estudio.

La segunda etapa consistió en establecer las variedades en el área de estudio ubicando un semillero en la parte baja, de fácil acceso, con disponibilidad de agua y sin problemas de inundaciones, sobre este se colocaron bolsas de polietileno con suelo esterilizado de aproximadamente 3 Kg c/u, se sembraron 2 pesetillas por bolsa, y se mantuvieron en cuidado continuo hasta que alcanzaron una altura de 30 cm. posteriormente se establecieron en el lugar definitivo, con base en las características de las variedades y a las condiciones ecológicas del lugar tuvieron una excelente adaptación.

La tercera etapa comprendió la caracterización del suelo, el cual se realizó mediante el muestreo de criterio agronómico a dos profundidades (0 - 25 cm. y 25 - 50 cm.), siguiendo las normas establecidas para este fin; con las muestras obtenidas se llevaron a cabo los análisis de laboratorio, con metodologías preestablecidas y recomendadas para este fin, dichos análisis se realizaron en el laboratorio de investigación de suelos (L-211), donde se determinaron los porcentajes de nitrógeno y micronutrientes presentes en el suelo, para determinar el grado de fertilidad existente e incorporar los nutrientes faltantes. Se hizo también la descripción de tres perfiles que dieron elementos para conocer las características físicas de estos suelos, para que, conjuntamente con los análisis de fertilidad se pueda recomendar un manejo adecuado para la explotación comercial de este cultivo.

5.1. Descripción del Área de Estudio.

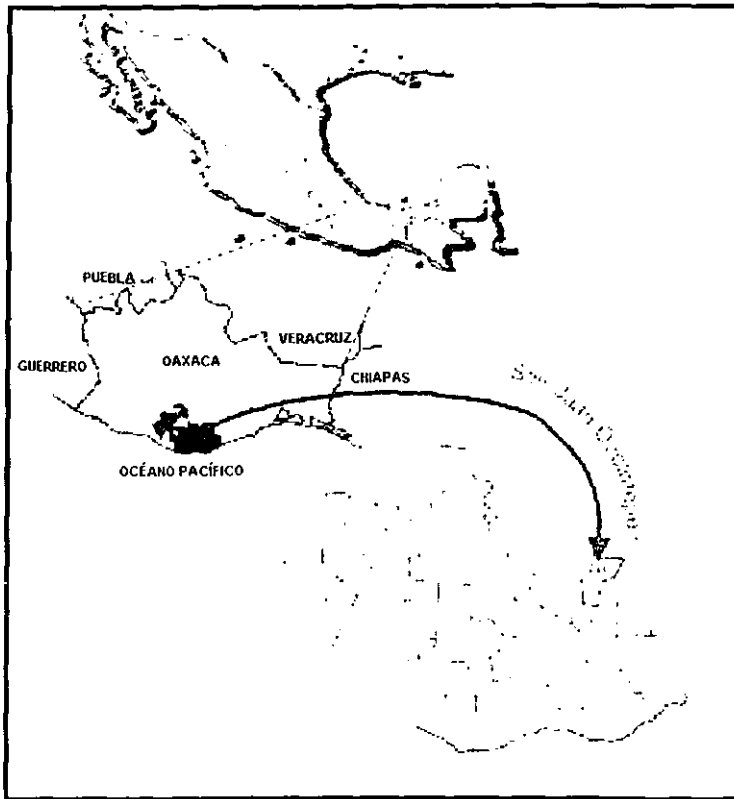


Fig. 6 Localización del área de estudio.

Cuadro 17 Municipios de la región 10 Pluma Hidalgo.

	Municipio		Municipio
12	Candelaria Loxicha	254	San Mateo Río Hondo
59	Miahuatlán de Porfirio Díaz	266	San Miguel del Puerto
71	Pluma Hidalgo	291	San Pablo Coatlán
85	San Agustín Loxicha	306	San Pedro el Alto
113	San Baltasar Loxicha	324	San Pedro Pochula
117	San Bartolomé Loxicha	344	San Sebastián Coatlán
148	San Francisco Ozolotepec	366	Santa Catarina Loxicha
153	San Gabriel Mixtepec	413	Santa María Huatulco
159	San Jerónimo Coatlán	424	Santa María Ozolotepec
211	San Juan Ozolotepec	439	Santa María Tonameca
236	San Marcial Ozolotepec	495	Santiago Xanica
253	San Mateo Piñas		

5.1.1 Localización.

El Estado de Oaxaca se localiza en la porción sureste de la República Mexicana entre los 15° 39' y 18° 42' de latitud norte, y los 93° 52' y 98° 32' de longitud oeste. Limita al norte con Veracruz y Puebla, al sur con el Océano Pacífico, al este con Chiapas y al Oeste con el estado de Guerrero.

San Juan Ozolotepec (cerro del tigre) pertenece al distrito de Miahuatlán (Fig. 6), a su vez se encuentra en la Sierra Madre del Sur, que corre a todo lo largo de la costa con dirección noroeste-sureste, con una anchura de 150 km., aproximadamente, presenta altura promedio a los 2000 m.s.n.m., llegando haber elevaciones superiores a los 3000 m.s.n.m.; esta a su vez se une a la Sierra Madre de Oaxaca, que en conjunto dan forma al macizo montañoso.

5.1.2 Hidrografía.

La visión hidrográfica resulta compleja por la orografía y los macizos montañosos que la forman y dan origen a la multitud de corrientes intermitentes. Los principales ríos que circundan en el estado en la Vertiente del Pacífico son: el río Verde, Copalita, Ometepec, Oustula, Juchitan y Tehuantepec; los más caudalosos son el verde y el Tehuantepec. El primero esta totalmente localizado en Oaxaca y nace en valle central, atraviesa la parte sur del estado. El Tehuantepec en la región istmica, es el principal aportador de la presa Benito Juárez que desemboca cerca de Salina Cruz en un sitio llamado Bahía Bentosa.

Los recursos hidrográficos del distrito están constituidos por los ríos Atoyac, Copala y Miahuatlán, de afluentes de los ríos Mijangos y Grande, además de pequeños arroyos que corren principalmente durante la época de lluvias.

Su principal afluente de San Juan Ozolotepec es el río Santa Cruz que nace en el Cerro del Balcón y del macizo montañoso que en el se encuentra, además cuenta con pequeños arroyos que fluyen durante todo el año (S.B.C., 1987).

5.1.3 Clima.

Esta reportado como (A) C (W²) (W) big. Semicálido, con temperaturas anuales entre los 18 - 22°C, presentándose ocasionalmente heladas cortas; la temperatura del mes más frío es superior a los 18°C, siendo su temperatura media anual superior a los 18.1°C; es el más húmedo de los subhúmedos, con coeficiente de Lang es mayor a 55.3 su régimen de lluvias se concentra en verano, aunque se presentan las lluvias más fuertes desde Mayo a Octubre, de ahí su característica de verano fresco y largo (b), es también isotermal, es decir, que su temperatura

media anual no tiene una variación mayor de 5°C de temperatura media mensual, siendo la media mensual 18.1°C; es tipo Ganges es decir, que la temperatura máxima se registra antes de Junio (solsticio de verano) pudiendo presentarse el mes más cálido en Abril o un mes antes o un mes después (García, 1973).

5.1.4 Topografía.

Las características topográficas son de montaña en transición a alta montaña, geofomas con ladera de cañada con altitudes que oscilan desde los 900 m.s.n.m. hasta los 3800 m.s.n.m.; la primera a 12 km en línea sureste del punto de referencia y los segundos en dirección noroeste a 20 km.

El relieve reportado en el área de estudio es convexo cóncavo con pendientes medias estimadas al 100%, llegando a ser superior y microrelieve característico en general a suelos de ladera (Carta Topográfica 1:50 000 La merced del potrero E14D89 Oaxaca, INEGI 1968).

5.1.5 Clasificación y uso del suelo.

El suelo predominante de la zona de estudio esta clasificado como, nitisol eutrico; su nombre se deriva de la palabra latina nitidus = brillante. Literalmente, suelo brillante; connotativa de las superficies brillantes de los pedrs. Presenta una saturación de bases de más del 50% en su horizonte B argílico. Su símbolo es (N).

Son suelos que se localizan en ciertas zonas muy lluviosas, tanto cálidas como templadas. Su vegetación natural es, como en el caso de los Luvisoles y Acrisoles, de bosque o selva.

Se caracterizan por poseer un subsuelo muy profundo, enriquecido con arcilla. Normalmente tienen una capa superficial delgada, y el subsuelo se extienden desde su limite inferior hasta más de metro y medio de profundidad. Sus colores son rojizos casi siempre.

Son suelos que contienen un horizonte B argílico, con una distribución de la arcilla tal que el porcentaje de la misma no disminuye en más del 20% dentro de los primeros 150 cm. De profundidad; carentes de un horizonte A mólico; carentes de un horizonte álbico; carentes de la formación de lenguas que son de diagnóstico para los Podzoluisoles; carentes de propiedades férricas y vérticas; sin plintita dentro de los primeros 125 cm de profundidad; carentes de un régimen de humedad árido.

Son suelos caoliniticos fuertemente intemperizados, cuya característica principal es el crecimiento constante de la arcilla con la profundidad hasta alcanzar un máximo en el horizonte medio permaneciendo después uniforme durante cierta profundidad. En seguida se registra una disminución constante a medida que el

material se vuelve menos intemperizado. El horizonte medio con el contenido máximo de arcilla por lo general, es considerado como un horizonte B argílico, pero a menudo la ausencia o la baja frecuencia de revestimientos de arcilla y la transición gradual del límite superior hacen que esa designación resulte algo débil. En muchos casos las propiedades intrínsecas de los horizontes individuales son similares a las de los Ferrasoles o los Cambisoles Férricos pero con un incremento de arcilla en el horizonte medio. Como a menudo el contenido de revestimientos de arcilla es reducido y el contenido de arcilla permanece uniforme en cierto espesor, no parece que la translocación de arcilla sea el mecanismo primario de la formación de esos suelos. Más bien se piensa de la intemperización progresiva y la hidrólisis de la arcilla en el horizonte superior son los procesos que conducen a la reducción del contenido de arcilla.

Estos suelos presentan una fertilidad que puede ser de moderada a baja, por lo que requieren fertilización constante y abundante, los rendimientos agrícolas sean variables. Se utilizan para cultivar granos y con pastizales inducidos dan buenos resultados en la cría de bovinos. El uso forestal es el que mejor conserva las potencialidades de estos suelos, que son muy susceptibles a la erosión.

Estos suelos presentan una fertilidad que puede ser desde moderada hasta baja, ya que sus rendimientos agrícolas sean variables. Se utilizan para cultivar granos y, en zonas tropicales o semitropicales, para otros cultivos tales como el tabaco en la costa de Nayarit. Con pastizales inducidos dan buenos resultados en la cría de bovinos. El uso forestal es el que mejor conserva las potencialidades de estos suelos, que presentan una susceptibilidad a la erosión que fluctúa entre moderada y alta.

Son suelos que se localizan en ciertas zonas muy lluviosas tanto cálidas como templadas. Su vegetación natural es de bosque o selva. La zona se caracteriza por poseer un suelo muy profundo, enriquecido con arcilla. Normalmente tienen una capa superficial delgada y el subsuelo se extiende desde su límite inferior hasta más de un metro y medio de profundidad. Sus colores son rojizos casi siempre y son ácidos e infértiles (FitzPatrick, 1985)

5.1.6 Flora y fauna.

La vegetación está constituida por pino, oyamel, encino, aile, monte bajo y pastizal, además de biznagas, cactus y órganos. La fauna está formada por tlacuache, armadillo, conejo, liebre, tuza, águila, gorrión y quebrantahuesos.

5.2. Etapa de Campo.

5.2.1 Obtención y Selección de las Semillas de las Variedades.

Para seleccionar las semillas de las variedades se recorrieron los cafetales en la

región de Veracruz, particularmente, Córdoba y Coscomatepec; después de la cosecha y precisamente en el periodo de secas con la finalidad de escoger el material más adecuado para su propagación. En esta selección para cada variedad se tomaron las plántulas más representativas, y de ellas las cerezas que, dentro de límites medios denotaron mayor tamaño, buen grado de maduración, buena conformación, exentas del ataque de plagas o enfermedades, que estuvieran libres de cualquier percance. Dentro de la misma planta, el material que se alude, normalmente se encuentra en las ramas centrales del cafeto y sobre todo en las que se tiene mejor iluminación y por consiguiente un desarrollo normal, también se procuro que los cafetos no fueran demasiado jóvenes ni viejos. Todas estas características técnicas se consiguieron mediante la asesoría técnica del Ing. Juan Pantoja que tiene a cargo esta región; Asimismo, se observaron las diferentes formas de explotación de los productores y se analizaron cuales podrían ser adoptadas para introducirlas en el área de estudio.

Se seleccionaron semillas de las variedades Garnica con selección de frutos rojos y Catuai con selección de frutos amarillos; la variedad Gárnica fue desarrollada por IMECAFE del cruzamiento de selecciones mexicanas de Mundo Novo 15 y de Caturra amarillo 13, sus principales características son; porte bajo, gran capacidad de producción y excepcional vigor. La variedad Catuai fue formada por el Instituto Agronómico de Campina (IAC), en Brasil e introducida y adaptada a la cuenca cafetalera de Coatepec, Ver. en el año de 1965, sus principales características son: Porte pequeño, alta capacidad de producción y altos rendimientos por unidad de superficie, se adoptaron técnicas de manejo y experiencias de los productores locales para exportarlas e introducirlas en el área de estudio

5.2.2 Muestreo de suelo.

El muestreo de suelos realizado en esta investigación fue con el objetivo de conocer la fertilidad de éste así como la disponibilidad de los componentes nutritivos para el cultivo de café. El conocer los macro y microelementos presentes en el área de estudio fueron la base para el establecimiento de las variedades Catuai y Garnica, así como para optimizar su manejo. El muestreo se realizó en una superficie aproximada de 4 hectáreas cuya topografía presenta pendiente y el área recientemente se abrió al cultivo mediante la roza-tumba e incorporación de residuos vegetales. El diseño de muestreo que se siguió para la ubicación de los pozos de muestreo fue por criterio. Se tomaron 3 puntos de muestreo/ha, se obtuvieron un total de 6 submuestras.

5.2.3 Características generales de la zona de estudio.

Parte del trabajo de campo consistió en recabar información relacionada con aspectos generales del área de estudio.

Cuadro 18. Datos generales.

Característica	Descripción
Topografía	De montaña en transición a alta montaña.
Geoforma	Ladera de cañada con oscilación de altitudes hasta de 3400 m.s.n.m.
Relieve	Varia desde 900 msnm a escasos 12 km en línea recta al SW del punto de referencia.
Pendiente	Convexa-cóncava cercana y superior al 100%.
Microrelieve	Suelos de ladera.
Vegetación	Bosque de coníferas y quercus o encinos.
Nativa	Esta constituida principalmente por pino, oyamel, encino, aile, monte bajo y pastizal.
Forma de vida	Predominante árbol y matorral.
Función	Subperenifolia (25-50% caducifolias).
Tamaño de las formas de vida	Mediano.
Cobertura	Compacta o continua de 100 a 200%.

5.2.4 Preparación del terreno con sistema Roza-Tumba e incorporación de residuos vegetales.

Este es un sistema empleado desde el neolítico (ConKlin, 1963), lo define como un sistema agrícola continuo en el que los claros del terreno de carácter no permanente se cultivan durante periodos, los cuales son más cortos que los periodos de barbecho o descanso. Este sistema consiste en los siguientes pasos:

- a) Selección del terreno. Consta de 3 Has. Con facilidad de desmonte, poca incidencia de plagas y enfermedades, topografía aceptable, con disponibilidad de agua y a una hora de distancia de la residencia del productor.
- b) Limpia del terreno. Se realizo cuando la vegetación baja y de enredadera estaba en pleno desarrollo vegetativo mediante el macheteo o roza, así como la tumba de árboles, exceptuando aquellos que puedan dar sombra al cafeto o de algún valor en especial.
- c) Retiro de la madera, que se utilizó para la construcción de los semilleros, manufactura de utensilios, combustible, etc.

d) Picado y distribución uniforme de la vegetación que se incorpore como materia orgánica.

5.2.5 Preparación del Semillero.

Se selecciono una parte plana del terreno, sin problemas de inundación o encharcamiento, libre de piedras, troncos o raíces, lo más cerca de la fuente de agua y en el mismo lugar donde se estableció el vivero. El semillero de café es el lugar donde se puso a germinar la semilla hasta obtener una plántula, la cual se transplantará a otro sitio llamado vivero. Esta forma de propagación tiene la finalidad de concentrar en el terrero una cantidad grande de semilla para su germinación, para que de esta forma se controlen algunos factores que influyen en la germinación, como: profundidad de siembra, sombra y control de malezas, plagas y enfermedades.

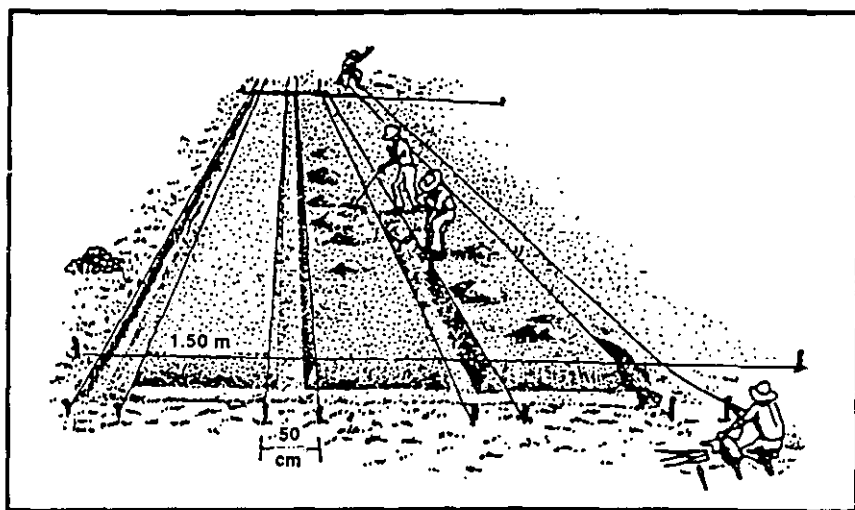


Fig. 7 Preparación del semillero.

5.2.6 Mezcla del Suelo.

Una vez seleccionado el lugar donde se establecería el semillero, se preparó una mezcla de suelo con las siguientes características; una parte de arena con dos de tierra de monte, se elimino todo el material que dificultara la homogenización de la mezcla como piedras, raíces o troncos.

5.2.7 Desinfestación del suelo.

Con la idea de tener plántulas libres de patógenos, se procedió a la desinfección del suelo, aplicando formol al 10% rociando el suelos con este producto y cubriéndolo con polietileno por tres días.

5.2.8 Formación de camas.

Con estacas y un cordel se realizo el trazo de las parcelas de las camas que quedaron formadas de 1.20 m. x 3.00 m. Al hacer el trazo se procuro que las hileras de los postes quedaran al centro de la parcela para que permitiera el paso por los canales.

5.2.9 Siembra del café.

La siembra del café se llevo a cabo en los meses de Marzo-Abril, se aplico una densidad de siembra de 2 kg. Un día antes de la siembra se regaron las camas, al siguiente se surcaron con un rastrillo especial de madera con dientes gruesos y separados cada 8 cm. El surcado se realizo en sentido transversal a la cama y a una profundidad de 2 cm. En el fondo del surco se coloco la semilla a chorillo con una distribución uniforme procurando que quedaran 50 semillas en un metro de surco (600 semillas por metro cuadrado). Colocada la semilla se cubrió el suelo con el lomo de un rastrillo arrastrándolo en sentido del surco y detallando con la mano (Fig. 6).

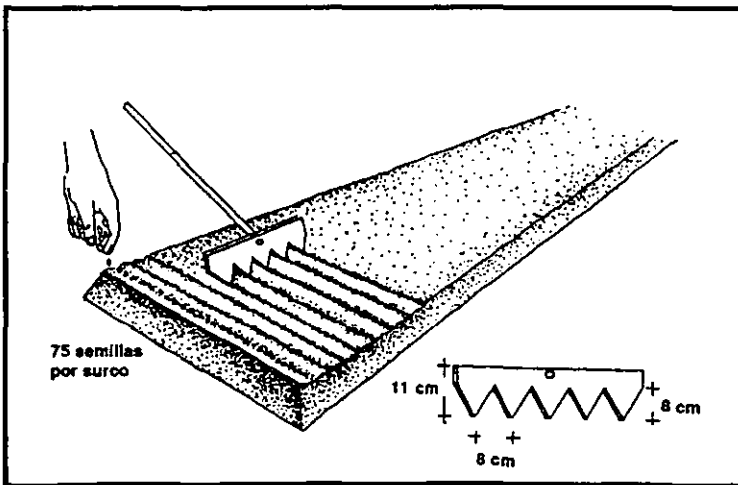


Fig. 8 Siembra en el semillero.

5.2.10 Manejo del semillero (sombreado y riego).

Para que la semilla germine bien se requiere de bastante humedad, para lo cual hay que estar regando constantemente, para que el suelo este húmedo, pero sin encharcamiento de agua. El semillero se cubrió con polietileno con el fin de conservar la humedad del suelo y evitar que la lluvia o el riego descubriera semilla. El deshierbe o control de malas hierbas se llevó a cabo a mano tan pronto fueron apareciendo estas fueron arrancadas. Cuando emergieron las primeras plántulas en fase de grapa (Fig. 7). aproximadamente 5-6 semanas después de la siembra se retiró la cubierta de polietileno para completar su etapa de desarrollo dentro del semillero.

5.2.11 Preparación del vivero.

El vivero se instaló a un costado del semillero con el objeto de transplantar las plantas obtenidas del semillero. En este sitio el esparcimiento entre plantas es más amplio para permitir que estas tengan un buen desarrollo y puedan ser llevadas al campo sin riesgos para que entren en producción lo más posible. El vivero se llevó a cabo en bolsas de polietileno de 4 Kg. c/u con una población de total de 7,000 plantas.

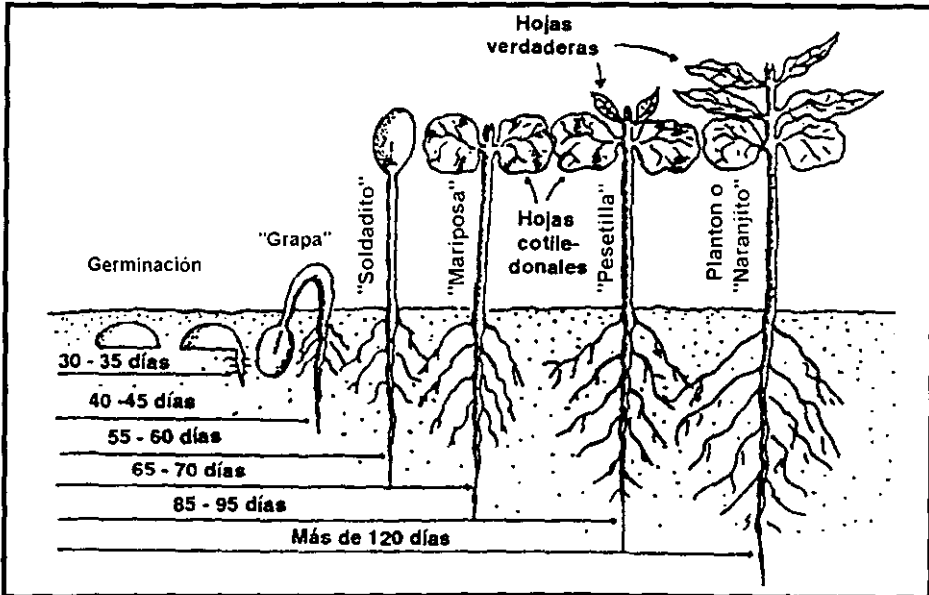


Fig. 9 Fenología del café en el semillero

5.2.12 Mezcla y desinfección del suelo.

Del mismo terreno se obtuvo tierra de monte, que fue acarreada hasta el lugar de establecimiento del vivero, se eliminaron piedras, ramas e impurezas, para facilitar el llenado de las bolsas. Una vez juntada una gran cantidad de tierra de monte, se amontono en una pila alargada para su desinfección. En este caso se utilizaron de 2 litros de formol al 40%, estos dos litros se disolvieron en 98 litros de agua; esta solución se aplicó con regadera mojando completamente el suelo, posteriormente se cubrió con un plástico de polietileno negro por 5 días y se dejó orear por otros 5 días para posteriormente hacer el llenado de las bolsas.

5.2.13 Llenado de bolsas.

Con el suelo desinfectado se procedió al llenado de las bolsas de polietileno con aproximadamente 4 kg. de suelo cada uno. Para lo cual se ponen 3-4 cm. de suelo en el fondo de la bolsa compactando este con un mazo, de tal manera que de soporte a la bolsa y al suelo con que posteriormente se llenará está, el resto del suelo se va poniendo por capas apretándolo pero sin compactarlo.

5.2.14 Transplante.

Una vez llenas las bolsas se transplantan en fase de mariposa o inicio del primer par de hojas. Con una estaca se hace un hoyo ligeramente fuera del centro de la maceta y tan profundo como la raíz de la planta; se introduce la raíz en el interior del hoyo, procurando que no se doble y que quede hasta el cuello o nudo vital, con la misma estaca se aprieta enterrando ésta a un lado y presionando hacia el centro del tubo y posteriormente con las manos se termina de apretar. Todas las pesetillas con raíces defectuosas deben ser eliminadas (Fig. 8), ya que estas pueden generar cafetales con baja productividad.

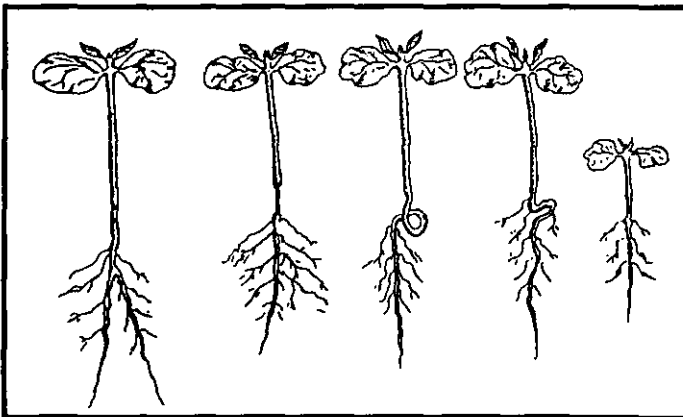


Fig. 10 Plantas que deben ser eliminadas por presentar raíces defectuosas.

5.2.15 Manejo del vivero.

A los quince días después del trasplante se pueden detectar las plantitas que no prendieron, notándose por un marchitamiento o secamiento; estas deben arrancarse y en su lugar transplantar otras. El desarrollo de las malezas es primordial controlarlo ya que estas compiten con las plántulas de café robándoles el agua y los nutrientes. Además las malezas son hospederas de plagas y enfermedades que pueden acabar con la planta de café. Por lo que cada vez que aparezcan las malezas, estas deben eliminarse manualmente en esta etapa. Deben contar con humedad constante sin llegar a saturarse, ya que una deficiencia de esta provocaría que las plantas crezcan delgadas, amarillentas o que pierdan hojas;

5.2.16 Establecimiento de la plantación.

Antes de describir este punto es importante señalar que la producción de un cafetal depende, en gran medida, del manejo que se le dé, por eso es necesario adaptar un sistema de manejo o mejoramiento de la plantación. Para el establecimiento de esta plantación de café se consideraron factores determinantes como son: La intención y el objetivo con el que se estableció la plantación; Los recursos con los que se contaban: económicos, materiales y humanos, así como, el ecológico que nos determinó el lugar idóneo para el establecimiento de la plantación. Considerados estos puntos se estableció la plantación con las variedades Garnica y Catuai, con una densidad de población de 6,000 plantas en 3 Has. Delimitado por la topografía del lugar.

5.2.17 Trazo de la plantación.

Para el trazo de una plantación simétrica es importante conocer las características de las variedades de café a establecerse: superficie, aire, luz y espacio entre cada una de ellas para su óptimo desarrollo. Una vez conocida la variedad, densidad de población y topografía del terreno se aplicó el trazo de plantación de tres bolillo donde tres cafetos en la plantación forman un triángulo de tres lados iguales de 2×2 .

5.2.18 Preparación de Cepas.

Dos meses antes del trasplante de la plantación deben hacerse los hoyos con dimensiones de 40 cm. De profundidad, largo y ancho. En el momento de empezar a cavar, la tierra que se extraiga de los primeros 30 cm. deberá depositarse a un lado de la cepa y la de los segundos 30 cm. del lado contrario. Se dejó el hoyo destapado durante 10 días para que existiera aireación, sirviendo como desinfectante natural, ya que la acción de la radiación solar directa puede eliminar algunas plagas del suelo. Para el llenado de las cepas debe ponerse los primeros 20 cm. Al fondo para uniformizar la textura del suelo.

5.2.19 Plantación.

Para el trasplante de la plantación, se seleccionaron los plantón de la variedad desarrollada, de apariencia sana y vigorosa, que tuviera de 2 a 3 cruces y un desarrollo de crecimiento normal. Se deshierbó en forma de redoncel (círculo) la cepa para tener mayor tiempo libre de malezas, evitando la competitividad entre estas y el cafeto, y ser hospedantes de plagas y enfermedades. Se habrá un espacio en medio de la cepa, se retira la bolsa de polietileno se deposita el cafeto cuidando que quede en la posición correcta y que el cuello o nudo vital del plantón este al ras del suelo. Se deberá apisonar bien alrededor del cafeto, logrando una buena fijación del plantón.

Como parte final se agrega una cantidad de tierra alrededor del cafeto, de manera que forme un montículo, así cuando se sienta la tierra, el punto donde se sembró el cafeto quedará al ras del suelo. Si no se hace esto, al compactarse la tierra se formara, un hoyo en el cual podría acumularse el agua de lluvia, ocasionando pudrición en la raíz y la muerte del cafeto. Un mes después del trasplante se verifico el prendimiento o pegado de la planta reponiendo aquellas que no sobrevivieron.

5.2.20 Manejo de la plantación (labores culturales, regulación de sombra, riego, control de plagas y enfermedades).

Las principales labores del cultivo del cafetal fueron: Regulación de sombras; riego; control de malezas y la conservación del suelo. Para la regulación de sombras en el momento del establecimiento de cafetal se introdujeron especies nativas: cuajilote o cuajinicuil, en nahuatl cuauhxilotl o auve-quec, es un árbol del género *Bursera*; *Parmentiera edulis* D.C.:, cuyas características principales son: árbol de 4 a 9 metros de altura, muy ramificado desde la base, de copa amplia, crecimiento rápido y de abundante follaje. Tanto el sombreado como la presencia abundante de materia orgánica que se incorporo al suelo con la Rosa-Tumba, dieron a esté una uniforme estructura y constante humedad lo que permitió el desarrollo sano y extenso del sistema radicular que condujo a un mejor aprovechamiento de las reservas de agua y de nutrientes. Todas las labores culturales del café fueron orientadas hacia el enriquecimiento del suelo, de ahí que no se realizará la Quema y toda la vegetación existente se incorporará como materia orgánica evitando con esto la erosión eólica, pluvial y la radiación solar directa. Los riego se establecieron cada 3 días durante su trasplante y en época de sequía dirigido al cajete. Durante este proceso continuamente se estuvo controlando que emergieran malezas controlándose estas manualmente y con machete estas siempre se estuvieron incorporando al suelo.

5.3. Etapa de Laboratorio.

Las muestras de suelo obtenidas de los tres perfiles del área de estudio, fueron analizadas en el laboratorio de suelos donde bajo técnicas y metodologías

establecidas se obtuvo la caracterización, física y química del suelo donde fueron establecidas las variedades Catuai y Garnica.

5.3.1 Diagnóstico de fertilidad.

La fertilidad de un suelo es variable, puede ser disminuida cuando hay escasez de nutrimentos o cuando no están equilibrados y disponibles; mediante estudios de fertilidad se puede conocer la concentración de los principales nutrimentos y adicionar únicamente la cantidad necesaria de fertilizantes, entre otras características que permitan conocer la calidad agrícola del suelo.

5.3.2- Propiedades Físicas.

5.3.2.1-Textura.

Esta característica del suelo nos indica la proporción de los componentes minerales (arcillas, limos y arenas), lo que determina la porosidad, estructura y drenaje del suelo y con base en esas características el uso del suelo y por consiguiente las prácticas de manejo varían. La determinación se realizó con la técnica de sedimentación de Bouyoucos.

5.3.2.2 Densidad aparente.

Se define como la relación de una masa de suelo entre su volumen total, permite calcular el peso de un área de suelo a una cierta profundidad, para poder relacionarlo con el contenido de nutrimentos en Kg/ha. El incremento de la densidad aparente del suelo con el transcurso del tiempo es indicador de un manejo inadecuado lo cual origina fuerte compactación. Se obtuvo por medio de la técnica de la probeta y se calculó mediante la relación masa - volumen.

5.3.2.3 Densidad real.

Permite deducir de forma aproximada la composición química de las partículas sólidas más abundantes del suelo, a través de la relación masa volumen. Se empleó la técnica del matraz.

5.3.2.4 Porcentaje de espacio poroso.

Nos permite inferir las condiciones hídricas y de aireación del suelo. Se obtiene mediante la relación de la densidad aparente/ densidad real, expresado en %. en la fórmula siguiente:

$$\%E.P. = 100 (1 - \delta_{ap} / \delta_{real})$$

5.3.2.5 Color.

El color del suelo permite caracterizar los procesos que se presentaron durante su génesis, en campo sirve para diferenciar los horizontes o capas también puede deducirse condiciones de drenaje. Las cartas de color de Munsell caracteriza los principales colores mediante las variables de tinte, brillantez e intensidad. El color se determinó tanto en seco como húmedo.

5.3.3 Propiedades Químicas.

5.3.3.1 Materia orgánica.

Es importante conocer la cantidad de materia orgánica presente en un suelo, dado que ésta influye en diferentes propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo entre las que se encuentran: aumenta el % de espacio poroso, favorece retención de humedad, mejora infiltración de agua, suministra nutrimentos esenciales, modera cambios de acidez y/o alcalinidad, retiene nutrimentos, es habitat y fuente de energía para microorganismos, mejora drenaje y estructura. Para su determinación se empleo el método de Walkey y Black.

5.3.3.2 pH real y pH potencial.

El pH real Indica la concentración de iones H^+ que se encuentran disociados en la solución del suelo al momento del muestreo de suelos, el pH potencial es el valor mínimo de pH que se puede encontrar en un suelo en condiciones normales, es importante conocer la la acidez, neutralidad y alcalinidad de un suelo porque influye en la solubilidad y disponibilidad de los diversos nutrimentos, en la actividad de microorganismos y contribuye en la mineralización de sustancias orgánicas entre otras. Se obtuvieron por el método del potenciómetro utilizando una relación suelo agua de 1:2.5 para pH real y de KCl 1N para pH potencial.

5.3.3.3 Fósforo.

Este elemento es muy importante en diferentes eventos que se realiza en las plantas como la formación y crecimiento de raíces, floración, madurez, ayuda a la formación de semillas, forma parte de los ácidos nucleicos, fosfolípidos, fuente de energía (ATP). Para su determinación se empleó el método colorimétrico de Olsen.

5.3.3.4 Nitrógeno.

El nitrógeno interviene en diferentes funciones metabólicas de las plantas, junto con diferentes elementos como el potasio, fósforo, azufre, calcio, entre otros. En el suelo se encuentran en diferentes iones asimilables como Nitrato (NO_3) y Amonio

(NH₄); para la adición de este elemento a las plantas en forma de fertilizante es importante conocer la cantidad disponible que contiene el suelo. La técnica y metodología empleada para su determinación es la de Kjeldahl empleada a macro y micro escala y realiza la conversión del Nitrógeno a (NH₄)₂ SO₄.

5.3.3.5 Bases intercambiables (Ca, Mg, Na y K).

Calcio. A nivel celular, el calcio es fundamental dado que mantiene a las células juntas, forma sales con ácidos orgánicos e inorgánicos en el interior de las células, además de regular la presión osmótica de éstas. El calcio presente en la solución del suelo es un elemento nutritivo importante para las plantas e interviene con el valor del pH, entre otros.

Magnesio. Constituyente mineral de la molécula de clorofila, lo que lo sitúa como elemental para la vida vegetal, se encuentra en las semillas y esta relacionado con el Fósforo y la activación de numerosos sistemas enzimáticos.

Ambos nutrientes se determinaron por el método complejométrico con Etilendinitrilotetracetato (EDTA), obteniendo la concentración en miliequivalentes /100 g. de suelo.

Potasio. Elemento esencial en el metabolismo de hidratos de carbono o formación y transformación del almidón, metabolismo y síntesis de proteínas, activación de enzimas, apertura y cierre de estomas, entre otros. La deficiencia de este elemento en el suelo, provoca una serie de alteraciones en la planta y sintomatología específica.

Sodio. El exceso de este elemento en el suelo causa problemas, dado que forma sales solubles neutras o alcalinas. en grandes cantidades es más competitivo y excluye potasio, calcio y magnesio de los sitios de intercambio de los coloides del suelo, también el exceso de este elemento aumenta el valor del pH por lo que se limita la asimilación de diversos nutrimentos, interfiere en la absorción de agua por las plantas, entre otras.

Ambos elementos se determinaron por flamometría y se obtuvieron valores en ppm, los cuales se transformaron para potasio a Kg/ha.

5.3.3.6 Capacidad de intercambio catiónico total.

El conocimiento de este proceso es importante en el desarrollo de las plantas, más para aquellas que se desarrollan en lugares húmedos debido a que es probable que compuestos nutritivos sean lixiviados. Cuando un suelo tiene una adecuada capacidad de intercambio catiónico total es el equivalente a tener un "deposito" de iones nutritivos que son cedidos a medida que son consumidos por las plantas. Suelos con una baja C.I.C.T. requiere de la aplicación de materia orgánica o

composta así como el uso de fertilizantes. Se determinó empleando el método de percolación y saturación con Cloruro de Calcio y desplazamiento con Cloruro de Sodio y titulación con EDTA. La Capacidad de intercambio catiónico total se obtuvo en miliequivalentes meq/100 g de suelo.

5.3.3.7 Porcentaje de saturación de bases.

Es la cantidad de sitios de intercambio que están ocupados por las bases intercambiables (sodio, potasio, calcio y magnesio), cuando el catión sodio se encuentra en baja concentración, se considera un buen índice de fertilidad del suelo.

$$\%S.B. = \frac{\sum Ca, Mg, Na, K}{CICT} \times 100$$

5.3.3.8 Boro, Fierro, Zinc y Manganeso.

La determinación de estos elementos se realizó mediante la metodología por absorción atómica en el laboratorio de Edafología del Colegio de Postgraduados.

VI. RESULTADOS

6.1 Resultados de la caracterización física y química de los suelos.

Todos los resultados del análisis del suelo, se interpretaron mediante comparación con las tablas de interpretación de Moreno Damhe (1980).

6.1.1 Propiedades Físicas

Cuadro 19 Textura.

POZO	PROF. (cm.)	% ARCILLA	% LIMOS	% ARENA.	CLASIFICACION TEXTURAL
1	0 - 25	33.80	32.00	34.20	FRANCO ARCILLOSO
	25 - 50	35.98	31.00	33.02	FRANCO ARCILLOSO
2	0 - 25	39.80	30.72	29.48	ARCILLOSO
	25 - 50	41.80	26.72	31.48	ARCILLOSO
3	0 - 25	43.80	26.72	29.48	ARCILLOSO
	25 - 50	41.80	28.72	29.48	ARCILLOSO

Cuadro 20 Densidad aparente, densidad real y porcentaje de espacio poroso.

POZO	Densidad aparente. (g/cm ³)			Densidad real(g/cm ³)			%EP
	min.	Max	prom.	Min.	max	prom.	
1	1.17	1.22	1.203	2.44	2.50	2.45	50.9
	1.37	1.41	1.395	2.50	2.67	2.62	46.76
2	1.19	1.24	1.216	2.30	2.53	2.55	52.31
	1.41	1.47	1.437	2.50	2.78	2.59	44.52
3	1.26	1.34	1.288	2.30	2.70	2.47	47.33
	1.44	1.49	1.463	2.40	2.67	2.51	41.71

Cuadro 21 Color seco y color húmedo.

POZO	PROF. (cm.)	COLOR SECO		COLOR HUMEDO	
		CLAVE	INTERPRETACIÓN	CLAVE	INTERPRETACION
1	0 - 25	10 YR 3/3	PARDO OSCURO	10 YR 2/1	NEGRO
	25 - 50	10 YR 4/3	PARDO OSCURO	10 YR 2/2	PARDO MUY OSCURO
2	0 - 25	10 YR 3/3	PARDO OSCURO	10 YR 2/2	PARDO MUY OSCURO
	25 - 50	10 YR 4/4	PARDO AMARILLENTO OSCURO	10 YR 3/3	PARDO OSCURO
3	0 - 25	10 YR 4/3	PARDO OSCURO	10 YR 2/2	PARDO MUY OSCURO
	25 - 50	10 YR 3/3	PARDO OSCURO	10 YR 3/3	PARDO OSCURO

6.1.2 Propiedades Químicas

Cuadro 22 % de materia orgánica.

POZO	PROF. (cm.)	% MATERIA ORGÁNICA MÍNIMO	% MATERIA ORGÁNICA MÁXIMO	% MATERIA ORGÁNICA PROMEDIO	INTERPRETACIÓN
1	0 - 25	5.34	5.41	5.38	EXTRA RICO
	25 - 50	2.24	2.53	2.39	MEDIO RICO
2	0 - 25	4.10	4.17	4.14	EXTRA RICO
	25 - 50	1.24	1.70	1.47	MEDIO
3	0 - 25	3.94	4.20	4.07	EXTRA RICO
	25 - 50	2.06	2.19	2.13	MEDIO

Cuadro 23 Nitrógeno total y nitratos.

POZO	PROF. cm.	NITRÓGENO TOTAL (%)	INTERPRETACIÓN	NO ₃ ⁻ ppm	NO ₃ ⁻ Kg/Ha	INTERPRETACIÓN
1	0 - 25	0.418	MUY RICO	63.36	190.52	MEDIO RICO
	25 - 50	0.186	MEDIO	20.85	72.73	MEDIO POBRE
2	0 - 25	0.322	MUY RICO	55.10	167.49	MEDIO
	25 - 50	0.114	MEDIO POBRE	32.36	116.26	MEDIO
3	0 - 25	0.317	MUY RICO	111.34	358.51	MUY RICO
	25 - 50	0.165	MEDIO	34.75	127.11	MEDIO

Cuadro 24 pH potencial y pH real.

POZO	PROF. (cm.)	POTENCIAL	REAL	INTERPRETACIÓN
1	0 - 25	6.2	7.4	LIGERAMENTE ÁCIDO A LIGERAMENTE ALCALINO
	25 - 50	6.4	7.4	LIGERAMENTE ÁCIDO A LIGERAMENTE ALCALINO
2	0 - 25	6.7	7.3	MUY LIG. ÁCIDO A MUY LIG. ALCALINO
	25 - 50	6.3	7.1	LIG. ÁCIDO A NEUTRO
3	0 - 25	6.5	7.2	LIG. ÁCIDO A MUY LIG. ALCALINO
	25 - 50	6.5	7.3	LIG. ÁCIDO A MUY LIG. ALCALINO

Cuadros 25 Fósforo y Manganeso.

POZO	PROF. (cm.)	PO_4^{3-} ppm	PO_4^{3-} Kg/Ha	INTERPRET.	Mn^{+2} ppm	Mn^{+2} Kg/Ha	INTERPRET.
1	0 - 25	38.11	114.62	EXTRA RICO	29	87.22	ALTO
	25 - 50	29.52	102.96	MUY RICO	23	80.21	MUY ALTO
2	0 - 25	35.17	106.91	MUY RICO	12	36.48	MEDIANO
	25 - 50	28.16	101.16	MUY RICO	35	125.74	MUY ALTO
3	0 - 25	25.48	82.06	MEDIO RICO	10	32.20	BAJO
	25 - 50	25.48	93.21	MUY RICO	9	32.92	BAJO

Cuadro 26 Bases intercambiables y % de saturación de bases.

POZO	PROF.	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	CICT	INTERPRETACION	%S.B.	INTERPRETACION
1	0 - 25	13.63	2.75	1.35	3.30	22.10	BAJA	95.16	EXTREM. ALTO
	25 - 50	10.75	1.88	1.12	2.90	19.20	MUY BAJA	86.72	EXTREM. ALTO
2	0 - 25	13.25	1.75	0.89	4.23	21.70	BAJA	92.72	EXTREM. ALTO
	25 - 50	10.13	1.88	0.23	2.45	15.88	MUY BAJA	92.51	EXTREM. ALTO
3	0 - 25	12.75	2.00	1.28	3.56	19.50	MUY BAJA	100.00	EXTREM. ALTO
	25 - 50	8.38	2.13	1.09	1.04	12.90	MUY BAJA	97.98	EXTREM. ALTO

Cuadro 27 Bases intercambiables en Kg/ha.

POZO	PROF.	K ⁺ Kg/Ha	INTERPRET	Ca ²⁺ Kg/Ha	INTERPRET	Mg ²⁺ Kg/Ha	INTERPRETACION
1	0 - 25	3096.52	EXTREM. RICO	8198.45	EXTREM. RICO	992.48	EXTREM. RICO
	25 - 50	3155.49	EXTREM. RICO	7498.13	EXTREM. RICO	786.78	EXTREM. RICO
2	0 - 25	4012.07	EXTREM. RICO	8056.00	EXTREM. RICO	638.40	EXTREM. RICO
	25 - 50	2746.11	EXTREM. RICO	7278.41	EXTREM. RICO	810.47	EXTREM. RICO
3	0 - 25	3612.62	EXTREM. RICO	8293.88	EXTREM. RICO	780.60	EXTREM. RICO
	25 - 50	1186.79	EXTREM. RICO	6129.97	EXTREM. RICO	934.86	EXTREM. RICO

Cuadro 28 Boro, Hierro y Zinc.

POZO	PROF.	BO ₃ ⁻ ppm	BO ₃ ⁼	INTERPRET ACION	Fe ⁺² ppm	Fe ⁺² Kg/Ha	INTERPRET ACION	Zn ²⁺ ppm	Zn ²⁺ Kg/Ha	INTERPRET ACION
1	0 - 25	0.46	1.38	MUY BAJO	46	138.35	MUY ALTO	7	21.05	ALTO
	25 - 50	0.53	1.85	MUY BAJO	31	108.11	MUY ALTO	4	13.95	MEDIO
2	0 - 25	0.64	1.95	MUY BAJO	30	91.20	ALTO	3	9.12	BAJO
	25 - 50	0.15	0.54	MUY BAJO	34	122.15	MUY ALTO	2	7.19	BAJO
3	0 - 25	0.60	1.93	MUY BAJO	21	67.62	ALTO	3	9.66	BAJO
	25 - 50	0.41	1.50	MUY BAJO	23	84.12	MUY ALTO	2	7.32	BAJO

6.2. Respuesta de las variedades Catuai y Garnica en la zona de estudio.

Dentro de los objetivos planteados en esta investigación no se considero hacer el seguimiento de la plantación a lo largo de los años, sino únicamente conocer la adaptación de las variedades en las primeras etapas del proceso de producción (semillero, vivero y plantación), sin embargo, por diversos factores la finalización de este tema se prolongó, lo cual nos permitió conocer de manera cualitativa el seguimiento del cultivo (8 años) y se consideró conveniente describir de manera general su trayectoria.

El comportamiento de las variedades de café en la zona de San Juan Ozolotepec fue bueno, debido a que desde que se inició el proceso de producción y durante todas las etapas fenológicas (germinación, emergencia, plántula, trasplante y establecimiento) de su desarrollo, se comportó de acuerdo a lo citado en la literatura y lo observado en campo, lugar de donde proceden las semillas (Veracruz).

A continuación se muestran las etapas más importantes del desarrollo del cultivo, desde el establecimiento hasta producción.

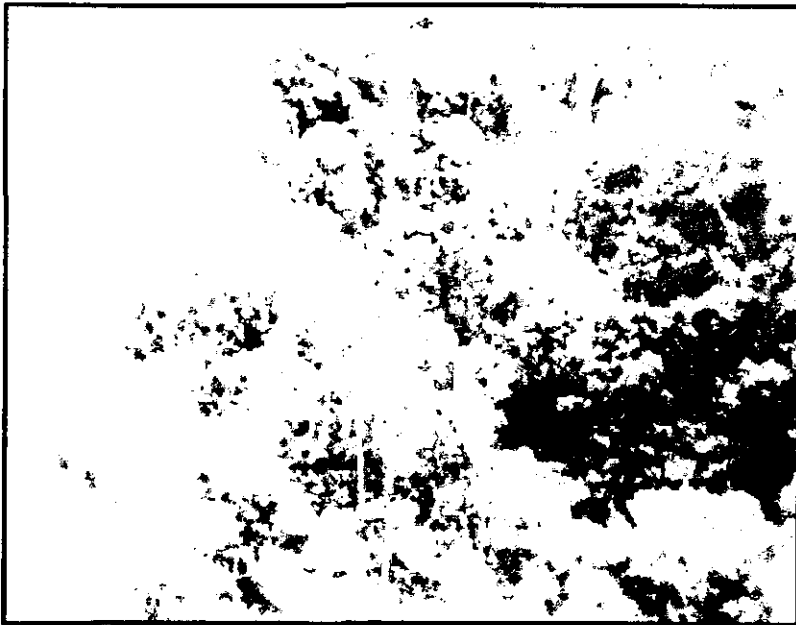


Foto 1 Panorámica de la zona de establecimiento de las variedades Catuai y Garnica en San Juan Ozolotepec, Oaxaca.



Foto 2 Panorámica del establecimiento del vivero.



Foto 3 Aspecto general del vivero.



Foto 4 Plantas de café listas para el transplante al terreno definitivo.



Foto 5 Trazo de la plantación y transplante.



Foto 6 Desarrollo del cultivo posterior al trasplante.



Foto 7 Inicio de la fructificación.



Foto 8 Aspecto del cultivo a los tres años

La adaptación y el establecimiento de las variedades en la zona de estudio indican que es factible el uso de éstas de manera extensiva, dado que las características climáticas, edáficas y topográficas son similares en toda la región representan; una alternativa para incrementar los rendimientos. A diferencia con la variedad criolla ampliamente difundida en la región, las variedades Catuai y Garnica presentan ventajas como: inicio de fructificación temprana (a los dos años), porte bajo (facilita cosecha y podas), rendimientos promedio de 6 a 8 Kg/planta, duración de producción intensiva durante 15 años (promedio). La variedad criolla inicia producción a los cinco años, porte alto y rendimientos promedio de 3 a 5 Kg/planta.

Indudablemente el uso de variedades mejoradas permiten incrementar rendimientos y así también requiere de un cambio en el manejo tradicional del cultivo, este cambio se basa principalmente, en la selección de la semillas principalmente sanidad y vigor, condiciones adecuadas del semillero (mezcla adecuada del suelo, humedad y sombra), en la etapa de vivero principalmente riego adecuado y control de plagas (chapulines) y para el establecimiento en campo se recomienda hacerlo en época de lluvias para asegurar mayor porcentaje de establecimiento en su terreno definitivo.

VII. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

7.1 Caracterización física y química del suelo.

Para la interpretación de los resultados del análisis de las muestras de suelo hay que tomar en cuenta que para la introducción de las dos especies de café se requirió llevar a cavo el proceso de roza-tumba, el cual ayudó a incorporar los residuos vegetales al suelo lo que en cierta medida disminuyó las características de fertilidad baja que genéticamente presenta este suelo.

El café prospera en un suelo profundo, bien drenado, que no sea ni demasiado ligero ni demasiado pesado. En la zona de estudio se tienen suelos de textura media a pesada Franco-arcilloso a arcillosos de tipo caolinitico de baja fertilidad por lo que se deberá mantener un nivel de materia orgánica óptimo para evitar la pérdida del suelo debido a la destrucción de la estructura. Cuenta con un % de E.P. bajo lo que indica que la agregación permite la existencia de macroporos lo que ocasiona un buen abastecimiento de humedad pero con un excesivo lavado de nutrimentos en la parte superficial, aunque la existencia de arcillas en la parte inferior evitará que la pérdida sea excesiva, mientras y tanto la capa superficial se mantenga, ya que existe un alto riesgo de erosión debida a la pendiente.

La coloración parda oscura es una manifestación de la MO aunque los contenidos varían en los primeros 25 cm. de extra rico a medio de los 25 a los 50 cm.

El PH o sea el grado de acidez del suelo, es de gran importancia conocerlo, ya que de él depende el uso de tratamientos adicionales -enmiendas para modificar las condiciones de acidez o alcalinidad excesiva que pueda existir y que afectarán la respuesta del fertilizante que se aplique El rango de pH presente en la zona de muestreo es de ligeramente ácido a ligeramente alcalino (6.2 a 7.4), lo que se presenta como una desventaja ya que la reacción del suelo para el cultivo del café debe ser más bien ácida, lo que nos llevaría a sugerir la aplicación de algún mejorador.

Los niveles de los macronutrimentos que requiere el cultivo del café para su desarrollo se presentan en el siguiente cuadro:

	Kg/Ha		Kg/Ha
N	258	N	258.00
P ₂ O ₅	45	P	19.64
K ₂ O	280	K	232.44
Mg ⁺²	32	Mg	32.00
S 25,	25	S	25.00

Lo que indica que los niveles encontrados son superiores a los mínimos requeridos para un buen desarrollo.

La relación Ca/Mg mayor a 4 indica que se podrían tener problemas de deficiencia de magnesio.

<i>POZO</i>	<i>PROF.</i>	<i>REL Ca/Mg</i>
1	0 - 25	4.96
	25 - 50	5.72
2	0 - 25	7.57
	25 - 50	5.39
3	0 - 25	6.38
	25 - 50	3.93

Dentro de las ventajas se presentan alto contenido de bases intercambiables y nivel de microelementos adecuado.

El cultivo de café demanda para su desarrollo vegetativo y alta producción de frutos, una apreciable cantidad de elementos minerales y al no disponer en la mayoría de los suelos dedicados a este cultivo, de las cantidades necesarias de estos elementos; el uso de "Fórmulas Integradas", que incluyan Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Magnesio y Boro, es una práctica de significativa respuesta económica. Algunos son requeridos en mayor cantidad que otros, así el nitrógeno, fósforo y potasio son necesarios en altas cantidades, el calcio, magnesio y azufre se demandan en cantidades intermedias, y los menos absorbidos son el zinc y boro. Todos estos se ven afectados en su disponibilidad por la humedad del suelo, tipos de suelo y capacidad de extracción del cultivo por lo que se recomendó la aplicación de fertilizante de manera programada y calendarizada.

7.2 Establecimiento del cafetal.

Con el presente trabajo de investigación se logró el establecimiento de dos variedades mejoradas de café en la zona de estudio, donde predomina la variedad criolla; se realizó todo el proceso de producción mediante un manejo integrado del cultivo que inició con la preparación del terreno bajo el sistema Roza-Tumba y se evitó la Quema (por las repercusiones al suelo y al ambiente). Se seleccionó la semilla, se estableció el semillero, vivero y plantación, además de un análisis físico químico del suelo con el objeto de conocer el tipo y la cantidad de nutrientes, así como su disponibilidad y solamente se adicionó la cantidad necesaria.

7.3 Situación socioeconómica.

El cultivo de café juega un papel importante en la economía del País, por que es una fuente captadora de divisas únicamente superado por el petróleo y el turismo, así como fuente de trabajo del cual dependen alrededor de tres millones de agricultores que participan de manera directa e indirecta.

Durante la trayectoria del cultivo, éste ha tenido etapas de incremento en la superficie destinada al cultivo (Cuadro 2), así como del volumen producido y exportado (Cuadro 3) y en comparación con otros cultivos se ha mantenido constante. Sin embargo ha enfrentado una serie de problemática compleja, como lo fue la desaparición de INMECAFE en 1989, institución encargada de la comercialización nacional como internacional mediante la exportación de diferentes tipos de café (Cuadro 9) como son verde: prima lavado, extra prima lavado, desmanche, entre otros; además de la maquila de grandes volúmenes de la producción nacional, fue quien reguló los precios mínimos de compra en el campo y de ahí dependieron procesos intermedios y beneficiarios privados, mantuvo la participación directa desde el establecimiento del cultivo, todo el proceso de producción hasta el beneficio del café por medio de financiamientos.

El proceso de desaparición de este organismo importante para el cultivo del café, fue de manera paulatina y en una de las etapas de saneamiento financiero fue la de retirarse de las actividades primarias (financiamiento, acopio, beneficio y comercialización, quedando encargado solamente de la asistencia técnica, investigación y representación internacional. Sin embargo las políticas del mercado internacional (rompimiento del esquema de cuotas establecidas por la Organización Internacional del Café), la caída del precio hasta un 50%, tuvieron fuerte impacto en el ámbito nacional provocando una desregularización acelerada del cultivo manifestada por carteras vencidas, descapitalización y abandono del cultivo, lo cual originó la desaparición por completo del instituto y se generó un esquema de comercialización diferente (Figs. 2 y 3), pero en esencia no hubo cambio sustancial en esta compleja problemática, dado que se retiró el Gobierno Federal y se incrementaron los intermediarios (coyotes), quienes actualmente tienen acopiada la producción y pagan precios muy bajos, lo cual no motiva a los productores ha incrementar sus rendimientos, y esta situación únicamente favorece a los intermediarios que tienen la capacidad de acopio y acceso a otros canales de comercialización.

Son diversos los factores que interactúan en el cultivo (políticas de comercialización, cambios de administración sexenal, consumo interno, desestabilidad política, problemas fitosanitarios, bolsa de valores, entre otros), sin embargo actualmente el cultivo se mantiene y la superficie destinada al cultivo mantiene ligera fluctuación (Cuadro 16), el volumen de los diferentes tipos de café (Cuadros 5 y 6), se han visto respaldados por la reciente (1995) exportación de café orgánico a 19 países de los continentes Americano, Europeo y Asiático (Cuadros 10, 11, 12 y 13). El incremento paulatino en cada ciclo se canaliza principalmente a Estado Unidos, Japón, Holanda y Francia entre otros (Fig. 5).

La introducción del sistema de producción de café orgánico, vino a fortalecer, mediante un cambio en la ideología de los productores encaminado en varios aspectos desde el manejo del cultivo con un punto de vista ecológico y conservación del medio ambiente, hasta cambios en el proceso de producción.

VIII. CONCLUSIONES.

Las variedades Catuai y Garnica se adaptaron bien, debido a las características climáticas y ecológicas predominantes en la zona de estudio.

De acuerdo con los resultados físicos y químicos del suelo, estos no son aptos genéticamente para el establecimiento del cultivo del café, pero con el manejo integrado y una asesoría técnica eficiente se pueden llegar a tener las condiciones para un desarrollo óptimo.

El uso de las variedades mejoradas no representa inversión significativa en el proceso de producción, comparado con el incremento del rendimiento.

Las políticas establecidas de comercialización y mercado en el ámbito internacional repercuten en la rentabilidad del cultivo.

El establecimiento de estas variedades fue la pauta para que los productores conocieran y optimizaran las diferentes labores en el tiempo requerido, además se observó una renovación en el interés de la comunidad para continuar y sostener la producción del cultivo, independientemente de la complejidad de su comercialización.

IX. LITERATURA CONSULTADA.

- 1.- Carvajal, J. F. 1984. *Cafeto-cultivo y fertilización*. Berna Suiza. Instituto Internacional de la Potasa. pags.134-138 y 254
- 2.- Claridades Agropecuarias (ASERCA) 1995. *El café mexicano: de la regulación estatal al libre mercado*. Revista de publicación mensual Núm. 20 (Abril). pags. 4-13.
- 3.- Claridades Agropecuarias (ASERCA). 1995. *Panorama mundial del café*. Revista de publicación mensual Núm. 20 (Abril) Pags. 14-19
- 4.- Danell, S.J., 1993. *Café mexicano, más amargo que nunca*. Revista semanal época Núm. 90 (Febrero) pags. 40-43
- 5.- Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia. 1979. *Manual del cafetalero colombiano*. Cuarta Edición. 209 p.
- 6.- FitzPatrick, E. J. 1985. *Suelos su formación, clasificación y distribución*. Editorial CECSA. Pags. 295, 296, 351 y 368.
- 7.- Jacob, A. y Uexküll, H. 1988. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Pags. 45-100, 281-295
- 8.- García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. U.N.A.M. Instituto de Geografía, Segunda edición. Pag. 159
- 9.- González, S. A. 1978. Notas sobre la clasificación de climas y ecología de las zonas cafetaleras. INMECAFE.
- 10.-INMECAFE, 1990. *El cultivo del café en México*. (Primera edición). Editorial La Fuente S.A. México. 248 p.
- 11.-León, J.1962. *Especies cultivadas de café*, Materiales de Enseñanza de café y cacao. IICA Turrialba, Costa Rica, Pag. 69
- 12.-Licon, F.R. y Ruiz, B.R. 1979. *Ecología en áreas cafetaleras. Tecnología cafetalera Mexicana*. INMECAFE.
- 13.-Nápoles, S.J. 1986. *Efecto de la densidad de plantación en café*. Ciencia y Práctica 10:3 325-335. Horticultural Abstracts.
- 14.-Renard, M.C. 1993. *La comercialización internacional del café*. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 23 p.

- 15.-Rivera, F.A. Villareal R:C: García, O.L. 1988 *Desarrollo experimental del cultivar Gármica*. VII Reunión regional de mejoramiento genético de café. San Salvador Republica del Salvador.
- 16.-Sistema Bancario de Comercio. 1987. *Los municipios del estado de Oaxaca*. Colección Enciclopedia de los municipios. 134 p.
- 17.-Viniegra, G. *Necesario renovar y mejorar la tecnología del beneficiado del café*. 1993. Revista Tecno Industria No. 7, Pags.41 51
- 18.-Valencia, I. C. y Hernández, B.A. 1998 *Manual para la caracterización física y química de muestras de suelo y composta*. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán/Plantel Azcapopzalco.104 p.
- 19.- Valencia, I. C. y Hernández, B.A. 2001. *Muestreo de Suelos, preparación de muestras y guía de campo*. En prensa.
- 20.-Villaseñor, L:A. 1987. *Caficultura Moderna de México*. Universidad Autónoma Chapingo. México. 43-45 p.

ELECTRÓNICAS

Consejo Mexicano del Café, en <http://www.sagar.gob.mx/users/cmc/cafe02sp.htm>

Conferencia electrónica latinoamericana. Servicios financieros para los pobres rurales, 5 Mayo-25 Julio de 1999. FIDAMERICA. El financiamiento como un servicio más del proceso de apropiación de los cafetaleros Oaxaqueños. Asociación Mexicana de Uniones de Crédito del Sector Social

Organización Internacional del Café, en <http://www.ico.org/>

Sagarpa.gob-mx/cmc/cafehome.htm

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA