
LUCHA CONTRA LA SEQUIA Y LA EROSION EN LA MITAD DEL MUNDO

MISAEAL ACOSTA SOLÍS
Director de la Estación Experimental Forestal y
de Conservación. Presidente del Instituto
Ecuatoriano de Ciencias Naturales Quito, Ecuador

PROLOGO

En el Ecuador, la prensa del 21 de noviembre de 1964, publicó el Decreto de creación del Ministerio de Agricultura y Ganadería y especificó las dependencias del mismo; entre éstas no había ninguna relacionada con la conservación de los recursos naturales renovables.

La dependencia faltante debería tener a su cargo la preparación de leyes, acuerdos ministeriales y reglamentos que especifiquen las normas técnicas de conservación que deben observarse obligatoriamente para los cultivos anuales en laderas (siembras en franjas o terrazas a nivel), pendientes máximas a utilizarse en siembras anuales; gradientes que deben dedicarse exclusivamente a pastizales u otros cultivos permanentes; mecanización permitida de acuerdo a la pendiente y profundidad de labor, etc. Desgraciadamente hay cierta tendencia a restar importancia al problema de la conservación; solamente se habla de "fomento" de la producción agropecuaria, pero nadie habla de la base física de estos programas: los pocos decímetros o centímetros de sierra arable que se pierden a un ritmo alarmante y pavoroso por la erosión.

La CEPAL, la FAO y varias comisiones de Reforma Agraria, y últimamente los simposia, foros, y divulgaciones de recursos naturales, organizados por el Instituto Ecuatoriano de Ciencias Naturales, han dado la voz de alarma, pero hasta ahora sin los resultados esperados. Con sólo recorrer el Callejón Interandino con los ojos abiertos y con las elementales nociones de agronomía, basta para darse cuenta y afirmar que la Región Central del Ecuador presenta uno de los más espantosos ejemplos de la erosión producida por el hombre. Como esta destrucción progresa, más y más grande presión es ejercida sobre las sierras restantes, acelerando así el proceso destructivo; por consiguiente, a menos que una acción enérgica y determinada sea tomada para remediar la presión humana sobre las tierras de la Sierra, esta región será destruida. Desde luego esto no es novedad. ¿De qué sirven los programas de "mejoramiento agropecuario" y de "elevación" del nivel de vida de la población campesina, si se permite y en ciertos casos hasta se impulsa a la destrucción del suelo arable que es el único que produce alimentos y mantiene a la planta, al animal y al hombre? No se quiere ver que nuestros ríos y torrentes corren de color de lodo por la cantidad de sierra arable que cada día llevan al mar.

Ya hemos perdido más de un millón de hectáreas laborables en la Sierra Ecuatoriana. El problema no admite más demora. La conservación o buen manejo de nuestra sierra, es fundamental. Pero practiquemos urgentemente.

En vista de la alarmante realidad destructora de las tierras, principalmente andinas, el autor de esta contribución informativa, naturalista y conservacionista de vocación, ha querido enseñar con el ejemplo y demostrar que es posible habilitar y rehabilitar las sierras secas y erosionadas de la Región Interandina, para lo cual ha tomado un lugar seco o semidesértico, arenoso, erosionado y afectado por el exceso de heliofanía o luz solar durante todo el año; este lugar está situado en el área Equinoccial de San Antonio de Pichincha, y el centro de experimentos la Quinta Equinoccial, una Estación Experimental Forestal y de Conservación fundada por este mismo autor, en 1950. Los resultados de 20 años de experiencias conducidas por este autor en la Mitad del Mundo, en la latitud 0°0'0", los dedico con todo afecto, al gran conservacionista mexicano, Dr. Enrique Beltrán, fundador y Director del activo Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, quien ha sentado cátedra de protección y conservación en Indoamérica.

LA EROSION EN EL ECUADOR

En el Ecuador, tanto la erosión superficial que comprende grandes extensiones, como la erosión profunda, son muy intensas, especialmente en la Región Interandina, como en las laderas exteriores de las Cordilleras; erosión que se manifiesta también en la costa y en el oriente, que tiene topografía ondulada por la serie de pequeñas cordilleras y colinas que a ellas decurren desde los Andes.

Muchas localidades de la Región Interandina dan muestras de una severa erosión; esto se evidencia de una manera particular en el Norte, donde buena parte de la sierra se la usa para el pastoreo de chivos y ovejas; aquí, el suelo está sobre una capa impermeable y cementada y a una profundidad aproximada de casi un metro. Durante los períodos de fuerte lluvia la humedad es absorbida como para sobresaturar el suelo, que en ciertos lugares se desliza o corre por el influjo de la gravedad, dejando así al descubierto el subsuelo o la capa rocosa. En la parte Subandina del país, hay una gran faja de sierras laderas, con chaparros y con suelos de poca profundidad que en su mayor parte descansan sobre esquistos o pizarras. Estos suelos están sujetos a una agricultura nómada y por consiguiente a la destrucción de la vegetación forestal de las formaciones secundarias; aquí la erosión se presenta en forma acelerada. El valle superior del Amazonas está tan escasamente poblado, y prácticamente no se conoce una erosión acelerada, con excepción a lo largo de los cauces fluviales.

Al norte de la ciudad capital del Ecuador, Quito, hay una región semiárida que se usa de una manera extensiva para el pastoreo de ovejas; las laderas son fuertes y por lo tanto la erosión aquí es generalmente seria.

Las prácticas agrícolas en la Sierra han cambiado muy poco bajo la influencia de la población europea; con excepción de la introducción de trigo y la crianza de ganado lanar y vacuno. De una manera local se han efectuado algunos ensayos de terracedo en laderas de las más densamente pobladas, en cuencas intermontañas y en algunas haciendas de propietarios progresistas. Muchas terrazas de estas han dado buenos resultados y son dignas de imitación. La rotación de cultivos que incluye la producción de plantas de raíces fibrosas y la incorporación de materia orgánica, podrían seguramente contribuir al aumento de los rendimientos y disminución de los peligros de la erosión pero hay el considerable peligro de que ocurra una serie erosiva en las tierras recientemente desmontadas de las cuencas intermontañas, donde el crecimiento de la población avanza rápidamente. La mayor parte de estos "desmontados" se los hace en las pendientes fuertes y, el manejo de la tierra, incluyendo las prácticas de conservación de suelo, no se aplica.

Áreas extensas de las estribaciones andinas se adaptan bastante bien a la agricultura intensiva tropical, particularmente en lo que respecta al cultivo del café y a otros productos tropicales, pero la carencia de caminos en esta faja ha impedido su desarrollo.

A continuación presento las Áreas de la Región Interandina con marcada erosión de sus suelos:

1.—El área de Bolívar, provincia de Carchi, con terrenos de "cangahua" casi planos, mostrando el clásico paisaje ruiforme;

2.—Las laderas del río Chota, con suelo arcilloso y morrenáico, entre Carchi e Imbabura;

3.—En Cangahua y Otón con superficies de toba volcánica y con poca inclinación, en Pichincha

4.—En las mismas goteras de la ciudad de Quito, frente a "La Floresta" y al otro lado de río Machángara, tenemos un ejemplo patético, con un cuadro de desolación, en las extensas terrenteras;

5.—Entre Pomasqui y San Antonio, de la misma provincia de Pichincha;

6.—Entre Pansaleo y Yambo, entre Cotopaxi y Tungurahua;

7.—En la provincia de Chimborazo hay mucho suelo erosionado, especialmente en Colta, Columbe y Guamote.

8.—Donde existe un estado alarmante de erosión del suelo, es en la provincia de Azuay, laderas cuyo subsuelo está formado por arcillas de sedimentación lacustre terciaria; aquí, lo rico es el fondo de sus estrechos valles, pero, que también están empobreciéndose con el material estéril bajado de las laderas con las aguas torrenciales; tal vez a esto se debe la marcada inclinación de sus habitantes para trabajos manuales poco remuneradores, como la manufactura del sombrero de paja toquilla. La erosión de las laderas en el Azuay, es tan grande que no sólo viene destruyendo el suelo de cultivo, sino también las vías de comunicación, puentes y poblados.

9.—En la provincia de Loja, la erosión del suelo es también muy marcada, debido principalmente a su topografía muy accidentada, que al decir del geógrafo Teodoro Wof, la provincia de Loja es como "un pañuelo muy arrugado", con suelos arcillosos en su mayor parte, y clima lluvioso en muchos sectores. Aquí es donde se presentan los más típicos paisajes de erosión.

10.—Al presentar una lista más completa de los sectores o áreas erosionadas del Ecuador, tendría que ocupar de las otras regiones con marcada erosión en el país, sino que se libren muchas secciones de la costa y del Oriente, que tienen topografía ondulada y con pequeñas cordilleras, y sobre todo, en los declives exteriores de las cordilleras donde la tala descontrolada de la selva, viene contribuyendo para la pérdida del escaso suelo superficial y el desequilibrio climático y biótico.

De la lista general de los sectores o áreas erosionadas del Ecuador, en esta contribución se presenta solamente el caso del sector equinoccial y de éste, sólo el área de San Antonio de Pichincha, donde está localizada la Quinta Equinoccial, donde el autor ha realizado durante 20 años experimentos de introducción y aclimatación de especies vegetales y trabajos de conservación de los suelos y la escasísima cantidad de agua lluvia y de riego artificial.

GEOGRAFÍA Y ECOLOGÍA DEL ÁREA EQUINOCCIAL

1. —DESCRIPCIÓN DEL LUGAR: TOPOGRAFÍA Y CLIMATOLOGÍA

El área que aquí titulo "mitad del mundo", está localizada en toda la línea equinoccial, en la latitud 0°, y políticamente dentro del territorio de la República del Ecuador, y como es lógico, geográficamente hablando, todo otro lugar situado en torno a la faja o cinturón ecuatorial, también estará en la "mitad del mundo", en Asia, África, América, los océanos Pacífico, Atlántico e Índico; pero cada lugar, aunque se suponga teóricamente, con clima y vegetación tropicales, megatérmicos y macrofíticas, tienen diferentes ecologías, suelos y biotas. Esto es debido a diferentes causas o factores, pero principalmente a la orografía, altitud sobre el nivel del mar y a la proximidad del mar a las áreas o a la influencia de las corrientes marinas sobre las costas de los continentes. La faja ecuatorial de Sudamérica, por ejemplo, presenta una gran gama de ecologías y vegetaciones desde la desembocadura del Amazonas y siguiendo la línea 0° hasta las estribaciones inferiores del Cayambe, la ecología y vegetación es esencialmente tropical e higromacrotérmica; pero desde el Cayambe hacia el Occidente, dentro del territorio ecuatoriano, la faja ecuatorial presenta una gama panorámica, ecológica y vegetativa, con nevados, áreas frías, templadas, xerofílicas, higrofilicas, etc., debido principalmente al factor orográfico-altitudinal.

El área equinoccial de esta contribución, titulada "mitad del mundo", corresponde al sector interandino y xerofílico del valle septentrional del río Guayllabamba.

Geográficamente el área está en plena Línea Equinoccial, desde Caspigasí, al pie de Guachalá, y desde Perucho, Puéllaro, Jerusalém y Pisque, hasta Tumbaco o Pifo, es decir una superficie de más de 400 kilómetros cuadrados.

Dentro de este sector xerofílico está el área de San Antonio de Pichincha donde está situada la Estación Experimental de Conservación, bautizada geográficamente como Quinta Equinoccial.

En la Quinta Equinoccial y sus alrededores han sido conducidos los experimentos de introducción, aclimatación y propagación de especies resistentes a la sequía, así como los trabajos de conservación de las sierras y la poquísima agua pluvial y de riego. El ejemplo de los trabajos realizados en la estación experimental de la Quinta Equinoccial ha sido imitado por los propietarios progresistas del área equinoccial, no sólo de San Antonio de Pichincha, sino de los otros sectores del área equinoccial, desde Calderón a Otón y Cangahua, desde Caspigasí y Pomasqui hasta el Quinche, etc. Más de 20 mil personas, principalmente agricultores y propietarios rurales la ha visitado. La estación experimental ha influido en la forestación y cobertura protectora de muchas áreas desérticas de la región interandina del Ecuador.

Las áreas áridas de la planicie estudiada, presentan a simple vista las siguientes características: paisaje general árido, laderoso y desnudo del manto superficial, los ángulos de las colinas son casi agudos, planicies adyacentes altas, arenosas y azotadas fuertemente por los vientos orientales y occidentales según los meses del año; quebradas y cárcavas profundas con cauces de piedra y cantos rodados de varios tamaños, de ángulos y bordes agudos como si fueran recién dinamitados en la cantera, demostrando claramente de que no corrieron mucho, ni fueron afectados por la acción de agua ni los agentes meteorológicos. Las laderas son áridas y "peladas", sin nada de sierra agrícola o de suelo vivo y con numerosas cárcavas cada vez más profundas. Al norte de San Antonio y dentro de la misma planicie árida están localizados en los pequeños valles y en las bahuadas aluviales; los suelos son alcalinos, principalmente calcáreos, pero estos suelos sujetos al riego artificial y al abonamiento orgánico, se transforman en excelentes tierras agrícolas. Para dar una orientación más completa al Ecólogo, Geobotánico y Conservacionista, sobre el área presentada como Estación de Secano, esbozo la flora dominante o característica del medio.

Para dar una idea general del clima de las áreas de San Antonio, los siguientes datos meteorológicos orientarán al ecólogo sobre el medio que se ha venido trabajando: temperatura promedio anual: 17°C; máxima promedio anual: 27°C; mínima promedio anual: 13.5°C. Las oscilaciones entre las mínimas y máximas varían considerablemente de 0°C a 30°C. La cantidad de lluvia anual está calculada en 350-450 milímetros. Estos datos aquí presentados pueden variar de una área a otra del mismo valle, debido a los diferentes factores locales, pero principalmente debido a los vientos dominantes durante los meses del año, como por ejemplo los occidentales de octubre a junio, que son húmedos, y los orientales de julio a septiembre, que son secos y más fuertes (léase la Contribución N° 23 del Instituto Ecuatoriano de Ciencias Naturales, titulada: Las Tierras Áridas Xerofílicas de los Valles de Chota y Guayllabamba. Quito, agosto de 1953), y hasta destructores.

Meteorología: De las observaciones realizadas en la Quinta Equinoccial situada en San Antonio de Pichincha, he logrado confeccionar el siguiente cuadro meteorológico, correspondiente al promedio de 1951 a 1960:

METEOROLOGÍA GENERAL DE LA QUINTA EQUINOCCIAL

Promedio de las observaciones de 1951 a 1960

Meses	Heliofanía media (hs.)	Temperatura media (°C)	Humedad Relat. media (%)	Lluvia media (mm)	Evaporación media (mm)
Enero	190.24	18.5	82.8	40.0	83.0
Febrero	202.2	17.6	14.4	37.3	78.2
Marzo	212.0	16.9	82.2	35.5	78.2
Abril	212.3	16.8	77.0	4.2	70.7
Mayo	255.1	16.5	76.5	38.0	75.0
Junio	250.0	16.0	75.0	18.0	75.2
Julio	250.3	16.0	78.5	1.0	92.0
Agosto	183.1	16.0	82.2	1.6	90.4
Septiembre	150.2	17.6	72.2	72.4	63.5
Octubre	164.2	17.8	80.1	58.8	56.4
Noviembre	220.0	18.0	79.0	36.5	81.5
Diciembre	195.6	18.5	82.0	42.0	90.0

Valores: Los valores de la heliofanía están dados en horas calculadas como promedio en los años de observaciones, dentro del mismo año; la temperatura en grados centígrados y corresponde a los valores medios mensuales; la humedad relativa está expresada por lo tanto por ciento correspondiente a los valores medios mensuales respectivos; la lluvia y la evaporación en milímetros y corresponden a la suma mensual respectiva.

Los valores medios del Cuadro anterior son relativos y por lo mismo no pueden ser considerados como básicos; pero los factores que influyen en la evaporación de las áreas equinociales de San Antonio de Pichincha son: la radiación solar, las oscilaciones térmicas variables del día a la noche dentro del mismo día, la escasísima cantidad de agua disponible para la capa radicular vegetal, la clase porosa y seca del suelo volcánico, suelto, la cubierta vegetal, la presencia de las sales naturales disueltas, etc., etc.

La cantidad y la rapidez de la evaporación depende de la velocidad con que el agua es repuesta en la superficie. La reposición de la humedad en la capa superficial y radicular de las tierras mediante la capilaridad, desde las capas inferiores a las superiores y según las investigaciones de otros observadores, este fenómeno físico actúa hasta los 3 ó 4 metros de profundidad, aunque puede ser interrumpido por causas diferentes, lluvias esporádicas en pleno período de sequía o viceversa. Si se considera que los diferentes horizontes o capas de suelos tienen diferencia de temperatura y humedad, la circulación del vapor del agua será de las capas de mayor temperatura a las de menor temperatura y las de mayor humedad a las de menor humedad; en la capa superior del suelo o sea en la superficie el movimiento de la humedad dependerá también de diferentes factores, contenido de agua en la superficie o humedad relativa, velocidad con la que está repuesta, diferencia de temperatura entre el suelo y la capa inmediata del aire, constancia y velocidad de las corrientes aéreas, etc.

La radiación solar, la temperatura de las seis horas intermedias de cada día, de 9 a.m. a 3 p.m., influyen decididamente en la evaporación de las sierras de la Línea Equinoccial de San Antonio de Pichincha. La acción de los vientos es efectiva sobre la evaporación de los suelos, debido al continuo movimiento de las masas de aire en la atmósfera, movimiento que dependerá a su vez de la diferencia de presión atmosférica local, altitudinal y latitudinal; los vientos secan los suelos porque la evaporación natural de éstos, es llevada inmediatamente; el equilibrio de las capas bióticas se realizará a expensas de la humedad y de las capas inferiores; como se explicó sube por capilaridad, por ósmosis de sistema radicular de las plantas. La evaporación de las aguas con las sales disueltas,

es menor que la de aguas puras; se ha calculado que la evaporación de las aguas del mar es de 4 a 8% menor que la de aguas dulces.

A base de las observaciones meteorológicas, no solamente de San Antonio, sino de las secciones semejantes por su aridez y vegetación espontánea (Guayllabamba, Ambato, Ibarra, la Península de Santa Elena, etc.), he podido establecer algunas consideraciones para mis investigaciones sobre la evaporación directa de los suelos de la Quinta Equinoccial, pero principalmente por medio del método de las superficies expuestas, o sea "plots" o superficies de 1, 4, 10, etc., metros cuadrados del área estudiada; estas superficies cuadradas han sido separadas del resto del suelo por medio de tablas de cemento o de material plástico, inclusive láminas de zinc, pero no hay necesidad de hacer comunicaciones ni construcciones subterráneas desde la superficie evaporante y recipientes de colección porque en las tierras semidesérticas de San Antonio las precipitaciones son pobres y la evaporación inmediata, como en todas las tierras xerofílicas.

2.—EXPLICACIÓN DE LA SEQUÍA DE LAS ÁREAS EQUINOCCIALES

Muchas personas saben o conocen que las áreas equinocciales y principalmente las de Guayllabamba, Puéllaro, Tanlagua, San Antonio y Calderón, Perucho, son secas o semidesérticas y geobotánicamente denominadas "xerofílicas". Estas áreas están constituidas por sierras arenosas secas, suelta o deleznales. Entonces la pregunta inmediata sería: ¿por qué son secas? Y la respuesta: porque no hay lluvia ni suficiente agua de riego. ¿Por qué entonces, no hay lluvias? He aquí la explicación.

Algunas personas podrían tratar de explicar la escasez de agua de lluvia de las áreas equinocciales de Tanlagua y San Antonio, por efectos cósmicos, por la situación geográfica y por la topografía. Pero la verdadera explicación se puede hacer solamente a base de las observaciones en el propio lugar. Dos son los factores que impiden las lluvias frecuentes en las áreas aquí presentadas: las fuertes corrientes aéreas o vientos y la fuerte insolación que calienta el ambiente local, sin permitir la condensación de las corrientes húmedas que vienen del Occidente por las abras naturales de Guayllabamba y Pululagua. Los vientos húmedos que vienen de la región Occidental al entrar al pequeño valle pasan rápidamente en dirección Norte Sur o de NW a SE, sin detenerse en San Antonio, porque no existen obstáculos naturales, colinas o elevaciones con vegetación natural ni artificial; además la velocidad de las corrientes aéreas se hacen más intensas cuando se unen las corrientes del Occidente y del Oriente a 3 ó 4 kilómetros al N de San Antonio, para seguir como una sola y grande hacia Pomasqui y Quito, donde encontrando factores favorables: menor temperatura, se descarga en forma de lluvias o precipitaciones en diferentes intensidades, según la cantidad de humedad acarreada por los vientos y el mayor o menor descenso de la temperatura topográfica.

En las áreas de San Antonio sucede un fenómeno físico o meteorológico digno de estudiarse: suponiendo que las corrientes aéreas de la región Occidental vengan saturadas o casi saturadas de humedad, pero al pasar por San Antonio de Pichincha no se precipitan, porque el aire de la atmósfera local está caliente, debido a la insolación permanente que caldea casi las 12 horas del día. Las corrientes húmedas que vienen del Occidente o también del lado oriental, con probabilidad de llover al encontrarse con una gran masa de aire caliente, se atomiza y se eleva más y es llevada y alejada por los vientos. La causa de las sequías de las áreas de Guayllabamba, San Antonio, Marianita y Calderón es diferente a las sequías de las costas del Perú y de nuestra Península de Santa Elena. En las costas del Perú y Santa Elena existe la influencia de la corriente marítima antártica, fría y seca de Humboldt; esta corriente marítima al pasar rodeando las costas, absorbe toda la humedad ambiental, sin que permita producir precipitaciones además, el aire de estas costas por ser arenosas, sin vegetación y también insoladas, produce una biósfera siempre abrigada o caliente que al igual que las áreas equinocciales de San Antonio, en lugar de favorecer la precipitación, ahuyenta por la atomización de sus moléculas acuosas.

En las áreas de San Antonio, habrían posibilidades de lluvias más frecuentes, si los contrafuertes que le rodean longitudinalmente al Occidente y al Oriente estuvieran cubiertos de vegetación arbórea. La vegetación y principalmente los bosques, debido al fenómeno biológico de la transpiración de las plantas, produce un regular descenso de temperatura, descenso que por pequeño que sea, favorece a la precipitación de las nubes y corrientes aéreas húmedas que alcanzan a pasar por dichas formaciones, pues la prueba efectiva y prácticamente visible se puede observar en el lomo del Padre-Urco y en la cúspide del cerrito del Casitagua; aquí las pocas nubes y corrientes húmedas que alcanzan a pasar, generalmente se condensan o precipitan y el resultado es que en esta meseta se cultivan papas y otras especies agrícolas sin riego artificial de ninguna clase. En cambio, las corrientes y nubes que pasan por el valle de la biósfera caliente, las precipitaciones no se realizan. Este fenómeno ha venido observando por horas y días desde un lugar estratégico de la Quinta Equinoccial, situado en todo San Antonio de Pichincha. Por esta Estación Experimental Forestal y de Conservación, pasan en forma normal, de las 5 de la tarde

o a veces más temprano, en los meses de mayo o agosto y a veces hasta septiembre, considerables cantidades de corrientes de aire húmedo y nieblas y sin embargo de pasar tan bajas, nunca se precipitan en forma de lluvias. Pero en el futuro, con el pequeño bosque que está plantado experimentalmente y que se sigan plantando, creo que habrán más posibilidades de condensación. Estaré atento mientras viva, a seguir el curso y el cambio del fenómeno. Pero lo relativo a la formación del microclima del rodal, está casi creado y espero demostrar prácticamente en un futuro muy próximo, que es posible crear nuevo ambiente biotopológico, en pleno semidesierto. Los rusos y los norteamericanos han transformado con su ciencia y su técnica, áreas inhóspitas de la Siberia y desiertos de California, respectivamente, en tierras productivas y agrícolas. ¿Y por qué no podemos hacer nosotros lo mismo y hasta mejor?

Las lluvias que caen en forma esporádica en San Antonio y principalmente desde mediados de septiembre hasta principios de mayo, apenas alcanzan los 400 milímetros por año (véase mi libro titulado: "La vegetación del norte de Quito". Imp. de la Universidad Central, 1940); pero desde 1955 a 1957 inclusive, la lluvia ha disminuido mucho más, alcanzando apenas 320 mm., y aún menos en 1960 a 1961; es decir una cantidad mínima para la agricultura económica, teniendo en cuenta que los suelos son sumamente secos y arenosos, esa poquísima cantidad de agua llovida o precipitada, se pierde inmediatamente y otro porcentaje se evapora por la excesiva insolación. Otras veces, las precipitaciones que caen lo hacen en forma brusca o de tempestades, de tal manera que el agua que cae en forma de lluvia en vez de ser aprovechada, causa daños y grandes arrastres de tierra, formando cada vez quebradas y cárcavas cada vez más profundas, pero sin que nadie se preocupe de proteger sus propios suelos. Esta es la razón por qué en las áreas semidesérticas de la línea Equinoccial, sin embargo de tener escasísima lluvia, se observa por todas partes los efectos de la erosión no sólo en las laderas o tierras inclinadas, sino en las planas.

PERIODICIDAD DE LA SEQUÍA EQUINOCCIAL

1. Las zonas semiáridas son regiones donde la evapotranspiración (evaporación del suelo + transpiración de la planta) es mayor que la precipitación. El déficit resultante debe ser cubierto por el agua subterránea, o por el riego artificial y si no hay otra fuente, el área seguirá siendo desierto.

2. Las zonas semiáridas están caracterizadas por su gran variabilidad en la cantidad y frecuencia de lluvias. El valor medio mensual o anual en ningún caso es el más frecuente, sino el resultado de meses o años por arriba o por debajo del valor medio.

3. Los años secos son la característica de zonas semiáridas, puesto que el guarismo del término medio significa a "grosso modo", el límite inferior para el desarrollo normal de las plantas; por lo cual todos los años que estén debajo del mismo (y esto es el 50% de los años), se caracterizan por tener una sequía prolongada, en grado mayor o menor.

4. Durante los meses de mayo o septiembre en el área equinoccial, las lluvias son ausentes, aún en años muy lluviosos. El carácter del año pluviométrico está determinado sólo por las lluvias de septiembre a mayo, que aportan del 85 al 90% de las lluvias anuales. Desde que existen observaciones meteorológicas para esta área, no se manifiesta una tendencia unidireccional, en sentido positivo, de la cantidad de lluvia; en cambio se van acentuando los períodos de años con lluvia deficiente, lo que en ningún caso significa el principio de un cambio climático. Desde luego, el registro pluviométrico existente es demasiado corto, para establecer la duración más probable de estos períodos (secos y húmedos). Años aislados se destacaron por una precipitación muy escasa como en áreas desérticas.

5. Las lluvias en "la mitad del mundo" provienen en su mayoría, de procesos meteorológicos noroccidentales y occidentales, mientras que la influencia local sobre su intensidad y frecuencia, es insignificante. Por lo tanto, la plantación de árboles en zonas semiáridas y áridas no tienen ninguna influencia sobre las precipitaciones, ya que no aumentan la humedad de la protósfera media y alta por el contrario, tienen un efecto contraproducente para el balance hídrico total de la zona, puesto que los árboles "bombean" el agua subterránea hacia el aire, de donde es llevada por los vientos a otros sectores.

La sequía, como se presentó hasta ahora en las áreas equinociales del Ecuador, debe contemplarse como fenómeno normal de este sector, aunque puede ser también el indicio de que en un futuro próximo los años secos pueden ser más frecuentes que en la década pasada, como se observa en los gráficos que señalan los períodos cíclicos.

3.—CAUSAS EROSIVAS DEL ÁREA EQUINOCCIAL

En el sector equinoccial de San Antonio de Pichincha, además de las dos ya conocidas causas (vientos fuertes y lluvias esporádicas, pero a veces tempestuosas), existe otro factor determinante de la erosión acelerada de las tierras locales: la intensa acción solar en un ambiente despejado y seco. Este factor heliólico, pocas veces se ha mencionado en la erosión de las tierras. En general solamente se ha tomado en cuenta la acción pluvial (lluvias o de aguas corrientes) y la acción eólica o de los vientos; pero en las tierras equinociales de San Antonio de Pichincha y adyacentes, el factor heliólico deberá ser tomado muy en cuenta, al hablar de los fenómenos erosivos. A continuación explicaré la acción de cada uno de los 3 factores que inciden en la erosión del sector equinoccial, objeto de este informe.

1. La acción solar o heliotérmica.

Esta acción es la más constante y activa, aunque aparentemente la de menor impacto. Nadie ha mencionado esta acción como agente activo de la erosión de las tierras, y menos todavía haberse realizado investigaciones concretas de la física-mecánica y la dinámica de los suelos, siguiendo observaciones controladas en uno o varios puntos, cada cierto número de horas, días y años, para poder establecer no sólo el grado de disgregación de la masa edáfica sino la cantidad de tierra que se disgrega en cada metro cuadrado, sea en plano o en ladera.

La acción del sol canicular en la erosión de las tierras equinociales es tan patética sobre todo en las laderas muy inclinadas y barrancos, donde se constata diariamente el resquebrajamiento y aún la disgregación de materias térreas, de un día a otro; varias veces es fácil reconocer derrumbes y deslizamientos de grandes masas de suelos en las áreas laderas que decurren a las quebradas o planos inferiores. Esto se debe al constante desequilibrio de temperatura en las partículas térreas bajo la acción de la luz y calor solar dentro de un mismo día, y entre el día y la noche, al variar considerablemente la temperatura; en este aspecto, *la oscilación o variación térmica juega un papel importante en la erosión de las tierras equinociales.*

Es fácil verificar los cambios físicos en las tierras del sector estudiado. Basta tomar un punto tal en el área seleccionada para el experimento, principalmente en una parte inclinada y arenosa; a las 6 de la mañana se observará el aspecto "in situ" y se tomará la fotografía inicial del experimento, la que mostrará la morfología superficial a los 12-14° C; a las 12 hs., la nueva observación a 20-24° C aún más, mostrará un aspecto algo diferente: la tierra se ha disgregado y aún ha resbalado al plano inferior; el documento de esta nueva observación será, la nueva fotografía. Las fotografías serán tomadas exactamente en el mismo punto y con enfoque bien cercano, para enseñar el cambio físico por la acción heliotérmica sobre la tierra, la disgregación y deslizamiento, es decir la erosión heliotérmica.

El experimento anterior puede ser verificado al mismo tiempo en otros puntos de la misma sección equinoccial (Tanlagua, Perucho, Luéllaro, Pisque, Chinguiltina, Calderón, Otón, El Quinche, etc.), y se comprobará que el factor heliotérmico es un agente muy activo en la disgregación y erosión de las tierras equinociales de la mitad del mundo.

La erosión heliotérmica del área equinoccial se realiza, no por la elevación de temperatura solamente, sino por la gran oscilación o diferencias térmicas que se suceden entre el día y la noche, variación térmica de hasta 20° C, en un mismo día. Y si se toma en cuenta que ésta es la característica ecológica del lugar, todos los días y todo el tiempo, es fácil explicar el por qué de la acción constante de las áreas equinociales: por la contracción e ininterrumpida de la alteración heliotérmica: noches y amaneceres fríos, mediodías calurosos, noches frías.

Repetimos: la erosión heliotérmica en las tierras equinociales es tan activa y constante, como la sólida y la pluvial esporádica, pero nunca mencionada, por la falta de observaciones "in situ", como la ha venido realizando el autor de este informe.

2. La acción eólica o de los vientos.

Los vientos en el área equinoccial son intensos, sobre todo después del medio día. Soplan casi todo el año desde el noroccidente hacia el sur-suroriente. Los meses de mayor intensidad eólica son desde mediados de junio a septiembre y octubre; pero julio y agosto son los más fuertes del año; en estos meses el ambiente está lleno de polvo ambulante arrastrado desde las áreas de Tanlagua y los deslaves arenosos del lado izquierdo del cauce del

río Guayllabamba; la atmósfera o el cielo del área equinoccial está absorbido por el polvo arrastrado desde deslaves y de los campos desecados; viajando desde Quito (que está a 20 km al S del área equinoccial) a San Antonio o a Perucho, desde las 11 del día en adelante, en los meses de verano, claramente se observa la diferencia entre la atmósfera del valle de Quito y la equinoccial; mientras en Quito está claro, en San Antonio parece que estuviera bajo la acción de ciclones y tolvaneras constantes.

La acción de los vientos es tan poderosa en el desecamiento de los suelos y en la celeridad de la evapotranspiración de las plantas del área equinoccial, que conjuntamente con la acción heliotérmica, incide no solamente en la xerofilia del lugar, sino también en la terrible acción erosiva de las tierras.

La erosión eólica del área equinoccial, en los meses de verano se extiende al valle seco de Chota-Salinas, al Norte, pasando el valle de Ibarra. Lo importante en todo caso, al estudiar la acción eólica, es conocer la velocidad y la fuerza de los vientos. En San Antonio se observa frecuentemente la caída de los árboles por la acción de los fuertísimos vientos de julio y agosto.

3. La acción pluvial.

Sin embargo que el sector equinoccial del norte de Quito es xerofílico o semidesértico, precisamente por la falta de lluvia, hay también, aun en forma esporádica, erosión pluvial.

La erosión pluvial en las áreas equinociales se reduce a la época de las lluvias esporádicas; pero muchas veces son tan destructoras, que en pocos minutos arrastran grandes cantidades de tierra desde las alturas y las laderas hacia los planos inferiores y las quebradas; esto se debe no propiamente a la intensidad de las lluvias, sino a la "soltura" de los suelos arenosos, que son arrastrados con cualquier cantidad de lluvia. En esta forma los suelos se desnudan de año en año y en ciertos planos inclinados, la capa edáfica se ha perdido completamente y han quedado solamente las costras mostrando el subsuelo pedregoso o las capas de gránulos de pómez, ceniza y arena volcánica.

En el sector de San Antonio han habido algunos años que sí es cierto que la cantidad total de los 350 a 450 mm del promedio anual no ha dejado de caer, pero ha sucedido que esa cantidad se ha precipitado en una o dos temporadas de pocos minutos, de tal manera que no sólo erosiona laminarmente el suelo local, sino que arrastra la tierra y en los planos inclinados forma quebradillas y los anteriores se profundizan cada vez más, transformándose en quebradas. En agosto de 1950, en septiembre de 1952 y en octubre de 1955 cayeron entre San Antonio y La Providencia, tempestades de sólo 10 a 15 minutos, pero tan intensas, que destruyeron todos los caminos, rellenándoles con tierra desde las alturas, y las quebradas antiguas se ahondaron espectacularmente. Estos fenómenos se observan en todo el sector equinoccial; pero nadie se ha preocupado de contrarrestarlos, ni los equipos camineros del Ministerio de Obras Públicas, ni las cuadrillas de trabajadores provinciales ni municipales, hacen obras de protección en los niveles más altos al paso de los puentes, alcantarillas y pasos de desnivel, razón por la cual las destrucciones de los caminos son anuales y cada vez más devastadoras. Hay quebradas que a "ojo vista", en menos de cinco años se han transformado en grandes quebradas, como es la parte baja de la Quebrada Colorada, la Quebrada de Rumicucho, etc., en San Antonio de Pichincha; cuando haciendo simples trabajos de desvíos o "diversión" en las partes altas o niveles superiores, se podría evitar fácil y efectivamente.

Evitando la acción de las aguas en las fajas superiores, se evitarían los efectos de los niveles inferiores y no se perdería el suelo orgánico de los palmos ligeramente inclinados del valle. El autor de este trabajo ha tomado docenas de fotografías de estos fenómenos pluviotérricos del sector equinoccial y de las áreas adyacentes, con el objeto de demostrar los cambios superficiales.

ESTADO ACTUAL Y USOS DE LAS TIERRAS EQUINOCCIALES

Como se explicó en la descripción general del área geográfica, el paisaje del sector equinoccial, desde Pomasqui al otro lado del río Guayllabamba y desde el pie oriental de los cerros de Caspagasí y de La Marca, hasta Otón y Cayambe, en línea W-E, es seco y semidesértico y con grandes extensiones de tierras laderas y terriblemente erosionadas. Las fotografías adjuntas ilustrarán gráficamente al lector o interesado en esta clase de estudios. De acuerdo a la ecología (orografía y climatología) y a la formación de las tierras equinociales (secas, volcánico-arenosas y sueltas) que ha sido explicada en el capítulo anterior, el paisaje es xerófito.

Las laderas y contrafuertes que decurren al río Guayllabamba y a las quebradas, muestran la constitución de

sus perfiles geológicos y edáficos, de naturaleza volcánica: arena, ceniza y bomba granulosa. Debido a esta constitución, los deslaves y "resbaladeros" de tierra son frecuentes en las áreas de plano inclinado y en las quebradas.

En este amplio sector de topografía accidentada, existen áreas, laderas, valles y planicies, cañadas, grandes y profundas quebradas y también explanadas; pero el paisaje en todas ellas es seco. La vegetación preséntase verde y lozana solamente en las tierras que tienen riego artificial. Cuando se vuela en avión por este sector equinoccial casi todo el paisaje es xerofílico, con enclaves esporádicos de vegetación cultivada alfalfares, maíz, arbolado frutal.

El uso agrícola de las tierras equinociales de San Antonio de Pichincha y adyacentes, realmente se ha reducido debido a la falta de humedad necesaria para el desarrollo fisiológico de las plantas; la precipitación anual que promedia el sector es de menos de 400 mm; el agua de riego, donde hay acequias o acueductos, es inconstante y escasa para poder contrarrestar la pérdida del agua por la excesiva evapotranspiración y por la absorción a lo largo de las mismas acequias de tierra porosa (ávida para absorber toda gota de agua). Físicamente hablando, la pérdida del agua en las áreas equinociales se debe a la gran insolación y a los vientos noroccidentales y orientales que completan la desecación de las tierras.

De acuerdo al ambiente seco, o semidesértico del área equinoccial estudiada, el uso agrícola de las tierras es reducido; la mayor parte sujeta a la época de lluvias (de octubre a marzo a abril) para sembrar maíz, cebada, trigo, algunas leguminosas (fréjola, arveja, habillas, etc.) y donde existe el riego conducido, se mantienen huertos y alfalfares. El maíz y maní son cultivados con más frecuencia en San Antonio, luego el choclo y la quinua. En general todos estos cultivos están sujetos a la temporada de lluvias.

Gran parte del área equinoccial muestra pequeñas plantaciones de cabuya (*Fourcreya*), por lo menos a los lados de los caminos o bordeando las heredades y parcelas de los terrenos. También existen árboles de eucalipto común (*Eucalyptus globulus*) en forma de plantaciones macizas y en filas a lo largo de los caminos y linderos.

No existe una estadística del uso y extensión de los cultivos del sector equinoccial, como tampoco de los otros sectores más productivos de la región interandina; pero en forma general se puede establecer que el uso agrícola de las tierras de San Antonio a Calderón, Otón y el Pisque y áreas adyacentes, es infimo. La agricultura está confinada a las áreas planas o ligeramente inclinadas, desde Caspigasi, Rumicucho y Tanlagua hacia Calderón y al otro lado del farallón del río Guayllabamba. De los mil y más kilómetros cuadrados de tierra seca del área equinoccial, anualmente no se cultivan ni la cuarta parte de esa extensión territorial.

CONSERVACIÓN DE LAS TIERRAS EQUINOCCIALES — TRABAJOS CONSERVACIONISTAS REALIZADOS EN LA QUINTA EQUINOCCIAL, SITUADA EN LA MITAD DEL MUNDO

El autor de esta contribución, conforme explicó en el prólogo, deseando dar ejemplo práctico de la conservación de las tierras semidesérticas y especialmente en las áreas que ya han sido destruidas por la erosión en la "Mitad del Mundo", compró una extensión de terreno en el pueblo de San Antonio de Pichincha, terreno situado geográficamente en la latitud 0°0'0", el mismo que asegurado en sus demarcaciones, fue denominado como Quinta Equinoccial, una Estación Experimental Forestal y de Conservación de semidesierto. Aquí en plena línea ecuatorial han sido realizados, durante 20 años, experimentos de aclimatación de especies de otras latitudes geográficas y trabajos de protección de la tierra y la conservación de la escasísima agua pluvial y de riego. Los trabajos conservacionistas realizados en la Quinta Equinoccial han sido no solamente de habilitación de tierras, sino también de rehabilitación de las áreas destruidas. En el primer caso, se ha logrado reconstruir o rehabilitar técnicamente las tierras destruidas o marginadas por la erosión natural y el mal manejo del propio hombre. Los trabajos del uno y del otro caso, están a la vista del público visitante, pero aquí reportaré en forma sintética solamente los principales.

1. Relleno material de quebradas y hoquedades de la Quinta.
2. Delimitación de las áreas y parcelas para efectivos y cultivos adecuados.
3. Construcción de curvas de contorno y a nivel para conservar el agua de lluvia y de riego.
4. Plantación de cortinas rompevientos hacia los lados que vienen los vientos fuertes y dominantes.
5. Formación de parcelas o terrazas casi planas para cultivos anuales (maíz, frijol, cebada, quinua, etc.).
6. Construcción de canchales con surcos con ligero desnivel, para el mantenimiento de cultivos permanentes como alfalfa, cebolla, etc., a base de riego artificial.
7. Levantamiento de codos o lomas de tierra en los terminales.
8. Construcción de contenedores y cunetas de conducción del agua de riego a base de piedra y cal, para evitar

el ahondamiento de las acequias y la erosión por el agua conducida a desnivel.

9. Plantación protectora de cactus (*Opuntia* spp.) y cabuyos (*Agave* spp. y *Fourcreya* spp.) en las fallas y derrumbes laderosos de la propiedad, con el objeto de evitar deslaves y conservar el suelo.

10. Plantación regeneradora de suelos con cabuya blanca (*Fourcreya* spp.), en terrenos agotados por los cultivos anteriores. La plantación de la cabuya ha demostrado que por medio de su sistema radicular, logra nitrogenar los suelos de las tierras secas. Este método de rehabilitar suelos, puede ser aprovechado también en la preforestación de las mismas áreas semidesérticas.

EXPERIENCIAS DE ACLIMATACIÓN Y FORESTACIÓN*

En la Quinta Equinoccial se han realizado experimentos de aclimatación con diferentes especies exóticas e indígenas. Los trabajos de preforestación y plantación definitiva después de la "rehabilitación" de ciertas áreas, han sido hechos siempre bajo un plan técnicamente proyectado. Para dar una idea general de lo que actualmente existe, la lista de plantas mencionadas a continuación y ordenadas por grandes grupos, contienen las informaciones sobre trasplante, prendimiento, aclimatación o comportamiento y el desarrollo o crecimiento anual de las mismas; pero las tablas de crecimiento de las principales especies forestales económicas (pinos, cipreses, eucaliptos, cedros y nogales), el interesado las puede consultar en la contribución No. 24 del Instituto Ecuatoriano de Ciencias Naturales.

CONÍFERAS (Gimnospermae). Pinos: "Pino de Monterrey" *Pinus insignis* o *radiata*: Semillas importadas de Oregon, U.S.A., y trasplantadas desde el vivero de Quito, el 90% con pan de tierra y el 10% a raíz desnuda. Los diferentes ejemplares tienen de 18 a 20 años de edad (hasta diciembre de 1970) y alcanzan de 10 a 18 m de altura, según el suelo, la robustez de la plantita al momento de sacar de la almáciga, etc. El agua se ha regado solamente una vez a la semana durante los dos primeros meses y posteriormente solo de vez en cuando; sin embargo, la aclimatación o comportamiento es magnífico en pleno suelo de secano. De esta especie existen actualmente plantas en forma definitiva, 1200 ejemplares. Para comparación del crecimiento, se hizo el mismo ensayo y al mismo tiempo, con semillas ya aclimatadas en Quito, y los resultados de crecimiento son casi iguales.

"Pino marítimo" *Pinus pinaster*: Semillas importadas de Portugal y Uruguay; la germinación de las dos procedencias fue excelente. El trasplante se hizo del vivero de Quito, tanto a raíz desnuda, como con pan de tierra en envases de cartón, siendo el resultado ciento por ciento efectivo en este último caso; el prendimiento de las plantas trasplantadas a raíz desnuda fue de sólo el 10%. El comportamiento o aclimatación a este secano ecuatorial-andino está lento, pero resiste muy bien a la falta de agua. Las plantas tienen de 6 a 9 m de altura, sin embargo de la edad, de 13 a 20 años. Actualmente existen 360 plantas ya aclimatadas de *P. pinaster* en la Quinta Equinoccial.

"Pino de alepo" *Pinus halepensis*: Semillas importadas de Italia y de germinación excelente. Las plantitas fueron transportadas del vivero de Quito a la Quinta Equinoccial en envases de cartón, previamente prendidos. Las plantas ensayadas a raíz desnuda fracasaron por falta de agua. La aclimatación sigue en proceso, algunos ejemplares tienen hasta 60 m de altura. Resisten bien a la sequía. Número de plantas existentes: 200.

"Pino pinea" *Pinus pinea*: Semillas importadas de Italia y de magnífica germinación, pero para el trasplante la especie es muy delicada. El mejor resultado nos ha dado sembrando directamente en envases de cartón y luego trasplantado al lugar definitivo con envase y todo. El crecimiento es el más lento de los cuatro pinos hasta aquí descritos, pero su comportamiento a la sequía es bueno. Actualmente existen 200 plantas en hileras de observación experimental y sin embargo de la edad que tienen, 18 años, ninguna pasa de dos metros de altura.

Entre otros pinos introducidos y en experimentación tenemos los siguientes: "Pino amarillo" (*Pinus ponderosa*), introducido de los E.U.A., de germinación buena, pero de crecimiento muy lento desde la misma almáciga. El "Pitch pine" (*Pinus rigida*), introducido a Saint Louis, E.U.A., y el *Pinus strobus* también de la misma procedencia, han germinado en un buen porcentaje, pero el desarrollo es lento.

Cipreses: Las siguientes especies han sido ya plantadas en hileras experimentales y en forma de setos vivos.

"Ciprés común" (*Cupressus macrocarpa*): Semillas colectadas de los árboles ya aclimatados en la región interandina del Ecuador y otras importadas de Lima, Perú. Haciendo los trasplantes en envases de cartón, el prendimiento es 100% seguro. El trasplante a raíz desnuda es bueno solamente en tierras con buena humedad. En las tierras de secano, como son las de la Quinta Equinoccial, el riego de agua es necesarísimo, al menos durante las primeras semanas y meses hasta su prendimiento definitivo; después del primer año, el desarrollo es normal. Actualmente existen 540 plantas de esta especie localizadas en setos vivos y en hileras experimentales.

"Ciprés mexicano" *Cupressus benthami*: Semillas colectadas de árboles aclimatados en Quito y a su vez introducidos de México. Alto porcentaje de germinación; trasplante, prendimiento y aclimatación muy semejante al de *C. macrocarpa*. Número de plantas puestas en hileras definitivas: 206.

Con la misma especie se han hecho experiencias con semillas importadas, un lote de Portugal y otro de Toledo, Uruguay, obteniéndose de ambas procedencias resultados óptimos. El trasplante a tierra de secano da buenos resultados haciéndole solamente con pan de tierra y mucho mejor en envases de cartón con ejemplares ya prendidos de 20 a 30 cm de alto. El desarrollo es lento, en cambio la especie es muy resistente a la sequía. Las experiencias de plantación definitiva en la Quinta Equinoccial se han hecho en los terrenos más pobres (arena, ceniza volcánica, bombas diminutas y medianas, etc.), en hileras separadas de tres metros y de planta a planta, a sólo 2.50 m. Número de plantas: 120.

"Ciprés verde": especie mexicana, pero extendida en toda América y Europa. Las semillas del experimento fueron introducidas de Toledo, Uruguay y de Portugal. Germinación buena. El trasplante a las áreas da buenos resultados sólo haciendo con pan de tierra. El comportamiento y el desarrollo se parecen mucho al *C. macrocarpa*. Actualmente existen en observación 104 plantas y los resultados son buenos.

"Ciprés gobeniano" *Cupressus gobeniana*: Semillas introducidas de La Molina, Perú. Germinación buena. Aclimatación y desarrollo un poco lento, pero bastante resistente a la sequía. Las plantaciones experimentales están hechas en terreno muy pobre y asociadas a *C. macrocarpa* con el objeto de comparar los crecimientos. Ejemplares plantados: 72.

Araucarias: Hasta la fecha se han ensayado con *Araucaria imbricata* y *A. excelsa*, la primera de origen chileno y la segunda de las Islas Norfolk (Sur Pacifico).

Las plantaciones definitivas se han hecho en hileras solamente con *A. imbricata* procedente de semillas colectadas de árboles ya aclimatados en Puembo (2 400 m.s.m.), Provincia de Pichincha. El trasplante se hizo a raíz desnuda o con un ligero pan de tierra; el prendimiento, siempre que no falte agua de riego semanal, pasa del 50%. Actualmente existen plantadas en la Quinta Equinoccial 50 ejemplares en hileras de observación. Los resultados de aclimatación y de crecimiento todavía no se conocen, ni se pueden pronosticar, por cuanto los ejemplares fueron puestos en un terreno muy pobre y de origen volcánico, en vez de arcilloso y compacto del área geográfica de origen, pero de todas maneras, en los años observados, se ve que el suelo no es adecuado, además que le falta mucha mayor cantidad de agua.

Latifoliadas (Angiospermae)

Acacias: En forma experimental se han ensayado en la Quinta Equinoccial con las siguientes especies de *Acacia*, de semillas importadas de diferentes partes:

Acacia decurrens var *dealbata*, *A. spatulata*, *A. salicifolia*, *A. cyanophylla*, *A. molucana*, *A. horrida*, estas dos últimas especies fueron introducidas del Perú. La *Acacia bracinga* fue importada de Portugal. La *A. longifolia* var *trinervis* se introdujo de los Estados Unidos de A. La germinación de todas estas especies es buena, pero el trasplante a raíz desnuda generalmente es un fracaso, de ahí la necesidad del uso del envase de cartón, plástico, huadua, late o cualquier otro material, para su previo prendimiento en el mismo vivero. Las especies que mejores resultados han dado en el secano de San Antonio son: *A. bracinga*, *A. Spatulata* y *A. decurrens*. Número actual de ejemplares plantados: 148.

Algarrobos y Campeches: Con estos nombres locales se conocen a varias especies arbóreas y arbustivas nativas o autóctonas de los valles xerofílicos del Chota y Guayllabamba, San Antonio de Pichincha, donde está localizada la Quinta Equinoccial, está precisamente dentro del área del Guayllabamba. Los algarrobos del Guayllabamba, botánicamente corresponden a *Acacia pellacantha* y el agarrobillo a *Mimosa quitensis*, ambos aparosolados y adecuados para sombra de estas tierras desérticas; la madera de estas especies es durísima, pero nudosa, razón por la que emplean solamente como leña y para carbón. En el valle xerofílico del Catamayo, provincia de Loja, el algarrobo o faique corresponde a *Acacia macrantha*.

El árbol llamado aquí "Campeche" corresponde a *Tara spinosa* Syn. *Caesalpinia spinosa*. En las provincias centrales del Ecuador llaman al campeche, "guarango" y se le utiliza por sus legumbres tanantes en curtumbre de cueros y su madera como tinte, de ahí su otro sinónimo: *Coultheria tinctoria*.

Las semillas de los algarrobos y campeches germinan bien y deben ser propagadas en gran escala en las

áreas secas, ya que son resistentes y propias de estos habitats. Para evitar el trabajo de trasplante de estas leguminosas que tienen profundas raíces pivotantes, es mejor sembrar las semillas directamente en los lugares planeados, poniendo dos o tres semillas. Actualmente existen en la Quinta Experimental 32 ejemplares de *Acacia pellacantha*, 120 ejemplares de *Tara spinosa* en forma de macisos en las laderas y en las filas de observación, y 40 ejemplares de *Mimosa quitensis*.

Casuarinas: Este género botánico de origen australiano se ha adecuado bien en el medio ecuatoriano andino. La *Casuarina equisetifolia*, por ejemplo, existe en el Ecuador desde hace más de ochenta años y se observa en diferentes lugares a lo largo de la región interandina. En la Quinta Equinoccial se ha ensayado principalmente con las especies *Casuarina cumingamia* y *C. glauca* de semillas traídas de Lima, Perú; el trasplante de ambas especies se hizo en envases de cartón. El crecimiento sigue un tanto lento, seguramente hasta su aclimatación. En posteriores reportes será dado a conocer el desarrollo anual. Actualmente existen 48 plantas en experimentación.

Capuli: *Prunus capullin*. Especie autóctona de la Región Interandina. Las semillas para el presente ensayo fueron traídas de Ambato (2 650 m.s.m.) y la germinación es magnífica, pero para el trasplante es necesario agua suficiente hasta su prendimiento, porque las tierras son muy secas. El crecimiento es relativamente lento, en comparación con lo que se observa en Ambato. Número de plantas experimentadas: 26.

Cedros: *Cedrela fissiliss*. Árbol de origen subandino. La germinación de semillas frescas es óptima, pero hay que hacerlo en camas sombreadas como lo es su habitat. El trasplante es mejor cuando la planta es leñosa, es decir a los 5 ó 6 meses de edad. Durante las semanas de prendimiento necesita de suficiente agua, por lo menos un riego semanal. Hasta aclimatarse bien, el crecimiento es lento. Número de plantas prendidas: 24.

Eucaliptos : Desde 1865, año de la introducción del eucalipto por el presidente García Moreno, la Tierra del Ecuador es poblada casi exclusivamente por eucaliptos. El eucalipto ha constituido la salvación maderera de la región Interandina, pero todos los eucaliptos están constituidos por una sola especie: el *Eucalyptus globulus*. En la Quinta Equinoccial he venido ensayando con diferentes especies de *Eucalyptus* adecuables a tierras de secano. Estas diferentes especies están plantadas en hileras de observación y a continuación indico los primeros resultados:

"Eucalipto común" *Eucalyptus globulus* Labill. Propagado con semillas de Ambato y por constituir una especie no sólo aclimatada, sino también "naturalizada" en la Sierra, no ha habido necesidad de ensayos previos. Actualmente existen en macisos lineales, definitivamente plantados y en pleno crecimiento a distancias estrechas de 3 x 2.50 metros 2 500 plantas y el proyecto es poner poco a poco hasta 5 000 ejemplares.

Eucalyptus rostrata Syn. *E. camalaulensis*. Semillas introducidas en 1950 desde Toledo, Uruguay. La aclimatación y desarrollo de esta especie en pleno secano, es excelente. Los ejemplares pasan de los tres metros de altura. Número de plantas: 200.

E. tereticornis Syn. *E. umbellata*. Semillas introducidas de Toledo, Uruguay. La aclimatación en pleno secano es excelente. Los ejemplares pasan de 3 metros de altura, es decir igual o superior a *E. rostrata*. Número de plantas 200.

"Eucalipto aromático" *Eucalyptus citriodora*. Semillas introducidas de Sao Paulo, Brasil. Germinación irregular. Aclimatación y crecimiento lento y hasta su completo arraigamiento necesita más agua que las otras especies ensayadas. Número de ejemplares ensayados: 24.

E. colosseae: Propagado con semillas traídas de Ambato, introducidas particularmente hace 26 años desde Australia por intermedio de la Casa Vilmorin, de París. La gran ventaja de esta especie es que ya se encuentra aclimatada en la Sierra. El desarrollo es igual o superior al *E. globulus*.

Entre las otras especies de *Eucalyptus* aclimatados y en observación en la Quinta Equinoccial, existen *E. gomphocephalus*, *E. botryoides*, *E. occidentalis*, *E. Alba*, *E. viminalis* y *E. capitellata*, especies que están bajo experimentación para reportar su crecimiento en un nuevo informe.

Molle *Schinus molle*. Semillas colectadas en el valle de Guayllabamba y en Salcedo. Esta especie es nativa y de hermoso aspecto y muy aconsejable para estos medios xerofílicos. En la Quinta Equinoccial se viene propagando como ornamental y ya existen 124 plantas cerca de las laderas.

Nogal *Juglans neotropica*. Árbol autóctono de los valles Interandinos. Las semillas para la propagación de esta especie fueron traídas de Ibarra Provincia de Imbabura. La aclimatación en San Antonio de Pichincha es excelente,

pero necesita por lo menos de un riego semanal durante las primeras semanas de prendimiento, y luego en forma periódica. Haciendo el trasplante en envases de cartón, el prendimiento es 100%. Número de ejemplares dispuestos en hileras a lo largo de las calles: 200.

Cedro Cubano *Cedrela odorata* y Cedro Andino *Cedrela resei*. Son especies forestales que se aclimatan bien en el área equinoccial y seca; pero la falta de agua de lluvia y de riego artificial, ha interrumpido el desarrollo. Seguramente se subsanará esta falta con la instalación de una potente bomba para conducir agua desde el nivel inferior del río local.

*Observaciones más detalladas sobre cada una de las especies introducidas y aclimatadas, véase en la Forestación Artificial en el Ecuador Central, informe preparado por este autor para la FAO. Quito, enero. 1954, publicado como Contribución No. 24 del Instituto Ecuatoriano de Ciencias Naturales Quito, septiembre 30, 1954.

OTROS ÁRBOLES Y LEÑOSAS ORNAMENTALES EXPERIMENTADAS EN LA QUINTA EQUINOCCIAL. ORDEN ALFABÉTICO VERNACULAR

"Buganvilla" *Bougainvillea spectabilis* de algunas variedades. Estacas traídas de diferentes lugares del Ecuador. Leñosa trepadora y ornamental muy vistosa por sus llamativas floraciones bracteadas durante todo el año. 120 plantas en pleno crecimiento.

Citrus en general: naranjos, limoneros, mandarinos, limas, etc., y plantados a lo largo de las calles frontales de la Quinta. Número de plantas: 240.

"Cholán" *Tecoma stans* var. *velutina*. Arbol nativo de las áreas secas y abrigadas de la Región Interandina, ornamental muy llamativo por su floración amarilla muy abundante. La propagación por semillas es muy fácil. También se propaga por estacas delgadas y gruesas. Ejemplares plantados a lo largo de los linderos: 60 plantas.

"Chinchín" *Cassia canescens*. Papilionácea arbustiva nativa de Quito. Utilizada recientemente como ornamental por su abundante floración amarilla. Número de plantas: 66.

"Cucardas" *Hibiscus* spp., de algunas variedades florales introducidas de Ibarra y Guayaquil y otros lugares tropicales de América; el prendimiento por estaca y la aclimatación es excelente. Número de plantas: 818.

"Guabo" verde *Inga edulis* var. Leguminosa aparasolada, traída de Ibarra y aclimatada perfectamente en estas áreas de secano. Utilizada en la Quinta Equinoccial como sombra ornamental y por sus legumbres comestibles. Número de plantas: 30.

"Higuera" *Ficus carica*, var. morada. Estacas traídas de Ibarra, provincia de Imbabura. Aclimatación excelente. Número de plantas: 66.

"Higuerilla" *Ricinus comunis* L., en algunas variedades introducidas. Aclimatación y crecimiento excelentes. Número de plantas: 100 en los bordes o linderaciones.

"Jazmín" *Melia azederach*, de semillas importadas de Cali, Colombia. Sin embargo de ser la especie de origen tropical, su comportamiento en la Quinta Equinoccial es regular; crecimiento lento. Número de ejemplares utilizados como ornamental y en experimentación: 36.

"Lantana" o "Supi-rosa" *Lantana camara* y variedades, propagada vegetativamente con estacas traídas de Ibarra, Ambato, Cali, etc. Prendimiento por estacas fácil, con la ayuda del agua. Crecimiento rápido. Arbusto o leñosa utilizada como ornamental en forma de setos vivos. Actualmente existen 650 plantas en setos y divisiones de plantaciones diferentes.

"Morera" *Morus alba*, propagada vegetativamente con estacas traídas de Ibarra, provincia de Imbabura. Prendimiento por estacas y aclimatación buenas, pues en 3 años han alcanzado hasta 3.50 metros de altura o algo más. Número de plantas distribuidas en filas: 172.

"Mutuy" *Cassia* spp. Papilionácea arbustiva introducida de Lima, Perú, principalmente como ornamental. Número de plantas prendidas: 60.

"Naranja loca" *Maclura pomifera*. Semillas introducidas de los E.U.A. El trasplante se ha hecho en envases de cartón. Posteriormente se ha comprobado también la factibilidad de propagarse vegetativamente por estacas.

La aclimatación está bien y el crecimiento un tanto lento, seguramente por falta de mayor temperatura constante. 24 ejemplares en observación.

"Níspero del Japón" *Eryobotria japonica*. Especie exótica ya aclimatada en los valles de la Región Interandina del Ecuador. Las plantas en experimentación fueron traídas del valle de Puembo. Aclimatación buena. Crecimiento regular durante el primer período. Número de ejemplares en observación: 36.

"Platán" *Platanus occidentalis*, árbol ornamental y forestal trasplantado de los viveros de Ibarra en estacas enraizadas: 36 ejemplares.

"Timilanga" *Lycianthus* spp. Solanácea autóctona y leñosa o arbustiva, y adecuada para la ornamentación de los bordes de los jardines y para setos vivos, por la abundancia de flores rotatas y de color azulino algo morado.

Palmas: "coco cumbe" *Parajubea coccoides*, palmera nativa de la región Interandina. Pocos ejemplares; "palma canaria" *Phoenix canariensis*, semillas introducidas de las Islas Canarias: muy bien aclimatada.

PLANTAS XEROFILICAS EXPERIMENTADAS CONTRA LA EROSION

Durante los últimos años y en los varios países de América, se han venido publicando las ventajas de tal o cual especie como protectora de los suelos y al mismo tiempo, listas de plantas, gramíneas y leguminosas aconsejables para los diferentes casos, pero en el caso concreto del Ecuador, solamente las experimentadas y divulgadas por el autor de esta colaboración. Este autor ha venido haciendo observaciones sobre la erosión en el Ecuador durante muchos años, pero principalmente en la Región Central o Interandina (donde la destrucción de las tierras es acentuada), al propio tiempo que sobre el hábito que algunas especies autóctonas y que podrían servir para el control o protección de las tierras agrícolas, de los canales o acequias, zanjas, cárcavas, quebradas, laderas, etc. Presento a continuación el resultado de estas observaciones hechas en el campo y aconsejadas según los casos, pero varias de ellas ya han sido divulgadas por este mismo autor en otras publicaciones.

Gramíneas. "Gramalote" *Setaria cernua* HBK (*). Esta gramínea vive en áreas desérticas, estériles y laderas de los valles secos de la Región Interandina: Chota, Guayllabamba, Amato, Patate, río Chambo, etc. El "gramalote" es resistente a la sequía; su sistema radicular es bastante desarrollado y habituado a "prenderse" en los principios; es siempre verde o vivaz y sus hojas constituyen un alimento buscado por el ganado cimarrón, vacuno, equino, caprino y ovejuno.

Observaciones realizadas en el propio medio o habitat del gramalote y luego experiencias de plantaciones en otras áreas, con el objeto de conocer su desarrollo y el control sobre el suelo, han demostrado que la *Setaria* da muy buenos resultados. Su multiplicación es fácil por medio de esquejes, plántulas y semillas; un año después de plantada, alcanza buen desarrollo, hasta 60 cm de alto. Por consiguiente *Setaria cernua*, si llegara a ser usada correctamente, sería la salvación para miles de miles de hectáreas de tierras erosionadas o en camino de destrucción de las áreas secas. Esta gramínea puede propagarse en las laderas tanto arenosas como arcillosas, secas o casi desérticas.

Setaria cernua todavía no es conocida por sus propiedades para el control de la erosión pero estoy seguro que cuando se haga la divulgación, éste será solicitado y ampliamente aprovechado no sólo en el Ecuador Andino, sino para todos los países tropicales y secos de Centro y Sudamérica y creo también adaptable para los Estados del sur de los Estados Unidos. De todas maneras, este autor está gustoso en proporcionar nuevas y más amplias informaciones, al propio tiempo que listo en enviar plantas y semillas a estaciones agrícolas experimentales que lo soliciten.

"Sigse" *Cortaderia rudiusscula* Stapf. Esta especie autóctona que crece en terrenos secos sean arenosos, arcillosos o rocosos, alcanzando de ochenta centímetros a un metro de altura y en áreas húmedas y a lo largo de las acequias o canales, llegan hasta 1.60 m. La planta tiene abundantes raíces filiformes ampliamente distribuidas y por consiguiente aprovechables para la protección de los bordes de acequias, corrientes y quebradas. Por ser el sigse resistente en los terrenos laderosos y secos, es recomendable para proteger artificialmente las inmensas áreas de los declives de los valles de la sierra ecuatoriana, ya que la especie se adapta bien desde los 1 600 a 3 600 metros de altura, pero mejor de los 2 000 a los 2 800 m.s.m.

Teniendo en cuenta que la *Cortaderia* tiene un rico sistema radicular aún en pleno terreno seco (arenoso y duro), este autor recomienda el uso de esta especie para "cercas" o bordes de contorno de preparación del suelo

para futuras plantaciones de árboles, es decir la formación de bordes de contorno con "sigsales", debe ser el trabajo previo a la forestación artificial en las áreas secas, laderas de la Región Interandina. Los sigsales preparan la tierra formando suelo aprovechable. Los sigsales pueden ser combinados con cabuyales nativos (*Agave* spp.) y el resultado de preparación del suelo será mucho mejor, ya que el *Agave* tiene también un buen desarrollo y profundo sistema radicular.

Después de dos, tres o más años de hechas las filas preforestales (bordes de sigses y agaves y aún chilcales *Baccharis polyantha*), es decir cuando se ha formado la tierra vegetal necesaria, se procederá a la plantación definitiva de los arbolitos.

El follaje de *Cortaderia*, es, además, utilizado por los nativos para cubrir los techos de las chozas (casa de paja) y aún como forraje del ganado vacuno entre los habitantes de las provincias centrales: Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo. La propagación de la *Cortaderia* se hace muy fácilmente por medio de esquejes.

"Gramma piojos" *Eragrostis* spp. Esta gramínea tan común en la sierra del Ecuador, habita desde los valles y áreas cultivadas hasta los tres mil metros sobre el nivel del mar. El género *Eragrostis* en la Región Interandina comprende a varias especies, entre nativas e introducidas, pero las recomendadas para la cobertura de los suelos o protección contra la erosión, son principalmente: *E. patula*, *E. nigricans*, *E. pastoensis*, *E. lurida*, etc.

Estas gramíneas son resistentes a la sequía y se adaptan a los terrenos "cangaguosos" y duros; el sistema radicular es penetrante y aunque la planta parece muerta en las prolongadas sequías, recobra, nuevamente, su vida activa con las primeras lluvias. En muchas áreas abiertas, *Eragrostis* es la gramínea dominante. De las observaciones hechas, se deduce que la protección de las tierras arcillosas y duras de las áreas laderas de la Sierra, de los 1 700 a los 3 000 m.s.m., con *Eragrostis* sería fácil; además el follaje sirve de pasto para el ganado equino, ovejuno y caprino. El *E. nigricans* que alcanza mayor desarrollo su follaje, constituye un mejor pasto; esta especie es recomendable para las áreas con lluvias más frecuentes.

"Canis" o "Gramma de la Virgen" *Cynodon dactylon* (L. Pers). Esta gramínea es ampliamente conocida en las áreas de la Región Interandina, tanto en las tierras abandonadas como en las agrícolas. Su propagación es sorprendente, por lo que muchas veces constituye una "plaga", o yerba de difícil control, ya que es una especie de hábito rizomático. Es resistente a la sequía tanto en tierras arenosas como en arcillosas y "cangaguosas"; se fija arraigadamente en las tierras laderas. Teniendo en cuenta esta característica vegetativa de *Cynodon*, es recomendable para la protección de las tierras erosionadas no sólo de las laderas, sino de las cárcavas y quebradas. Esta gramínea en las áreas húmedas o bajo riego, alcanza tallas de 22-30 cm, es decir, se transforma en un buen pasto.

En las áreas de lluvias más frecuentes, las coberturas de las tierras erosionadas e inclinadas, sería excelente con un pasto mixto de *Eragrostis* y *Cynodon*; ambas especies tienen un buen desarrollo radicular y foliar. Pero la introducción de sólo el *Cynodon* en los cultivos, es peligroso por la rápida propagación invasora, difícil de controlar; basta un nudo e internudo diminuto, para que la propagación no se interrumpa.

En el Ecuador andino las áreas que están cubiertas o protegidas con *Cynodon*, son naturales, pero todavía no se ha aprovechado en forma técnica con el exclusivo objeto de protección de las tierras laderas y erosionadas.

"Sinchiquigua" *Sporobolus poiretii* (Roem & Schult, Hitch). Esta gramínea espontánea está muy difundida a lo largo de toda la Región Interandina del Ecuador, es muy resistente a las sequías y habita tanto en suelos arenosos y arcillosos; tiene un buen sistema radicular y fuerte penetración. Fundándose en las observaciones hechas, puede recomendarse la utilización de esta gramínea como controladora de la erosión en las áreas de suelos desérticos o secos, y aunque nunca ha sido usada para este objeto, muy bien puede hacerse en todos los países andinos pero, principalmente en las áreas comprendidas entre los 1800 a los 3 000 m.s.m. Su propagación se puede hacer por semillas, que son abundantes y el ciento por ciento fértiles.

"Kikuyo" *Pennisetum clandestinum* Chiov. Esta gramínea fue introducida al Ecuador desde Colombia, en 1930; al principio fue usada solamente como césped o cubierta de parques y jardines, pero su propagación ha sido tan rápida que actualmente se puede ver por todas partes de las provincias Interandinas, como si fuera una especie nativa. Crece admirablemente en todos los terrenos arenosos, arcillosos, húmedos, lateríticos, etc., y su desarrollo es mejor cuando la humedad es más constante; en este caso el follaje constituye un buen pasto. La dispersión de esta gramínea se extiende desde los 1 200 hasta los 3 200 m sobre el nivel del mar. Cuando la especie ha llegado a habitar en terrenos arcillosos duros (cangaguosos) y secos como en Picalquí, Tabacundo, disminuye totalmente la talla del follaje, en cambio los rizomas engrosan mucho. La propagación del kikuyo es fácil y de rápido crecimiento; bastan pequeños rizomas o esquejes de 15 cm de largo para plantar en cualquier terreno. En el Ecuador nunca he

visto florecer el kikuyo.

Teniendo en cuenta que el kikuyo es una gramínea de rápido crecimiento estolónico, puede decirse que es muy aconsejable para cubrir o proteger los terrenos laderosos de las tierras alto-andinas que son arcillosas y húmedas; pero de manera especial se puede aconsejar para proteger los bordes de las acequias o canales, las riberas de los torrentes y riachuelos y aún ríos pues en donde ha llegado esta gramínea a establecerse, constituye una excelente capa protectora. Donde el kikuyo llega a arraigarse, ésta se transforma en planta dominante.

Si el kikuyo se mantiene entre los cultivos, es peligroso, por cuanto sus rizomas son muy resistentes y pueden en cualquier momento y en cualquier suelo propagarse rápidamente como invasora, siendo difícil controlarla una vez establecida. De todas maneras, el kikuyo no es para eliminarle completamente del país, como se ha hecho con un Decreto Oficial irrealizable; si el kikuyo es gramínea invasora, el "canis" (*Cynodon dactylon*) es invasora dominante y perjudicial para la agricultura; en cambio sabiendo usar ambas gramíneas el kikuyo en las tierras altas y algo lluviosas y el canis en las áreas secas y erosionadas de las tierras interandinas, la conservación de los suelos sería una gran realidad práctica. Lo esencial al manejar las gramíneas como controladoras del suelo, cárcavas y corrientes del agua, es conocer su hábito.

El kikuyo ha dado magníficos resultados en las experiencias hechas en Solaya (1800 m.s.m.) en las alturas de ciertas áreas paramales (3 200 m.s.m.) y a lo largo de los ríos y torrentes ha dado excelentes resultados como gramínea controladora de la erosión; ejemplos de este último caso se ven en el río Cutuchi al pie de Latacunga, en el río Ambato, al pie de la ciudad del mismo nombre en Ibarra, Chambo, etc.

Entre otras monocotiledoneas que deben ser mencionadas en este trabajo, como protectoras, merecen especial atención los "cabuyos", del género *Agave* para las tierras secas, arenosas y arcillosas de la Región Interandina, desde los 1500 a los 3 000 m.s.m. Los *Agaves* son plantas crasulentas y adecuadamente conformadas a resistir los largos períodos de sequía de los valles xerófilos ladero-arenosos; viven y se propagan espontáneamente en el ambiente seco de la Sierra o región Interandina. Habita preferentemente en las quebradas, cárcavas y laderas y su sistema radicular es bien desarrollado o profundo.

Teniendo en cuenta las propiedades y hábito del *Agave*, principalmente del *A. americana*, este autor se permite recomendar su uso ya conocido, para proteger derrumbos, zanjas, cárcavas, quebradas, etc., de las tierras secas y deleznales. En muchas secciones tanto del norte de Quito, como de las provincias centrales de la región Interandina, he observado magníficos ejemplos de rellenamiento o "cubierta" de las quebradas por medio de la propagación de los *Agaves*, formando a veces verdaderas vallas de contención contra el arrastre de las aguas fluviales repentinas, pero fuertes. Lo que se observa en forma natural, se podría imitar artificialmente por medio de brotes rizomáticos o plantas pequeñas, que son de fácil obtención y propagación.

La protección de las cárcavas o quebradas o de las salidas o desagües de las aguas de tempestades y lluvias fuertes, de las áreas secas de la Sierra, se podría hacer mejor todavía por medio de asociaciones de *Agave*, *Cortaderia rudiusscula* y "chilcales" (*Baccharis polyantha*).

Leguminosas. "Retama" *Sarothamus scoparius*, especie arbustiva y de aspecto achaparrado, introducida del Viejo Mundo a principios de la colonia y magníficamente aclimatada en la región Interandina. Crece silvestre en los descensos de las grandes quebradas y valles secos, de tierras duras y pedregosas; su sistema radicular es profundo y resistente y como las plantas casi no tienen hojas verdosas, está perfectamente habituada al medio xerófilo. Basándose en estas observaciones de los suelos laderosos, erosionados por los chivos y por las lluvias repentinas, pero destructora, esta especie puede ser plantada en filas o en "macisos", así como también siguiendo contornos nivelados y aún en la protección de los taludes de los bancales altos. Su propagación se puede hacer fácilmente por medio de semillas y luego por el trasplante de las germinadas en su propio medio.

"Chanchilva" *Cassia incana* y *C. canescens*. Esta leguminosa nativa es arbustiva y de copa muy ramificada, casi achaparrada. Habita tanto en terrenos secos como húmedos; cuando se observa en las áreas laderosas se ve que crece admirablemente en tierras arcillosas y compactas (cangaguales). Esta especie, como la retama (*Sarothamus*), el *Agave*, el sigse (*Cortaderia rudiusscula*), la chilca (*Baccharis polyantha*) etc., puede ser usada en la protección de las tierras laderosas y secas de la región Interandina, así como en la preparación del suelo para futuras plantaciones forestales; usando por ejemplo en las zanjas, contornos de nivel. etc., de las laderas, todas las especies mencionadas pueden ser dominadas preforestales; pues en el suelo preparado por aquéllas y bajo su protección foliar, se pueden plantar los arbolitos propiamente forestales: eucaliptos, capulíes, cipreses, pináceas, etc.

"Guabo" *Inga ornifolia* árbol nativo y coposo; puede ser utilizado como sombra y preparador inicial al arbolado

forestal propiamente. Las cárcavas y quebradas pueden ser igualmente plantadas de guabos.

Entre las leguminosas cobertoras, recomendadas ya por otros conservacionistas y que este autor también sugiere después de haber hecho observaciones, pero siempre que haya riego o una pluviosidad superior a los 50 mm son las siguientes:

"Alfalfa", varias del género *Medicago*, pero principalmente *M. sativa* y sus variedades. En la Sierra ecuatoriana el cultivo de la alfalfa se realiza sólo como forraje de corte o como cultivo rotativo en las provincias centrales pero la alfalfa ha dado excelentes resultados como "cobertora" y "enmendadora" de los suelos; el mejor ejemplo práctico de este uso es el realizado en la hacienda Picalquí del Cantón Tabacundo, donde terrenos arcillosos o cangaguosos después de ser removidos por medio de arados y plantados de alfalfa, en hileras y al boleto, ha sostenido admirablemente la tierra, protegiendo contra la erosión tan marcada en esta área, al propio tiempo que "rehabilitando" el suelo para futuros cultivos.

Lo recomendable en estos casos de conservación, es que la semilla de la alfalfa, sea de la misma área, porque es más resistente o adecuada al medio. La variedad preferida debe ser la de tallos numerosos y delgados en vez de la de tallos gruesos, ralos y casi lignificados; la razón para esta selección es obvia, porque los tallos leñosos son desperdiciados en gran porcentaje, por no ser aprovechados por el ganado. Además existen muchas otras variedades de alfalfa adecuadas para proteger y rehabilitar los suelos; para América Latina será más aconsejable conseguir semillas de esta leguminosa en La Estanzuela, Uruguay y en el sur de los E.U.

Los tréboles, varias especies del género *Trifolium* son importantes dado el aspecto protector de los suelos, no sólo por sus abundantes raíces y órganos foliares, sino por la propiedad especial que tienen sus abundantes nudosidades radicales de fijar el nitrógeno del aire y en este sentido, los tréboles son también enmendadores.

Entre las principales especies del género *Trifolium* recomendables para cobertura, al propio tiempo que como forrajeras "asociadas" de los pastos gramínicos, merecen especial mención, las siguientes: Trébol blanco *Trifolium repens*; Trébol rosado *T. pratensis*; Trébol rojo o encarnado *T. incarnatum*, el trébol híbrido *T. hybridum* y otras especies de tréboles anuales.

El añil trepador *Indigofera endecaphylla* es una especie ya experimentada en Puerto Rico con magníficos resultados. Creo que se podría utilizar esta especie en las áreas subtropicales de los valles interandinos.

Lespedeza *Lespedeza* spp. es recomendable para las tierras subtropicales y tropicales. Para la Sierra del Ecuador sería bueno ensayar con las variedades adecuadas.

Melilotus *Melilotus* spp. y *Lotus* spp., son buenas compensadoras de los terrenos cubiertos de pasto.

*Mayores datos informativos sobre esta especie pueden verse en "Soil erosion in agricultural highlands of Ecuador..." Chicago, diciembre de 1947, de este mismo autor.

OTRAS ESPECIES

Chilca *Baccharis* spp. y principalmente *B. polyantha*. La observación ha demostrado las excelentes propiedades que ofrece esta compuesta arbustiva y achaparrada para utilizarle artificialmente en la protección de las tierras, pero principalmente de las cárcavas y quebradas, tanto de las áreas de los valles xerofílicos, como de las alturas mayores de 2 300 m.s.m., y sujetas a más fuertes lluvias.

La chilca posee un desarrollado y profundo sistema radicular, de tal manera que contiene muy bien las tierras inclinadas de las cárcavas y quebradas y teniendo en cuenta que sus raíces son resistentes y profundas, también se puede utilizar en los bordes altos de las grandes acequias y canales y aún de los riachuelos y torrentes de la región Interandina.

El mejor uso que se puede hacer con la chilca para la protección de las cárcavas, es combinado con sigse (Cortaderia), con *Agave*, con "chanchilva" (*Cassia canescens*), etc., y aún con *Setaria* y otras gramíneas.

Existen otras especies nativas que pueden ser recomendadas como protectoras de los suelos o como rehabilitadoras, pero este autor no las menciona hasta no obtener mejores observaciones y resultados, tanto en el propio habitat como en los ensayos.

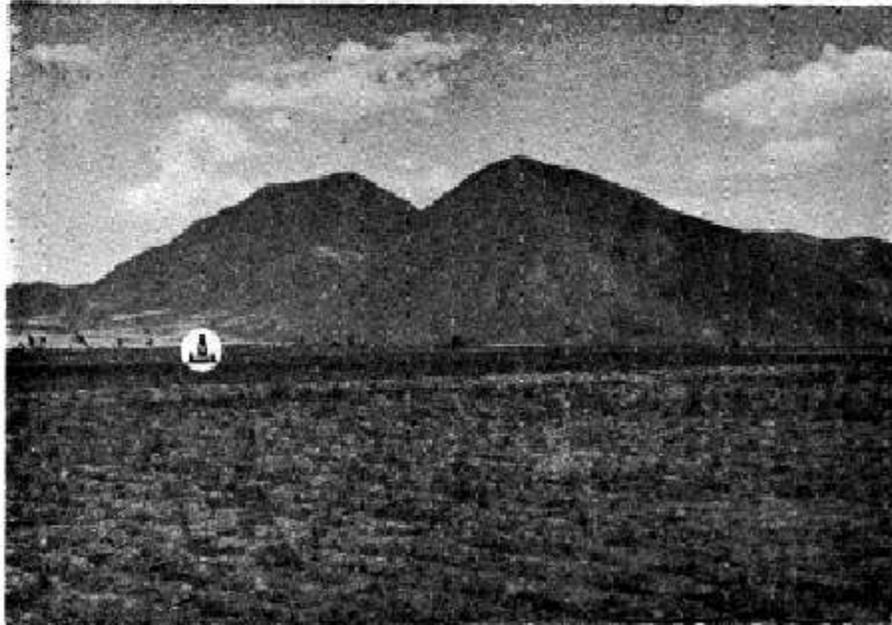
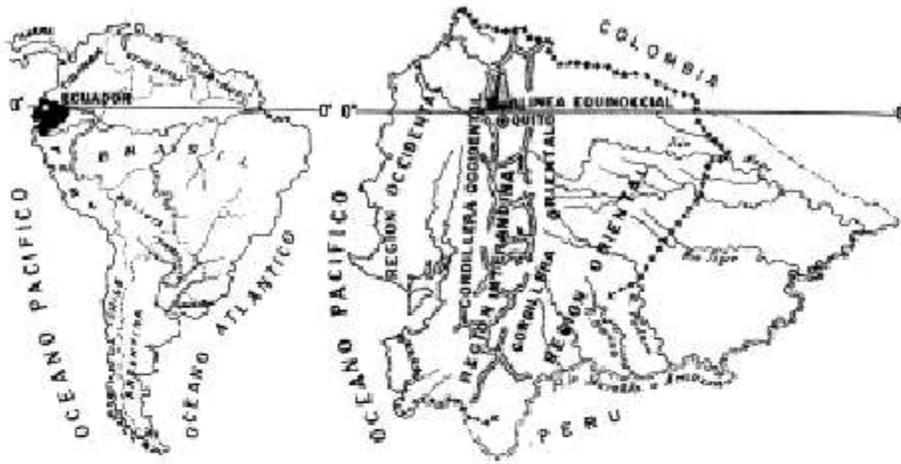


Fig. 1. Situación del Ecuador en Sudamérica y esquema del mapa de la República del Ecuador, mostrando el lugar del área equinoccial en donde está localizada la Primera Estación Experimental de Desierto del Ecuador.

Fig. 2. Cerros de La Marca situados en plena línea equinoccial. En este sector está situada la Quinta Equinoccial.

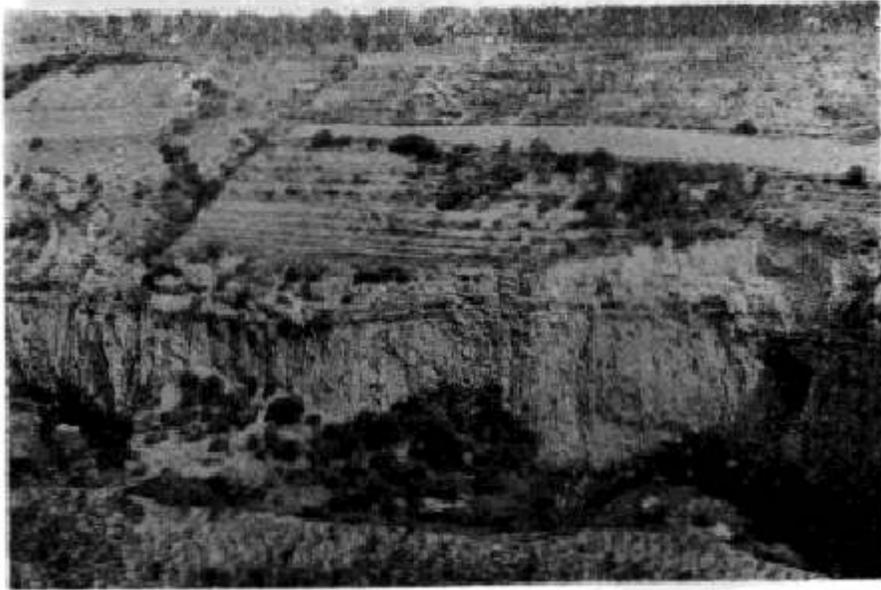


Fig. 3. Lado noroccidental de los cerros de La Marca, con descenso del río Guayllabamba, con vegetación xerófila incrementando por la tala, produciendo una fuerte erosión.

Fig. 4. Conservación del suelo en ladera oriental de la Quinta Equinoccial a base de terrazas de contorno y plantación de cabuya blanca (*Fourcreya andina*).



Fig. 5. Curvas de contorno en una de las laderas de la Quinta Equinoccial, para ahorrar el agua pluvial esporádica por medio de la plantación de cabuya blanca (*Fourcreya* spp).

Fig. 6. Areas agrícolas de la Hda. La Providencia en la Provincia de Pichincha, con cultivo de algodón herbáceo. Los árboles son de *Acacia pellacantha*.

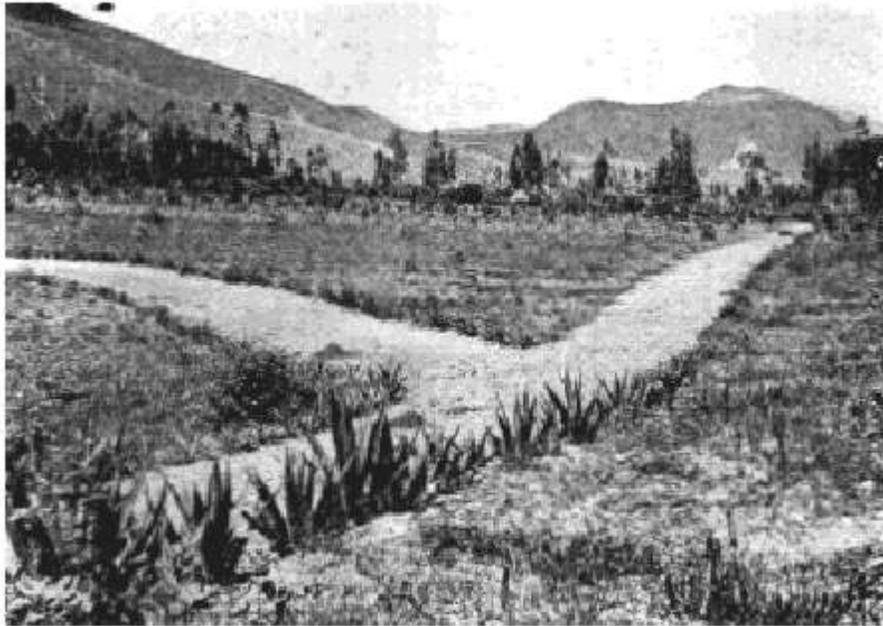


Fig. 7. Los caminos dentro de la Quinta Equinoccial están bordeados por cercos vivos de cabuya blanca (*Fourcreya andina* y *F. velutinevaria*), plantas productoras de hojas fibrosas.

Fig. 8. Plantación de eucaliptos (*Eucalyptus globulus*) en las tierras secas planas y laderas de la estación experimental Quinta Equinoccial.



Fig. 9. Resultado objetivo y halagador que ha dado el ensayo de la introducción de semillas de *Casuarina equisetifolia* en el área semidesértica de San Antonio de Pichincha. Especie aclimatada en la Quinta Equinoccial.

Fig. 10. Bosque artificial en la Quinta Equinoccial con *Pinus insignis* de 6 años asociado con pasto elefante (*Pennisetum purpureum*).