CENIZAS TOTALES Y ALGUNOS CONSTITUYENTES CARBOHIDRATADOS Y NITROGENADOS DE LAS RAICES DE CAFETOS EN FRUCTIFICACION Y SIN FRUTOS A TRAVES DE LA ESTACION

por

Cristóbal A. Navarrete Sánchez

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS

TURRIALBA, COSTA RICA

JULIO 1951

CENIZAS TOTALES Y ALGUNOS CONSTITUYENTES CARBOHIDRATADOS Y NITROGENADOS DE LAS RAICES DE CAFETOS EN FRUCTIFICACION Y SIN FRUTOS A TRAVES DE LA ESTACION

Tesis

Sometida al Comité Facultativo como

requisito para obtener el grado de

Magistri Agriculturae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

Aprobado:

Consejero

Comité

Comité

Turrialba, Costa Rica, 1951

A

MIS PADRES

TABLA DE CONTENIDOS

. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .

. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

INTRODUCCION

Todos están de acuerdo que el cultivo del café es de suma importancia. La mayor producción mundial procede del Hemisferio Occidental, como lo demuestran las estadísticas al respecto. Se puede decir que los 14 países productores del grano en la América, aportan a aquella producción un 94% del consumo anual de café; Colombia, durante los años 1946-1950 contribuyó a engrosar la cifra arriba mencionada con un 18%, gracias a una producción sostenida anual durante ese lapso de 5.4 millones de sacos de 60 kilos (29).

La industria cafetera en los países productores de la América, ocupan del 10 al 15% de sus empleados en la producción del precioso grano. En la mayoría de esos países la principal fuente de divisas se debe a la exportación de café, en Colombia, por ejemplo, de un 60 a un 70% de aquéllas proceden de tal operación comercial (29).

No obstante la importancia que tiene el cultivo del "Oro Vegetal" en el mundo, es muy poco en materia de investigaciones fisiológicas lo que se ha hecho en la América. Vista esta necesidad sentida cada vez más, los gobiernos, instituciones particulares e internacionales, han comenzado una fase investigativa en todas las ramas del precioso grano, Sin embargo, en cuanto a la fisiología se refiere, repetimos, es muy poco lo que se ha hecho en este Continente y aún en

otros lugares.

La institución que primero encaró tales problemas en el Nuevo Continente, fué el Instituto Agronómico de Campinas, Brasil; recién el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de Turrialba, Costa Rica y posteriormente el Centro Nacional de Investigaciones de Café en Chinchina, Colombia.

La presente investigación - de carácter exploratorio - es parte de una serie de proyectos que el Instituto de Turrialba trata de realizar en materia de fisiología del cafeto.

Se estudia aquí el metabolismo - que de acuerdo con Sinnott (57) se refiere a una serie de cambios químicos y procesos envueltos en la actividad de los organismos vivos - de algunos constituyentes carbohidratados y nitrogenados así como también las cenizas totales en las raíces de los cafetos con y sin frutos durante un año completo; se trata de ver los efectos que la fructificación tiene sobre tales compuestos y la variación en producción del cafeto, ya que ésta probablemente depende de condiciones internas de la planta más que de otras cosas, pues según Murneek (46), Meyer y Anderson (40), Maximov (38) y otros, las reservas de los vegetales se agotan principalmente por una demanda de ellas en la fructifición, sobre todo si es excesiva.

REVISION DE LITERATURA

Metabolismo de los Carbohidratos

Uno de los primeros trabajos en relación con el metabolismo de los carbohidratos, fué el hecho por du Sablon (54) el cual trabajó con raíces, tallos y hojas de castaño, peral, duraznero y sauce durante un año completo, al final del cual llega a establecer que las reservas carbohidratadas presentan un máximo en otoño al momento de la caída de las hojas después del período de asimilación activa; durante el invierno las reservas disminuyen un poco; en la primera hay una fuerte disminución, la cual se cree sea causada por la utilización de tales reservas en la formación de nuevas ramas y raíces; para el verano, cuando el crecimiento es lento y la asimilación activa, las reservas aumentan para alcanzar un máximo en otoño. Las variaciones de que se dió cuenta anteriormente, son más definidas y marcadas en las raíces que en los tallos, sugiriendo este hecho, que las raíces llenan mejor la función de órganos de reserva que los tallos. Las variaciones en las hojas son menos voluminosas.

Butler, Smith y Curry (11) trabajando en la distribución de los materiales alimenticios en los manzanos en diferentes períodos vegetativos, encontraron que el almidón era

escaso en las ramas, regular en los tallos y superior en las raíces en el período de descanso; en el de floración las raíces y las ramas contenían más almidón que el tallo, durante el período de actividad, el tallo contiene relativamente más almidón que las ramas y las raíces. Concluyen los autores diciendo que según lo expuesto primeramente, el almidón se deposita en grandes cantidades en las raíces y en cantidades menores en las ramas. En cuanto a la sacarosa, dicen que se acumula en grandes cantidades en las radicelas durante el período de crecimiento y en cantidades menores en las ramas. Los azúcares reductores es la forma de traslación de los carbohidratos, ellos se acumulan durante el período de reposo en las raíces de las cuales desaparecen rápidamente en la época de la floración, posteriormente se acumulan de nuevo en ese mismo órgano lentamente hasta la caída del follaje.

Cameron (13) haciendo trabajos sobre el almacenamiento del almidón en el peral y en el albaricoquero, encontró dos mínimas y dos máximas para aquél en uno y otro frutal, presentándose una y otra al mismo tiempo; la primera mínima fué en Mayo y comienzo de Junio, la primera máxima ocurrió en Octubre y principios de Noviembre, presentándose en Enero y comienzos de Febrero la segunda mínima seguida por la segunda máxima al final de Febrero, ésta coincidió con la floración del albaricoquero, el peral, sin embargo, no floreció

sino hasta la tercera semana de Marzo; posteriormente a la floración, hubo un constante descenso en el contenido de almidón en las ramas jóvenes del albaricoquero; este descenso se presentó más tarde en el peral y fué mucho menos rápido que en el primero.

Kraybill, Sullivan y Miller (31) después de conducir trabajos sobre los cambios estacionales en la composición del manzano, especialmente los cambios carbohidratados, llegan a las siguientes conclusiones: hay un máximo contenido de almidón en todas las partes del vegetal en Noviembre, después que las hojas han caído; consecuentemente el almidón se hidroliza de Noviembre a Diciembre, así como de Febrero a Abril; una vez que los pétalos han caído en Mayo, el almacenamiento del almidón se realiza de nuevo; de Noviembre a Diciembre la sacarosa aumenta en el leño y decrece en la corteza en la parte superior del árbol, lo contrario ocurre de Febrero a Abril. El almidón es la reserva carbohidratada más importante en el manzano y se encuentra presente en gran cantidad en todas las partes del vegetal; durante el período de máxima utilización de reservas carbohidratadas, se encontraron grandes cantidades de almidón en todas las partes del árbol; por último, terminan los autores diciendo, que los cambios de "hemicelulosa" (carbohidratos ácido-hidrolizables)

fueron menos marcados e irregulares que los del almidón, indicando esto que tales sustancias no juegan un papel importante como reservas carbohidratadas, Sylvain (64) también está de acuerdo en este sentido.

Richey y Asbury (53) hicieron análisis periódicos para estudiar la distribución de los carbohidratos en la planta de cereza durante la estación; los análisis fueron hechos tanto en las raíces como en las partes aéreas, y encontraron que los carbohidratos eran más removidos a medida que la muestra se tomaba más distante de la planta madre; encontraron dos máximas y dos mínimas en el contenido de carbohidratos.

Sayre, Morris y Riche (56) en un estudio hecho sobre la distribución de los azúcares en los tallos de maíz, encontraron un gran contenido de aquéllas, especialmente sucrosa, durante el período de emisión de los "cabellos" (estigmas) de la mazorca hasta la maduración de la misma.

De acuerdo con Cameron (12), quien hizo experimentos en naranjos jóvenes sobre el contenido de almidón a través de la estación, se puede decir que en el floema y corteza de las ramillas y ramas de los citrus que crecen en regiones de invierno severo, el almidón se acumula durante el verano y otoño, disminuye a un mínimo o desaparece en invierno,

reaparece en grandes cantidades en las proximidades de la primavera y disminuye hacia un segundo mínimo tan pronto como los brotes comienzan a desarrollarse. A la misma conclusión llegan Smith y Waugh (58) quienes hicieron trabajos similares en Hicoria pecan Marsh. Continúa diciendo el primer autor, que hay una relación inversa entre la humedad y el contenido del almidón; el máximo contenido de humedad ocurre en las postrimerías del verano y proximidades del otoño, lo que coincidió con un mínimo en el contenido de almidón, para terminar dicen los autores mencionados, que considerando el árbol de naranjo como un total, la desaparición del almidón progresa basipetalmente y que aquél se acumula en las regiones adyacentes a las hojas, más tarde en las ramas, tronco y raíces.

Eaton y Ergle (22) trabajando en la acumulación de los carbohidratos en el algodonero a bajos niveles de humedad encontraron, que tanto en las raíces como en los tallos había un aumento en el contenido de almidón así como en el de azúcares durante la sequía; en cambio en cuanto al contenido de "hemicelulosa" no hubo diferencias ni en las raíces ni en los tallos durante aquélla; en las hojas hubo para la misma época una reducción en el contenido de almidón.

Stuart (61) después de trabajar en el metabolismo de

los carbohidratos en manzanos, llega a establecer que los árboles con buen contenido de nitrógeno presentaban excelente follaje, pero su contenido de carbohidratos era bajo en comparación con los árboles control y que las diferencias en el metabolismo de los carbohidratos están asociadas principalmente con la naturaleza de las reservas insolubles.

Murneek y Logan (49) en un estudio sobre la migración otoñal de los carbohidratos en las hojas, dicen que en éstas se encuentra la fuente de practicamente todo el suministro de carbohidratos; su construcción y traslación son extremadamente rápidas, (Mason y Maskell (39)) y están sujetas a fluctuaciones periódicas y diurnas, entonces mientras que la migración del nitrógeno en las hojas se ha podido estudiar con acierto, pruebas similares para carbohidratos han sido hechas, mas no se han podido conseguir resultados aceptables. La formación de carbohidratos en la fotosíntesis, es afectada por muchos factores ambientales, sobre todo los cambios en luz y temperatura; se puede decir, sin embargo, que una gran proporción de aquéllos es removida antes de la abscisión, lo que es aseverado por análisis hechos en hojas caídas, las cuales afectan menos azúcares que las no caídas.

Murneek (42) haciendo estudios sobre el almacenamiento de los carbohidratos en manzano, llegó a la siguiente

conclusión: hay una gran cantidad de almidón y azúcares en las raíces, entonces las partes sub-terráneas del manzano sirven como órgano de almacenaje del almidón, en este respecto el manzano funciona semejantemente, más o menos, como una planta típica bianual. Loomis (32) en plantas de maíz también llega a la conclusión de que los carbohidratos son almacenados en la forma estable de almidón en el grano o como substancia hidrolizable en los tallos.

Murneek (47) en sus estudios sobre la distribución cuantitativa del nitrógeno y los carbohidratos en los manzanos, dice que para la elongación de los frutos se requiere carbohidratos, los cuales toman de las reservas, pero la mayoría de ellos son fabricados por las hojas en la proximidad de la fructificación. Cuando el crecimiento comienza, el almidón desaparece primero de la yema terminal de los brotes y progresivamente se encamina el descenso hacia las ramas viejas y raíces.

Platenius (51) dice que el metabolismo de los carbohidratos es un problema estremadamente complejo, la acumulación de ellos es controlada por la velocidad de la función fotositética y su utilización tanto en la respiración como en la síntesis de proteínas y grasas, consecuentemente, todos los factores que afectan aquellas funciones tienen una

decidida influencia sobre la cantidad de carbohidratos presentes en la planta, así se ha encontrado que hay una transformación de los almidones a azúcares en plantas sometidas a temperaturas bajas, esto es cierto para repollos; en tomates las temperaturas bajas dieron un ligero aumento en azúcares y uno enorme en los polisacáridos, particularmente almidón. Spoehr (citado por Platenius (51)), dice que dos factores controlan la cantidad de azúcar y almidón, así tenemos que una combinación de contenido de agua bajo en el suelo y alta temperatura resulta en un aumento de polisacáridos y pentosanas, con una disminución de monosacáridos, presentándose la situación contraria bajo condiciones también contrarias de agua y temperatura. La explicación a ello es que las enzimas sintetizadoras de almidón se inactivan en sequedad, mientras que las que hidrolizan actuan major en presencia de aquellas.

Smyth (59), quien hizo trabajos sobre el ciclo de los materiales carbohidratados, dice que durante el período de crecimiento hay una disminución de los azúcares reductores; también una gradual acumulación de almidón en las ramas a través de la estación de crecimiento, esta cantidad aumenta cuando se ha caído todo el sistema foliar, tal aumento es causado probablemente por una hidrólisis del almidón en las ramas más jóvenes y una síntesis en las más viejas. Las

fluctuaciones en el contenido de "hemicelulosa", fueron pequeñas, entonces ello quiere decir que tal compuesto tiene más que todo una función estructural y no de reserva. En este último sentido también se pronuncian Winklery y Williams, (67), después de conducir trabajos en vid. Burkhart (10), dice que encontró fluctuaciones significantes en el contenido de "hemicelulosa" en las raíces de alfalfa.

Metabolismo de Nitrógeno

Butler (11) en sus trabajos sobre la distribución de los materiales alimenticios en el manzano a diferentes períodos vegetativos, encontró que el nitrógeno se almacena principalmente en las ramas jóvenes, de donde pasa a las regiones activas cuando los árboles entran en el período de actividad.

Sullivan y Kraybill (63) en sus investigaciones de las formas de nitrógeno en manzanos, dicen que el nitrógeno total decrece del crecimiento terminal hacia abajo tanto en la corteza como en el leño. En las partes aéreas el nitrógeno soluble es superior en la corteza que en el leño, presentándose el caso contrario en las raíces. Entre Diciembre y Febrero hay un aumento en todas las formas de nitrógeno para todas las partes del árbol, indicando ello que hay tanto una obsorción de nitrógeno del suelo como una síntesis de proteínas; sin embargo, el nitrógeno soluble en las raíces

muestra un máximo en Febrero, cantidad que disminuye progresivamente hasta Abril.

Murneek (47) encontró en sus estudios sobre la distribución cuantitativa del nitrógeno en manzanos durante la estación, que la mayoría del nitrógeno que se remueve en aquellos obedece a la fructificación y a la poda. Una gran fracción del nitrógeno total puede estar permanente o temporalmente como reserva en la corteza o en el leño, al comienzo de la primavera; el crecimiento y desarrollo del árbol, se realizan a expensas y en proporción a la cantidad de nitrógeno almacenado, consecuentemente todas las estructuras de madera, incluyendo las raíces, muestran un descenso progresivo en nitrógeno desde los comienzos de la primavera hasta cuando cesa el crecimiento, en árboles que no producen, hay más bien un gradual aumento, en los que producen es mucho más lento hasta cuando el fruto se encuentra desarrollado, época en la cual se requiere menos nitrógeno. Los espolones ("spurs") de los árboles en producción tienen un máximo de nitrógeno al tiempo de brotar las yemas y un mínimo cuando la elongación vegetativa ha terminado; para terminar, Murneek dice que la floración está caracterizada por un aumento marcado en todas las formas activas de nitrógeno en las ramillas, pero especialmente en los espolones que producen.

Murneek y Logan (49) después de hacer estudios sobre la migración otoñal del nitrógeno en los manzanos llegaron a las siguientes conclusiones: el nitrógeno, y probablemente otros nutrientes del suelo, son absorbidos por los manzanos antes de la defolación. La remoción del nitrógeno de las hojas es debido principalmente a un descenso en la fracción insoluble en agua; árboles en producción acumulan el nitrógeno en las ramillas y ramas durante la caída de las hojas. En el tiempo de la abscisión los espolones y madera de un año parecen aumentar en nitrógeno al principio, seguido por un aumento similar en las porciones más viejas de las ramas, en el tallo y las raíces.

Platenius (51), dice que se observó una disminución en nitrógeno total y en proteínas durante el período de rápido crecimiento; el nitrógeno soluble aumenta, con un aumento en la temperatura, por el contrario, una temperatura baja resulta en una transformación del nitrógeno soluble a proteínas; la baja temperatura, pues, parece favorecer la formación de nitrógeno amino y proteína de formas simples, esta transformación puede ser causada, al menos en parte, por la acumulación de azúcares como un resultado de una pequeña utilización en la respiración y el crecimiento.

Herndlhofer (26) en San Pablo, Brasil, haciendo

trabajos sobre la distribución de los compuestos nitrogenados en cafetos de la variedad Borbón, encontró que en los meses de invierno hay en todos los órganos vegetativos, en general, menos proteína y más nitrógeno soluble que en los de verano, esto para las raíces; durante los meses de más calor el contenido de nitrógeno total es mayor, y menor la cantidad de substancias soluble nitrogenada.

Smith y Waugh (58) después de hacer estudios sobre la variación del contenido de nitrógeno en raíces de Hericoria pecan en producción, establecen que el contenido de nitrógeno decrece al disminuir la materia seca. Durante los períodos de crecimiento hubo menor contenido de nitrógeno, esto es debido a que tanto para la emisión de nuevos brotes como para el desenvolvimiento de las flores, se requiere buen contenido de nitrógeno; durante los períodos de intensas sequías se encontró bajos niveles de nitrógeno, lo que se atribuye a condiciones desfavorables para la absorción del nitrógeno por las raíces.

Efecto de la fructificación sobre el metabolismo de las plantas

Auchter y Schrader (5) quienes hicieron experiencias sobre los factores que afectan la producción bianual en manzanos, dicen que la remoción de los botones florales reducen

el número de frutas por árbol, lo que redunda en un aumento del área foliar; en los árboles a los cuales se les hizo tal tratamiento, se les encontró una mayor acumulación de carbohidratos, como consecuencia viene una mejor producción de flores sobre los espolones que no producen; terminan diciendo los autores, que una floración moderada, acompañada con las prácticas de poda, manejo del suelo, (Sullivan y Cullinan 62), aspersiones y fertilización son necesarios para proporcionar un excelente crecimiento, (Stuart 61), y follaje saludable así como para obtener una producción anual regularizada.

Aldrich (2), después de conducir experimentos sobre el efecto de la entresaca de frutos en la acumulación de los carbohidratos, y la formación de yemas florales en manzanos, ha establecido que aquélla en todos los casos aumenta el tamaño de los frutos que se dejaron, tal práctica tiene también marcado efecto sobre el vigor y productividad. En muchos casos la entresaca resulta en un aumento del tamaño de las hojas comparadas con los controles, también aumenta la acumulación de ciertos carbohidratos.

Sayre, Morris y Richey (56), en sus trabajos sobre el efecto de prevenir la formación de frutos y de reducir el área foliar en la acumulación de azúcares en tallos de maíz, encontraron que previniendo la polinización, y por consiguiente

la formación de frutos, se observa una gradual acumulación de azúcares totales; el contenido de azúcares reductores fué virtualmente inafectado por los tratamientos. La reducción del área foliar tuvo como consecuencia una reducción en el contenido de azúcares totales en los tallos.

De acuerdo con Brunson y Latshaw (9), cuando se previene el cuajamiento de los granos de maíz o se reduce previamente la polinización, las proteínas y el extracto libre de nitrógeno se acumulan en mucha mayor cantidad que en las matas controles, Sylvain (64) también dice lo mismo, sin embargo, dicen los primeros autores, el contenido de fibra es considerablemente reducido, especialmente en las tuzas y tallos.

Para Dearborn (20), quien hizo trabajos en pepinos con frutos y sin ellos, las plantas a las cuales se les permitió la formación de frutos tienen una actividad metabólica superior a los controles, la síntesis y almacenaje de los alimentos se realizan más pronto en aquéllas que en éstas. Las partes vegetativas de las plantas defloradas, tuvieron mayor contenido de materia verde, concentración de azúcares reductores, almidón y carbohidratos totales que las plantas normalmente fructificadas.

Murneek (43), dice que en tomates una supresión de los

frutos resulta en un recobramiento de las partes vegetativas; en las plantas sin frutos se obtuvo un crecimiento 2 ó 3 veces superior en comparación con los controles; el mismo Murnéek (44), en un artículo posterior establece que ello es debido a una presión osmótica más alta en los sin frutos y posiblemente a alteraciones fisicoquímicas, también a una gran asimilación del CO_2 aumentando la absorción de los nutrientes del suelo lo que dá un contenido superior de la materia seca en las matas sin frutos.

Murneek (46), queriendo comprobar si la fructificación es un proceso exhaustivo, removió las flores y frutos en manzanos en diferentes estados de desarrollo, encontró que cuando los espolones son deflorados o desfrutificados, la cantidad de nitrógeno total aumenta en las partes viejas de aquellos, mas este aumento es más notorio en las hojas; los datos demuestran que las reservas de nitrógeno son utilizadas en gran cantidad por las hojas y en menor por las flores y frutos, en resumen, se puede decir que la fructificación es un proceso exhaustivo, sobre todo en años de máxima cosecha; por eso Murneek (47) en su trabajo sobre la distribución cuantitativa del nitrógeno y los carbohidratos en el manzano, dice que se estima en una libra de nitrógeno removido por 25 "bushels" de manzanas.

Cameron y Schroeder (15) haciendo estudios del ciclo del almidón en naranjos en producción, establece que una fructificación fuerte resulta en un reducido contenido de almidón en las partes aéreas del árbol, especialmente en las ramillas y ramas; Cameron y Compton (14) dicen también que la fructificación no produce un efecto medible sobre el contenido de nitrógeno en los naranjos en producción.

Davis (19) quien hizo trabajos del metabolismo en ciruelos de producción alterna, dice que el almidón demostró ser superior en los ciruelos que no producían, que en aquellos que sí llenaban tal función; las raíces de los árboles con frutos tenían una ligera cantidad de almidón, en cambio las de los que no producían, el contenido fué muy superior; se supone que el crecimiento de las raíces se detiene cuando la demanda de carbohidratos en la parte aérea es mucha; esta reducción en el crecimiento de las raíces puede limitar el área de absorción, lo que trae como consecuencia la limitación de otros factores, tales como la toma de los iones o del agua. Una cosecha muy grande trae como resultado una disminución de los carbohidratos en las raíces.

Nutman (50), que ha hecho trabajos en el Africa en relación con el sistema radicular del cafeto, dice que observaciones hechas en cafetos saludables de todas las edades y con

diferentes cosechas, parecen indicar que el almidón se produce durante la formación de aquélla; en general, dice Nutman, la cantidad de almidón (estimado por coloraciones con yodo) es inversamente proporcional a la cantidad de cosecha producida. Un cafeto con mucha producción contendrá poco almidón en sus raíces, trazas en los tallos y regular cantidad en las ramas, especialmente las que tienen poca cosecha.

Eaton y Joham (23), quienes hicieron estudios sobre el efecto de la desfrutificación en el contenido de azúcares en las raíces del algodonero, dicen que las raíces de las matas a las cuales se les hizo la desfrutificación artificial, tuvieron un contenido superior tanto en azúcares como de nitrógeno comparadas con el control; encontraron un menor contenido de minerales en las matas control, lo que es debido, dicen los autores, a un reducido movimiento de carbohidratos hacia las raíces; el poco desarrollo vegetativo de los controles se debe, probablemente, tanto a la utilización de los carbohidratos para el desarrollo de las cápsulas como a la poca absorción de minerales.

MATERIALES Y METODOS

Localización del experimento

El experimento se llevó a cabo en los terrenos del Instituro Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica, América Central.

Los cafetos usados fueron de la variedad típica nacional perteneciente al Coffea arabica L. los cuales crecían a una distancia de 3.00 x 2.50 metros bajo sombra, a base de Ingas en buenas condiciones. La edad exacta de los cafetos fué un tanto difícil determinar, cálculo aproximados parecen demostrar que tenían 25 años.

De acuerdo con Alfaro (3), la región de Turrialba es una zona de transición entre el bosque húmedo tropical ("tropical moist forest") y la selva húmeda subtropical ("subtropical wet forest"), con marcada influencia en ésta. Turrialba tiene un clima húmedo sin estación seca bien definida, semi-cálido sin estación invernal. El régimen de lluvias en esta región se puede dividir en dos períodos: Enero a Julio, otro de Agosto a Diciembre; cada uno de esos períodos tiene dos sub-divisiones: una menos húmeda y otra más húmeda, el primer período tiene un sub-período menos húmedo en la primera mitad (Enero-Febrero-Marzo); para el segundo período tenemos

la máxima precipitación al final. La temperatura media anual es de 22.5 grados Centígrados con grandes variaciones diarias, alcanza un máximo de 27 grados Centígrados y un mínimo de 9.4 grados Centígrados en Diciembre, esta variación ocurrió tres veces en 1949. El promedio anual de humedad relativa es de 86%; la oscilación en Marzo es de 58% a 100%. De las 7 p.m. a las 7 a.m. la humedad relativa es de 100% todos los días.

Procedimiento experimental

Se seleccionaron 96 cafetos y fueron enumerados de 1 a 96; a 48 de los cuales se les permitió la producción de frutos, hemos denominado este grupo "con fruto" (C. F.) y a 48 se les impidió la producción por medio de la desfrutificación periódica a mano cuando los frutos tenían entre dos y tres milímetros de largo, a este grupo le denominamos "sin fruto" (S. F.). Cada uno de estos grupos fueron divididos en cuatro bloques de 12 cafetos cada uno. Las desfrutificaciones comenzaron a hacerse el 12 de Abril de 1950, a partir de esa fecha se hicieron aquéllas mientras fué necesario, ya que la floración en esta región es muy irregular.

Durante el período de experimentación, Abril 27 de 1950 hasta el 12 de Abril de 1951, se tomaron siete muestras en las siguientes fechas:

1. Abril 27, 1950 cafetos con números pares en la enumeración; los cafetos presentaban gran crecimiento y las ramas o bandolas tenían dos o tres pares de hojas nuevas; los cafetos "con frutos" tenían aquéllos de un tamaño que fluctuaba entre cinco y siete milímetros de largo; poca precipitación para este mes. (Gráfica No. 6).

2. Junio 27, cafetos con números nones en la enumeración; se nota en esta fecha gran desarrollo vegetativo, pero éste es más notorio en los cafetos "sin frutos"; los frutos en este período ya afectaban un tamaño superior; también en uno y otro tratamiento se nota floración. Abundante lluvia.

3. Agosto 22, cafetos con números pares en la enumeración; aunque se observaron nuevas hojas; el crecimiento fué muy poco, aquéllas eran muy superiores en los cafetos "sin frutos". Este mismo día se hizo la primera cosecha de aquéllos cafetos en producción; produjeron los 48 cafetos 2,883.17 gramos de café cereza. La precipitación fué regular en este período. En Septiembre 12, se hizo de nuevo otra cosecha produciendo ésta, 3,644.67 gramos de café cereza. En Septiembre 28, una nueva cosecha fué hecha con una producción para

los 48 cafetos de 3,130.59 gramos de café cereza.

4. Octubre 24, cafetos con números nones en la enumeración, se nota en esta fecha gran número de flores en los cafetos "sin frutos", los "con frutos" también presentan la misma situación pero aquéllas en menor escala. El crecimiento en uno y otro tratamiento fué muy poco, más en los "sin frutos" ese crecimiento era superior. En Octubre 16 y 24, dos nuevas cosechas fueron hechas, con una producción de 2,735.73 y 6,126.57 gramos de café cereza respectivamente. Hubo buena precipitación durante este mes.

5. Diciembre 11, cafetos con números pares en la enumeración, en esta fecha hicimos una nueva cosecha, la cual produjo 1,403.27 gramos; hubo una gran floración, muy fuerte, en los cafetos "sin frutos", los "con frutos" también presentaban floración pero en mucha menor escala en comparación con el primer grupo. En este mes se registró el máximo de precipitación. (Gráfica No. 6). La última cosecha se hizo el 30 de Diciembre, aquélla comprendió frutos de todo tipo, desde el verde hasta el maduro; es costumbre en esta zona hacer tal tipo de cosecha; su producción fué de 8,490.76 gramos. Totalizando tenemos

que desde Agosto a Diciembre se hicieron 7 cosechas, con una producción global de 28,414.76 gramos de café cereza, 84,567 gramos por cafeto por período, parece que esta producción por cafeto es muy poca. Para esta fecha el crecimiento es casi nulo.

6. Febrero 19, 1951, cafetos con números nones en la enumeración y para este nuevo período la floración es mucho más acentuada en los cafetos "sin frutos"; el crecimiento es poco, en uno y otro tratamiento y la precipitación abundante.

7. Abril 12, 1951, cafetos con números pares en la enumeración, hay muchísimos frutos en los cafetos a los cuales se les permitió la formación de cosecha, la floración es espesa en los cafetos "sin frutos", el crecimiento para este período es poco, en mucha menor cantidad que en Abril 27, 1950.

En cada muestreo se obtenían 8 muestras, compuestas cada una de ellas por las raíces de 6 cafetos, 4 "con Frutos" y 4 "sin frutos"; a cada muestra se les hicieron las siguientes determinaciones:

1. Materia seca.
2. Nitrógeno total.

3. Nitrógeno insoluble en alcohol.

4. Azúcares totales.

5. Azúcares reductores.

6. Almidón y dextrinas.

7. Carbohidratos ácido-hidrolizables.

8. Cenizas totales.

Nitrógeno soluble fué calculado substrayente del nitrógeno total el nitrógeno insoluble en alcohol. Los azúcares no reductores se obtuvieron como se indica en otra parte de este capítulo. Se obtuvieron los carbohidratos totales sumando los azúcares, almidón y destrinas y carbohidratos ácido-hidrolizables.

El experimento se dividió en dos secuencias, pertenecen a la primera las muestras tomadas en los meses a Abril 27, 1950; Agosto 22, 1950; Diciembre 11, 1950 y Abril 12, 1951; a la segunda secuencia Junio 27, 1950; Octubre 24, 1950 y Febrero 19, 1951.

Muestreo

Se tomaron todas las muestras en las mañanas, de 7:30 a.m. 11:00 a.m. El diámetro de las raíces utilizadas en la presente investigación, fluctuaba entre 5 y 10 milímetros.

Antes de iniciar la toma de la muestra, fué necesario diferenciar perfectamente las raíces de los cafetos y las de los Ingas para no introducir errores en los análisis. Las de los primeros son de un color amarillo claro tanto en la parte interior ("Stele") como en la corteza, las de los Ingas son rosadas y menos duras que las primeras.

Las herramientas usadas en la toma de las muestras fueron el machete y unas tijeras podadoras. Se usó el machete porque después de tantear otros instrumentos, aquél demostró ser más eficiente que los otros en esta ocasión.

La técnica para adquirir las raíces fué: a una distancia de 10 centímetros del tallo se excavaba un prisma de 20 x 20 x 20 centímetros, cuando teníamos suerte, encontrábamos en esa excavadura 20 a 30 gramos de raíces, cantidad que fué considerada suficiente por cafeto, en los casos en que resultaba muy poca, explorábamos del prisma hacia afuera para completar la cantidad arriba señalada. Aunque la anterior técnica nos dió muy buen resultado en el primer muestreo, en cuanto a la facilidad para la consecución de las raíces, tuvimos que cambiarlas, o mejor, modificarlas en las ocasiones siguientes. La modificación consistió en excavar cuidadosamente, a partir de 10 centímetros del tallo, hasta encontrar la raíz cuyo diámetro nos interesaba, una vez que la teníamos

E

la seguíamos y hacíamos el corte con la podadora lo más lejos posible del tronco; cuando se obtenía la cantidad deseada, se cubría todo el terreno perfectamente, apisonandolo posteriormente. Con este método se sacrifica menos al vegetal ya que haciendo cortes cerca al tronco, el resto de la raíz queda inútil.

Procuramos no tomar muestras dos veces del mismo lado a los cafetos, para ello la superficie se dividió en tres porciones iguales y en cada una de las ocasiones se tomó muestras de una de ellas; hicimos esto porque tres fueron los muestreos hechos a cada cafeto, a excepción de un grupo que se le hizo cuatro. Obtenidas las raíces, se depositaban en bolsas con el mismo número que el cafeto del cual se tomaron las raíces, se traían al laboratorio, donde recibían los tratamientos de preparación.

Preparación de las muestras y cálculo de la materia seca

Una vez en el laboratorio, las raíces eran lavadas bajo un chorro de agua para removerles el suelo que tenían adherido, esta operación era ayudada con los dedos. Cuando el material se encontraba exento de suelo, era puesto - etiqueteado- en una corriente de aire frío para quitar el agua que se adhería en el proceso del lavado, en esta corriente permanecían

las muestras durante 20 minutos.

Es necesario detener la acción de las enzimas en el material a usar, ya que cambios químicos se suceden rápidamente en los tejidos vivos, cambios que continúan mientras aquéllas vivan; es por ello por lo que una vez sacada las muestras de la corriente de aire, se toman sus pesos a base húmeda y se meten enseguida en una autoclave a 5 libras de presión durante 5 minutos, tiempo y presión que se consideran suficientes para detener la acción de las enzimas. (Loomis y Shull 34). Terminado este proceso, las muestras se introducen en un horno a 65 grados Centígrados para secarlas hasta peso constante, condición que se alcanza después de 30-40 horas.

LLenado el anterior requisito, se toman los pesos a base seca de las muestras por cafeto para determinársele el porcentaje de materia seca. Como cada muestra era la reunión de raíces de seis cafetos, se procuró que éstas entraran en la misma proporción para hacer la combinación. Hechas las combinaciones anteriores, cada una de las muestras era pasada a un molino de Wiley para que fuese reducida a polvo, molino que tenía una maya de 60 huecos por 25 milímetros cuadrados, donde se dejaban entre 15 y 20 minutos, al final de los cuales se recogía el polvo, que se depositaba en frascos oscuros, puestos éstos en un horno a 65 grados Centígrados durante dos

horas, más tarde eran guardadas en cámara oscura hasta su utilización.

Métodos de análisis químicos

Las técnicas usadas en los diferentes análisis son las usadas por Loomis y Shull (34).

Extracción

La separación de los compuestos coloidales y no coloidales tanto de los carbohidratos como del nitrógeno, es de suma importancia en los análisis de la mayoría de las plantas. Se usó en la extracción el método de Soxhlet con alcohol cuya concentración era de 75%, aquélla se condujo durante doce horas. En los balones se ponían 120 centímetros cúbicos del solvente, las muestras en los dedales porosos. El método empleado consiste: los vapores de alcohol se condensan y se precipitan sobre la muestra para volver más tarde al recipiente por medio del sifón; se obtienen dos partes de la extracción: el extracto, en el cual determinamos los azúcares, y el residuo donde analizámos los polisacáridos.

Estimación de los azúcares

1. Breve descripción del método Munson-Walker-Bertrand.

El poder reductor de una solución de azúcar, es determinado calentándola con una de Fehling a tal velocidad que puede hervir en 4.0 ± 0.1 minutos. Aquélla velocidad es controlada: 1) encerrando un mechero en un tubo de arcilla para protegerlo de cualquier corriente de aire, 2) usando un manómetro que regule el gas, aquél es llenado con agua coloreada con eosina u otra tinta. Se ponen 50 centímetros cúbicos de la solución que se quiere analizar en un "beaker" y 50 centímetros cúbicos de una de Fehling (25 c.c. de solución A más 25 c.c. de solución B), se deja que hierva 2 minutos después de los 4 mencionados arriba. Dos frascos filtradores se requieren, uno de 500 c.c. y otro de 1,000 ó 2000 c.c., éste se usa para filtrar y lavar el precipitado de cobre, aquél para disolverlo con solución de aluminio férrico; esta filtración se hace por succión.

2. Azúcares reductores

Una vez que ha terminado la extracción se quitan los balones del aparato, se pasan a evaporar en un baño de maría hasta obtener 15 á 20 c.c. del extracto y hasta cuando quede poco olor a alcohol en ellos; enseguida se ponen a cada uno de esos balones 100 c.c. de agua destilada dejándolos de nuevo en el baño durante 5 á 10 minutos; pasados éstos, el contenido se transfiere a volumétricos de 250 c.c., procurando

lavar para no introducir errores. Una vez que la solución se ha enfriado, se ponen 1-2-3- c.c. de una de acetato de plomo concentrada con el objeto de clarificarla; se prueba el plomo en la solución agregando una gota de oxalato de sodio, un precipitado blanco es indicio de buena cantidad de aquél, enseguida completar el volumen. Las siguientee precausiones deben ser tenidas en cuenta en el proceso; 1) no agregar la solución de acetato concentrada estando caliente lo que se analiza, 2) no se debe calentar la solución después de adicionado el acetato, y 3) fíltrese y quítese el plomo enseguida para evitar la destrucción de los azúcares reductores; es por esto por lo que una vez que se tiene el volumen, se filtra recogiendo el filtrado en "erlenmeyeres" de 500 c.c. ó 300 c.c., los cuales tienen de 0.2-0.4 gramos de polvo de oxalato de sodio.

Es necesario hacer rotaciones ocasionales de los frascos que reciben al filtrado, para disolver el oxalato de sodio y asegurarnos de la remoción rápida del exceso de acetato de plomo contenido en el filtrado. Se prueba la solución de azúcar libre de plomo en el "erlenmeyer" agregando una gota de acetato de plomo diluído, un precipitado blanco indica que el oxalato está en buena cantidad. El líquido excento del precipitado blanco se pasa a volumétricos secos, se les pone unas gotas de tolueno y se meten a la nevera, de aquí se determinan

azúcares reductores por el método Munson-Walker-Bertrand, siguiendo las instrucciones suministradas arriba.

El precipitado rojo de óxido cuproso es disuelto con 10 c.c. de una solución de aluminio férrico puestos en dos porciones; el filtro debe ser lavado bien con agua caliente, enseguida se transfiere el líquido verdoso al "beaker", cuidando de lavar perfectamente el frasco. Este líquido contiene sulfato de cobre y un equivalente cuantitativo de sulfato ferroso formado en la oxidación del cobre, esta es la sal de hierro titulada más tarde con una solución 0.05 N aproximadamente de $KMnO_4$.

Es necesario hacer una "blank" - esto es, el óxido cuproso formado cuando 50.c.c. de agua destilada son usados como muestra - para ser restada de la titulación. Los cálculos se hacen como sigue: tenida la "blank", se resta de los centímetros cúbicos de $KMnO_4$ gastados en la titulación, el resultado se multiplica por F (factor = 63.57 x normalidad permanganato), para que nos dé los miligramos de cobre contenidos en la muestra, teniendo éstos buscamos sus equivalentes en glucosa o azúcare invertida, según el caso, en las tablas de Munson y Walker.

3. Azúcares totales

Antes de proceder a determinar los azúcares reductores en la solución anterior, se toman 100 c.c. de ella y se ponen en volumétrico de 250 c.c., se añade a éstos 10 c.c. de HCl concentrado y rojo de metilo, estando la solución o soluciones en estas condiciones, se les permite permanecer a temperatura ambiental 24 horas. Una vez que la hidrólisis ha terminado, es necesario poner soda a los volumétricos hasta obtener casi el punto de neutralización, pues soluciones alcalinas destruyen la fructuosa, hecho esto se completa el volumen, se pone tolueno y se meten los frascos a la nevera. De aquí se determinan los azúcares totales por el mismo procedimiento empleado en los azúcares reductores y usando las mismas tablas. Los resultados se expresan como azúcares invertidos.

Estimación de los polisacáridos

1. Almidón y dextrinas

Los residuos de la extracción, se transfieren a "erlenmeyers" de 500 c.c. con 100 c.c. de agua aproximadamente, se calientan 30 minutos en baño maría para gelatinizar el almidón, al final de los cuales se enfría a temperatura ambiental, cuando esto se alcanza se pone a cada frasco 3-5 c,c. de saliva y pocas gotas de tolueno; entonces se introducen a hornos con una temperatura de 30-38 grados Centígrados por 2 ó 4 horas o si se quiere toda la noche.

Una vez que ha terminado el proceso anterior, se filtra y se recoge en volumétricos de 250 c.c. lavando el residuo varias veces, éste se guarda para determinar en él carbohidratos ácido-hidrolizables. Viene ahora la clarificación del líquido contenido en los volumétricos, siguiendo exactamente la técnica usada para los azúcares reductores.

Del líquido ya claro, se toman 200 c.c. que se ponen en un "erlenmeyer" de 500 c.c. adicionando a él 10 c.c. de HCl concentrado y pocas gotas de rojo de metilo, entonces se pasa la preparación anterior al autoclave durante una hora a 15 libras de presión. Terminada esta fase se enfría y se transfiere el líquido a volumétricos de 250 c.c. lavando con poca agua los "erlenmeyers", se pone la suficiente cantidad de hidróxido de sodio concentrada para llegar cerca al punto de neutralización, enseguida se completa el volumen, adicionando pocas gotas de tolueno se meten los volumétricos a la nevera. De esta solución se determina almidón y dextrinas siguiendo la misma técnica usada en los azúcares reductores. El resultado es expresado como glucosa.

2. Carbohidratos ácido-hidrolizables

El residuo de la filtración del almidón se pasa a "erlenmeyers", éstos se meten al horno a una temperatura de 65 a 70

grados Centígrados hasta evaporar toda el agua, cuando esto se ha logrado se pone a cada frasco 100 c.c. de ácido clorhídrico 1:20 HCl y se meten al autoclave por una hora a 15 libras de presión, tiempo y presión suficientes para remover los materiales hidrolizables en nuestras finas. Enseguida se enfrían los "erlenmeyers", se añade rojo de metilo y la suficiente soda para llegar casi al punto de neutralización. Se filtra la solución recogiendo el filtrado en volumétricos de 250 c.c. lavando el residuo varias veces. Pasado esto se hace el volumen, de éste se toman 50 c.c. que se depositan en matraces de 250 c.c. y se completa el volumen, se les pone unas gotas de tolueno y se meten a la nevera. En esta solución se determinan los carbohidratos ácido-hidrolizables siguiendo el método general.

Estimación del nitrógeno

1. Nitrógeno total incluyendo nitritos y nitratos

Se ponen las muestras pesadas en sendos balones de Kjeldahl, adicionando a cada uno 30 c.c. de ácido sulfúrico concentrado en los cuales se ha disuelto previamente un gramo de ácido salicílico, permítase entonces reaccionar el ácido con la muestra durante 30 minutos con rotaciones ocasionales; por medio de este tratamiento se incorporan los nitratos

a la combinación orgánica. Al finalizar los 30 minutos, añándanse a los balones 5 gramos de tiosulfato de sodio con el objeto de reducir el grupo nitrito con la formación de ácido amino-salicílito; de inmediato adiciónese 8 a 10 gramos de sulfato de sodio y un pequeño cristal de sulfato de cobre, muévanse los frascos para asegurar la completa reducción de los nitritos. Terminada la etapa anterior, se hace la digestión por el método regular de Kjeldahl, digestión que se continúa hasta cuando todo el color de la materia orgánica ha desaparecido y el ácido tornado a uno de color pálido. Alcanzado éste se enfrían los frascos y entonces se añade a cada uno de ellos 150 a 200 c.c. de agua destilada; en estas condiciones se tiene las soluciones listas para la destilación.

Se dejan deslizar 100 c.c. de hidróxido de sodio del 40% por el cuello de cada uno de los balones, adicionando zinc se mueve para conseguir la mezcla y rápidamente se pone al fuego; el producto de la destilación se recoge en "erlenmeyers" de 500 c.c. los cuales contienen 25 c.c. de ácido clorhídrico de normalidad aproximadamente 0.1 y rojo de metilo; 200 c.c. del destilado en una hora es una cantidad y tiempo suficientes, los cuales deben ser controlados.

Viene después la titulación de esos 200 c.c. con

hidrócido de sodio aproximadamente 0.1N, teniendo la "blank" - análisis hecho con sacarosa en vez de la muestra - para restar de ella los centímetros cúbicos usados en la titulación, el peso atómico del nitrógeno y la normalidad exacta de la soda, se determina el porcentaje de nitrógeno en una muestra de peso conocido.

2. Nitrógeno insoluble en alcohol

Cuando se hace la extracción en un material con alcohol del 50% o más concentración, es costumbre llamar al nitrógeno que se encuentra en el extracto como "inorgánico" y "orgánico no coloidal", y al del residuo como "coloidal"; nosotros hemos denominado esta última forma "nitrógeno insoluble en alcohol. La técnica para la extracción es la misma que la usada en los azúcares. Cuando aquélla ha terminado, se pasan los residuos a balones de Kjeldahl, una vez la muestra en éstos se procede: 1. se ponen 30 c.c. de ácido sulfúrico químicamente puro, 2. 8 a 10 gramos de sulfato de sodio y 3. un cristal de sulfato de cobre, también pocas gotas de parafina. La muestra se encuentra lista para la digestión; todos los procesos de aquí a la titulación son los mismos que los hechos para la determinación anterior, así como los calculos.

Estimación de las cenizas totales

Se somete la muestra pesada a 525 grados Centígrados durante 5 horas puestas en un crisol previamente pesado, más tarde se determina el peso de las cenizas en cada uno y su porcentaje,

Cálculo de los azúcares no reductores

Se reducen los azúcares reductores a azúcares invertidos usando las tablas de Munson y Walker, el resultado se resta de los azúcares totales (miligramos de azúcar invertida en la muestra), entonces se multiplica por 0.95. Teniendo el peso de la muestra se determina el porcentaje de azúcares no reductores.

Cálculo del nitrógeno soluble

Este se determina restando del nitrógeno total el insoluble en alcohol.

Métodos de análisis estadísticos

De acuerdo con Love (35), se hicieron análisis de las diferentes mínimas significativas entre dos series de observaciones (C.F. y S.F.) para las secuencias separadas y para ellas en total. Estos análisis fueron hechos en tal forma

para cada una de las determinaciones hechas. Las fórmulas empleadas en todos los casos fueron:

1. $t = \frac{D.\ P.}{dM.\ S.}$, donde D. P. representa la diferencia de los promedios entre las dos series, y dM. S. el error "standard" de la diferencia media;

2. $dM.\ S. = \sqrt{\frac{S(C.\ F. - S.\ F.)^2 - \frac{(S.\ C.\ F. - S.\ F.)^2}{n}}{(n-1)n}}$;

en la anterior fórmula S representa la suma; (C. F. - F.)= diferencia entre las dos series: con frutos y sin frutos; n= número de observaciones.

Siguiendo a Immer (28), en sus análisis de variancia aplicado a cosechas permanentes, hemos hecho tales análisis para las secuencias, ya que las determinaciones fueron hechas sobre muestras tomadas en diferentes fechas en los mismos cafetos, con este tipo de análisis se estudia la variación estacional. (Cuadro 1-6; tablas 1 y 2).

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Significación estadística de los resultados

El contenido de materia seca analizado en primer momento por el método que indica Love (35), no dió significativo ni para la primera secuencia ni para la segunda, mas analizado en conjunto, o sea, haciendo caso omiso de las secuencias, dió una ligera significación a favor de los cafetos desfrutificados. Cuando se emplea el tipo de análisis Immer (28), hay una diferencia altamente significativa para los períodos en que fueron tomadas las muestras, estó que es cierto para la primera secuencia (Tabla 1) lo es también para la segunda, mas en esta encontramos que la interacción de los períodos por tratamientos es altamente significativa (Tabla 2). La alta significación para los períodos en la primera secuencia es causada probablemente por el contenido de materia seca en Abril 27, 1950 y Abril 12, 1951, así como entre este último y Diciembre 11, 1950 (Table 3, 7, 9); en cuanto a la segunda secuencia, la significación parece deberse a los meses de Junio 27, 1950 y Octubre 19, 1950 (Tablas 4, 6, 8). Es de suponer, por último, que la significación de períodos por tratamientos se deba a los contenidos de materia seca para uno y otro tratamiento en los meses de Abril 27, 1950 y Octubre 24, 1950 (Gráfica No. 4).

En cuanto al contenido de nitrógeno total, efectuados los análisis por el método de diferencias entre dos series que indica Love (35), no se encontró significación ni para la primera secuencia ni para la segunda separadamente, así como tampoco cuando se hizo el análisis en conjunto.

Cuadro No. 1. Muestra los porcentajes de Materia Seca para los cuatro períodos de la Primera Secuencia.

Abril 27 de 1950				Agosto 22 de 1950			
Blogs	Con frut	Sin frut	Suma	Blogs	Con frut	Sin frut	Suma
I	38.00	41.01	79.01	I	42.01	43.33	85.34
II	32.15	44.00	76.15	II	42.09	45.23	87.32
III	39.10	39.00	78.10	III	42.62	42.33	84.95
IV	39.00	40.05	79.05	IV	40.47	43.53	84.00
Suma	148.25	164.06	312.31	Suma	167.19	174.42	341.61

Diciembre 11 de 1950				Abril 12 de 1951			
Blogs	Con frut	Sin frut	Suma	Blogs	Con frut	Sin frut	Suma
I	37.40	37.40	74.80	I	45.28	43.64	88.92
II	38.62	39.75	78.37	II	45.21	43.99	89.20
III	37.31	39.36	76.67	III	43.39	43.22	86.61
IV	38.49	38.33	76.82	IV	44.42	42.16	86.58
Suma	151.82	154.84	306.66	Suma	178.30	173.01	351.31

Cuadro No. 2. Total para los cuatro períodos.

Blogs	Con frut	Sin frut	Suma
I	162.69	165.38	328.07
II	158.07	172.97	331.04
III	162.42	163.91	326.33
IV	162.38	164.07	326.45
Suma	645.56	666.33	1311.89

Cuadro No. 3 Total para comparar períodos con tratamientos y bloques.

Perid.	Con frut	Sin frut	Suma
Abril	148.25	164.06	312.21
Agosto	167.19	174.42	341.61
Dic.	151.82	154.84	306.66
Abril	178.30	173.01	351.31
Suma	645.56	666.33	1311.89

Blogs.	Abril	Agosto	Dic.	Abril	Suma
I	79.01	85.34	74.80	88.92	328.07
II	76.15	87.32	78.37	89.20	331.04
III	78.10	84.95	76.67	86.61	326.33
IV	79.05	84.00	76.82	86.58	326.45
Suma	312.31	341.61	306.66	351.31	1311.89

Cuadro No. 4 Muestra los porcentajes de Materia Seca para los tres períodos de la Segunda Secuencia.

Junio 27 de 1950				Octubre 24 de 1950			
Blogs	Con frut	Sin frut	Suma	Blogs	Con frut	Sin frut	Suma
I	43.70	43.70	87.40	I	40.05	41.23	81.28
II	41.20	43.30	84.50	II	35.30	41.90	77.20
III	45.60	45.50	91.10	III	39.71	41.05	80.76
IV	44.20	42.40	86.60	IV	38.79	39.11	77.90
Suma	174.70	174.90	349.60	Suma	153.85	163.29	317.14

Febrero 19 1951			
Blogs	Con frut	Sin frut	Suma
I	40.74	41.18	81.92
II	37.40	41.47	78.87
III	39.66	41.43	81.09
IV	40.79	38.94	79.73
Suma	158.59	163.02	321.61

Cuadro No. 5 Total para los tres períodos

Blogs	Con frut	Sin frut	Suma
I	124.49	126.11	250.60
II	113.90	126.67	240.57
III	124.97	127.98	252.95
IV	123.78	120.45	244.23
Suma	487.14	501.21	988.35

Cuadro No. 6 Total para comparar los períodos con los tratamientos y con los bloques.

Perid.	Con frut	Sin frut	Suma
Junio	174.70	174.90	349.60
Oct.	153.85	163.29	317.14
Feb.	158.59	163.02	321.61
Suma	487.14	501.21	988.35

Blogs	Junio	Octubre	Febrero	Suma
I	87.40	81.28	81.92	250.60
II	84.50	77.20	78.87	240.57
III	91.10	80.76	81.09	252.95
IV	86.60	77.90	79.73	244.23
Suma	349.60	317.14	321.61	988.35

Cálculo del análisis de variancia para la primera secuencia.

Queremos dar tales cálculos por creer que ellos son de suma utilidad en este tipo de experimentos. El factor de corrección se obtiene del cuadro No. 2:

$$\frac{(1311.89)^2}{32} = 53.782.98$$

La suma de los cuadrados totales se obtiene elevando al cuadrado cada uno de los números del cuadro No.1:

$(38.00)^2$ ..... $(42.16)^2$ - Factor de corrección = 282.96

Suma de cuadrados para los bloques se obtiene del cuadro No. 2:

$$\frac{(328.07)^2+.....+(326.45)^2}{8} - F.C. = 1.80$$

La suma de los cuadrados de los tratamientos es obtenida del cuadro No. 2:

$$\frac{(645.56) + (666.33)^2}{16} - F.C. = 13.48$$

Del mismo cuadro No. 2 se obtienen los cuadrados para las parcelas principales.

$$\frac{(162.69)^2+.....+(164.07)^2}{4} - F.C. = 31.10$$

La suma de los cuadrados para la interacción: período por tratamiento se obtiene del cuadro No. 3:

$$\frac{(148.25)^2+.....+(173.01)^2}{4} - F.C. - (\text{Suma de cuadrados}$$

de los períodos más suma de los cuadrados para los tratamientos) = 28.93

La suma de los cuadrados para los períodos se obtiene del cuadro No. 3:

$$\frac{(312.21)^2+.....+(351.31)^2}{8} - F.C. = 178.77$$

La suma de la interacción período por bloques o replicaciones, se obtiene del cuadro No. 3:

$$\frac{(79.01)^2+.....+(86.58)^2}{2} - F.C. - (\text{suma de cuadrados para períodos más suma cuadrados para repeticiones o bloques}) = 10.87$$

Tabla No. 1 Análisis de Variancia para la primera secuencia contenido de materia seca.

Fuente de variación:	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.	F5%	F1%
Bloques	3	1.80	0.60			
Tratamientos	1	13.48	13.48	2.56	10.13	34.12
Error (a)	3	15.82	5.27			
Parcelas principales	7	31.10				
Períodos	3	178.77	59.59	16.10**	3.86	6.99
Períodos x trat.	3	28.93	9.64	2.61	3.86	6.99
Períodos x bloques	9	10.87	1.21			
Error (b)	9	33.29	3.70			
Total	31	282.96				

Los cálculos para la segunda secuencia se conducen de la siguiente manera:

El factor de corrección (F.C.) se obtiene del cuadro No. 5:

$$\frac{(988.35)^2}{24} = 40,701.49$$

La suma para los cuadrados totales es obtenida del cuadro No. 4:

$$(43.70)^2 + \ldots\ldots + (38.94)^2 - F.C. = 137.14$$

A partir del cuadro No. 6 obtienen los cuadrados para los bloques o repeticiones.

$$\frac{(250.60)^2 + \ldots\ldots + (244.23)^2}{6} - F.C. = 16.22$$

Para obtener los cuadrados de las parcelas principales se hace uso del cuadro No. 5:

$$\frac{(124.49)^2 + \ldots\ldots + (120.45)^2}{3} - F.C. = 47.20$$

La suma de los cuadrados para los tratamientos se obtiene del cuadro No. 5:

$$\frac{(487.14)^2 + (501.21)^2}{12} - F.C. = 8.25$$

Si hacemos uso del cuadro No. 6 obtenemos la suma de los cuadrados para los períodos.

$$\frac{(349.60)^2 + (317.14)^2 + (32.61)^2}{8} - F.C. = 77.37$$

Del mismo cuadro obtenemos la suma de los cuadrados para la interacción: Períodos por tratamientos.

$$\frac{(174.70)^2 + \ldots\ldots + (163.02)^2}{4} - F.C. =$$ (suma de cuadrados para los perídos más la suma de los cuadrados para los tratamientos) = 5.35

Por último obtenemos la suma de los cuadrados pra la interacción: Períodos por bloques o repeticiones haciendo uso del cuadro No. 6:

$(87.40)^2 + \ldots\ldots + (79.73)^2$ - F.C. - (suma de cuadrados para los bloques más la de los períodos) = 5.66

Tabla No. 2 Análisis de varianza para la segunda secuencia contenido de materia seca.

Fuente de variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc.	F5%	F1%
Bloques	3	16.22	5.41			
Tratamientos	1	8.25	8.25	1.09	10.13	34.12
Parcelas principales	7	47.20				
Períodos	2	77.37	38.68	148.77**	5.14	10.92
Períodos x trat.	2	5.35	2.67	10.30**	5.14	10.92
Períodos x Bloques	6	5.66	0.94	4.00	4.28	8.47
Error (b)	6	1.56	0.26			
Total	23	137.14				

Por considerar que los demás cálculos se conducen de la misma manera, no los incluimos aquí.

Cuando tengamos que hacer relación a las otras determinaciones, lo haremos basados en los cálculos que hemos efectuado para tales, y que no hemos puesto aquí por ser muy largos.

Analizados los mismos datos por el método Immer(28), no se encontró significación alguna en ninguna en las fuentes de variación. Lo mismo que hemos dicho para el nitrógeno total, podemos decir para el nitrógeno insoluble en alcohol y para el soluble, efectuados los cálculos de la misma manera.

Para azúcares totales, azúcares reductores no reductores,

cuando se hace el análisis por el método Love (35), no encontrámos significación para ellos. Si analizamos los datos correspondientes a tales compuestos siguiendo a Immer (28), encontramos:

1. Que tanto para la primera secuencia como para la segunda, los períodos son altamente significativos así como la interacción períodos por tratamientos lo es para la segunda secuencia; esto para los azúcares totales. La significación para períodos se debe posiblemente a las variaciones en los contenidos de azúcares totales entre Abril 12, 1951, y Agosto 22, 1950, así como a los de Abril 12, 1951, y Abril 27, 1950, también a los contenidos de Octubre 24,1950, y Febrero 19, 1951, para la primera y la segunda secuencia respectivamente (tablas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,). Parece que la significación en la interacción períodos por tratamientos se deba a los contenidos de azúcares totales en uno y otro tratamiento en Octubre 24, 1950 y Febrero 19, 1951, a favor de los "sin frutos" en el primero y a los "con frutos" en el segundo. (Gráfica No. 2, curva 1).

2. Para los azúcares no reductores en la primera secuencia encontramos que los períodos afectan una alta

significación, no así en la segunda en la cual ninguna de las fuentes de variación ofrece significación alguna. Aquélla posiblemente es causada por el contenido de azúcares no reductores en los meses de Abril 27, 1950 y Abril 12, 1951. (Gráfica No. 2, curva 2).

3. Los azúcares reductores tanto en los períodos como en la interacción períodos por tratamientos, ofrecen una significación para la primera secuencia; para la segunda encontramos que sólo los períodos son altamente significativos. Probablemente loque ocasiona la alta significación para los períodos en la primera secuencia, sean los contenidos de azúcares reductores en los meses de Abril 27, 1950 y Abril 12, 1951, ahora bien, también parece que los contenidos para los meses de Octubre 24, 1950 y Febrero 19, 1951, determinan la alta significación para los períodos en la segunda secuencia, el contenido en uno y otro tratamiento de Diciembre 11, 1950, determina, quizá, la alta significación entre los períodos por los tratamientos. (Gráfica No. 2, curva 3).

El almidón cuando es analizado por el método que da Love (35), no da significación alguna para las secuencias

separadas, pero cuando analizado en conjunto, ofrece una ligera significación a favor de los cafetos que produjeron cosecha; ahora bien, si analizamos siguiendo el método de Immer (28), encontramos que tanto para la primera como para la segunda secuencia, los períodos afectan una alta significación y que las interacciones períodos por tratamientos son ligera y altamente significativas para la segunda y primera respectivamente. Parece, de acuerdo con las tablas 3, 4, 7, y 9, que la principal causa de la alta significación para los períodos en la primera secuencia, es ocasionada por los contenidos del almidón - en uno y otro tratamiento en los meses de Abril 27, 1950 y Abril 12, 1951, así como también por los de Junio 27, 1950 y Febrero 19, 1951, para la segunda secuencia (Tablas Nos. 4, 6, 8). Por otro lado, la alta significación para períodos por tratamientos parece deberse a los contenidos de almidón de uno y otro tratamiento en Agosto 22, 1950 y Abril 12, 1951, así como la ligera significación para aquélla interacción a los de Junio 27, 1950 y Octubre 24, 1950 en uno y otro tratamiento para la primera y segunda secuencia respectivamente. (Tablas 3, 9, Gráfica No. 3, curva 3).

Los carbohidratos ácido-hidrolizables no ofrecen ninguna significación cuando analizados de acuerdo con Love (35) en ninguna de las secuencias así como tampoco en

conjunto, y sólo una ligera en los períodos para la segunda secuencia cuando empleamos los cálculos de Immer (28). No podríamos decir lo mismo para los carbohidratos totales, que afectan una alta significación tanto para los períodos como para la interacción períodos por tratamientos en la primera secuencia y una ligera para los períodos en la segunda, cuando usamos el método Immer (28); sin embargo, cuando hechos los cálculos siguiendo Love, no encontramos significación en ninguna de las secuencias, así como tampoco en conjunto. Las causas posibles que producen tales significaciones, son, quizá, las mismas expuestas para los azúcares totales (ver página 50) y a las dichas para el almidón (página 51), pues los carbohidratos totales son la suma de los azúcares totales, carbohidratos ácido-hidrolizables y almidón. (Tablas 3, 9, Gráfica No. 3).

En las cenizas totales vemos que no hay significación en ninguno de los casos cuando hacemos el análisis de dos series de observaciones, pero encontramos una alta significación para los períodos en la primera secuencia solamente, cuando el método de Immer es usado, tal significación puede deberse a los contenidos de cenizas en los meses de Abril 27, 1950 y Diciembre 11, 1950. (Tablas 3, 7, columna 11).

Entramos ahora a dar los resultados desde un punto de

vista fisiólogico, resultados, que creemos, en la presente investigación, sean la parte más importante, sin restarle, desde luego, mérito a la estadística.

Efecto de la estación sobre el contenido de varios constituyentes

Materia Seca

El menor contenido de materia seca se registró en Abril 27, 1950; en el mes de Junio 27, 1950, hubo un aumento rápido, más a partir de esa fecha hasta Diciembre 11, 1950, se nota un descenso gradual al comienzo y abrupto después; desde aquí a Abril 12, 1951, hay un ascenso rápido. Por lo expuesto anteriormente, las raíces de los cafetos durante el curso de este estudio parecen presentar, en cuanto el contenido de materia seca, una mínima y una máxima, la primera el 27, de Abril de 1950, y la segunda en Abril 12, 1951.. (Gráfica No. 4).

Nitrógeno total

Hubo un aumento en el contenido de nitrógeno total desde Abril 27, 1950, hasta Agosto 22, 1950, a esta última fecha sigue un descenso bastante notorio hasta Febrero 19, 1951, de aquí a Abril 12, 1951, hay un ascenso pero sin alcanzar la cifra máxima que se observó en Agosto 22, 1950. Parecería entonces, que el nitrógeno total presentara una mínima en Abril 27,

1950, y una máxima en Agosto 22, 1950 en las raíces de los cafetos; el contenido de los otros paríodos se pueden considerar como intermedio. (Tablas 3, 9, columna 2; Gráfica No. 1, curva 1).

Tabla No. 3 Muestra los porcentajes de varios constituyentes en raíces de Cafetos. Primera Secuencia, Primer Período. Abril 27 de 1950

	Materia Seca	Nitrogeno total	Nitrogeno insol. en alcohol	Nitrogeno no soluble	Azúcares totales	Azúcares reductores	Azúcares no reductores	Almidón	Carboácido hidrolizable	Carbohidratos totlaes	Cenizas totales
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	38.00	1.01	0.87	0.14	1.83	0.58	1.13	2.05	15.20	19.08	4.39
2	32.15	1.04	0.92	0.12	1.76	0.55	1.22	1.92	15.20	18.88	4.35
3	39.10	1.01	0.89	0.12	1.77	0.66	1.17	1.91	14.80	18.48	4.34
4	39.00	1.15	0.94	0.21	1.80	0.60	1.09	2.50	16.32	20.62	4.53
	37.06	1.05	0.90	0.15	1.79	0.60	1.15	2.09	15.38	19.26	4.40
s- 1	41.01	1.10	0.94	0.16	1.88	0.67	1.19	2.40	15.95	20.23	4.35
os 2	44.00	1.04	0.97	0.07	1.73	0.67	L.18	2.49	15.79	20.01	4.36
3	39.00	1.13	0.96	0.17	1.72	0.67	1.03	2.41	16.46	20.59	4.37
4	40.05	1.13	0.97	0.16	1.83	0.63	1.01	2.39	15.70	19.92	4.48
	41.01	1.10	0.96	0.14	1.79	0.66	1.10	2.42	15.97	20.19	4.39

Tabla No. 3 Muestra los porcentajes de varios constituyentes en raíces de Cafetos. Primera Secuencia, Primer Período. Abril 27 de 1950

	Materia Seca	Nitrogeno total	Nitrogeno insol. en alcohol	Nitrogeno no soluble	Azúcares totales	Azúcares reductores	Azúcares no reductores	Almidón	Carboácido hidrolizable	Carbohidratos totlaes	Cenizas totales
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	38.00	1.01	0.87	0.14	1.83	0.58	1.13	2.05	15.20	19.08	4.39
2	32.15	1.04	0.92	0.12	1.76	0.55	1.22	1.92	15.20	18.88	4.35
3	39.10	1.01	0.89	0.12	1.77	0.66	1.17	1.91	14.80	18.48	4.34
4	39.00	1.15	0.94	0.21	1.80	0.60	1.09	2.50	16.32	20.62	4.53
	37.06	1.05	0.90	0.15	1.79	0.60	1.15	2.09	15.38	19.26	4.40
1	41.01	1.10	0.94	0.16	1.88	0.67	1.19	2.40	15.95	20.23	4.35
2	44.00	1.04	0.97	0.07	1.73	0.67	L.18	2.49	15.79	20.01	4.36
3	39.00	1.13	0.96	0.17	1.72	0.67	1.03	2.41	16.46	20.59	4.37
4	40.05	1.13	0.97	0.16	1.83	0.63	1.01	2.39	15.70	19.92	4.48
	41.01	1.10	0.96	0.14	1.79	0.66	1.10	2.42	15.97	20.19	4.39

No. 4 Muestra los porcentajes de varios constituyentes en raíces de Cafetos. Segunda Secuencia Primer Período. Junio 27 de 1950

Nitrogeno total	Nitrogeno insol. en alcohol	Nitrogeno no soluble	Azúcares totales	Azúcares reductores	Azúcares no reductores	Almidón	Carbo-ácido hidrolizable	Carbohidratos totales	Cenizas totales
(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1.16	0.83	0.33	1.65	0.41	1.16	4.13	16.70	22.41	3.00
1.22	0.90	0.32	1.65	0.53	1.05	4.54	15.82	22.02	3.48
1.21	0.92	0.29	1.60	0.45	1.07	4.25	15.35	21.20	3.49
1.10	0.74	0.36	1.67	0.55	1.04	4.32	15.76	21.75	3.23
1.17	0.85	0.32	1.64	0.49	1.08	4.31	15.91	21.86	3.30
1.31	0.77	0.54	1.72	0.45	1.19	3.16	15.64	20.52	3.44
1.09	0.79	0.30	1.73	0.64	1.01	4.59	16.27	22.59	3.03
1.13	0.75	0.38	1.58	0.57	0.93	4.24	16.82	22.64	3.37
1.50	0.87	0.63	1.60	0.50	1.03	2.93	15.31	19.84	3.88
1.26	0.80	0.46	1.66	0.54	1.04	3.73	16.01	21.40	3.43

No. 5 Muestra los porcentajes de varios constituyentes en raíces de Cafetos. Primera Secuencia Segundo Período, Agosto 22 de 1950

Nitrogeno total (2)	Nitrogeno insol. en alcohol (3)	Nitrogeno no soluble (4)	Azúcares totales (5)	Azúcares reductores (6)	Azúcares no reductores (7)	Almidón (8)	Carbo-ácido hidrolizable (9)	Carbohidratos totales (10)	Cenizas totales (11)
1.51	0.81	0.70	1.69	0.26	1.35	4.66	15.75	22.10	3.65
1.56	0.92	0.64	1.15	0.24	0.85	3.16	16.35	20.66	3.90
1.22	0.94	0.28	1.23	0.26	0.90	4.06	16.76	22.05	3.81
1.23	0.96	0.27	1.40	0.32	1.00	4.20	16.87	22.47	4.17
1.38	0.91	0.47	1.37	0.27	1.03	4.02	16.43	21.82	3.88
1.20	0.85	0.35	1.43	0.29	1.06	5.93	16.32	23.68	4.15
1.08	0.71	0.37	1.27	0.21	0.99	5.04	16.81	23.12	3.56
1.22	0.83	0.39	1.58	0.18	1.32	6.08	16.88	24.54	3.48
1.28	0.73	0.55	1.46	0.20	1.19	3.92	17.05	22.43	3.22
1.19	0.78	0.41	1.44	0.22	1.14	5.24	16.77	23.44	3.60

a No. 6 Muestra los porcentajes de varios constituyentes en raíces de Cafetos. Segunda Secuencia, Segundo Período. Octubre 24 de 1950

Nitrogeno total	Nitrogeno insol. en alcohol	Nitrogeno no soluble	Azúcares totales	Azúcares reductores	Azúcares no reductores	Almidón	Carbo-ácido hidrolizable	Carbohidratos totales	Cenizas totales
(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
0.94	0.77	0.17	1.72	0.50	1.13	5.45	15.83	23.00	3.28
1.27	0.88	0.39	1.61	0.25	1.28	4.42	15.88	21.91	3.61
1.23	0.81	0.42	1.44	0.44	0.92	3.94	16.05	21.43	3.31
1.23	0.90	0.33	1.68	0.38	1.22	5.01	15.52	22.21	3.64
1.17	0.84	0.33	1.61	0.39	1.14	4.71	15.82	22.14	3.46
1.01	0.89	0.12	1.91	0.45	1.37	5.53	15.90	23.34	2.98
1.24	0.97	0.27	2.04	0.53	1.41	6.14	15.37	23.45	3.49
1.18	0.92	0.26	2.02	0.49	1.44	4.66	15.22	21.90	3.36
1.19	0.88	0.31	1.94	0.43	1.42	4.78	15.16	21.88	3.69
1.16	0.92	0.24	1.98	0.48	1.41	5.28	15.39	22.64	3.38

a No. 7 Muestra los porcentajes de varios constituyentes en raíces de Cafetos. Primera Secuencia, Tercer Período, Diciembre 11 de 1950.

Nitrogeno total	Nitrogeno insol. en alcohol	Nitrogeno no soluble	Azúcares totales	Azúcares reductores	Azúcares no reductores	Almidón	Carboácido hidrolizable	Carbohidratos totales	Cenizas totales
(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1.09	0.86	0.23	2.17	0.41	1.73	5.08	15.07	22.32	3.60
1.15	0.84	0.31	1.97	0.17	1.79	4.35	17.55	23.87	3.36
1.12	0.74	0.38	1.49	0.24	1.22	3.63	15.74	20.86	3.59
1.03	0.79	0.24	2.25	0.26	1.98	5.16	14.52	21.93	3.31
1.10	0.81	0.29	1.97	0.27	1.68	4.56	15.72	22.25	3.47
1.08	0.85	0.23	1.93	0.59	1.24	4.59	13.69	20.21	3.57
1.27	0.95	0.32	1.49	0.51	0.96	4.57	14.08	20.14	3.55
0.97	0.80	0.17	1.91	0.37	1.53	5.24	15.42	22.57	3.05
0.88	0.71	0.17	2.02	0.64	1.35	3.87	15.59	21.48	2.83
1.05	0.83	0.22	1.84	0.53	1.27	4.57	14.69	21.10	3.25

No. 8 Muestra los porcentajes de varios constituyentes en raíces de Cafetos. Segunda Secuencia, Tercer Período. Febrero 19 de 1951

Nitrogeno total	Nitrogeno insol. en alcohol	Nitrogeno no soluble	Azúcares totales	Azúcares reductores	Azúcares no reductores	Almidón	Carboácido hidrolizable	Carbohidratos totales	Cenizas totales
(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1.10	0.85	0.25	2.03	0.63	1.29	4.94	14.75	21.72	3.67
1.13	0.81	0.32	2.09	0.85	1.15	4.39	14.96	21.44	3.78
0.96	0.86	0.10	2.10	0.73	1.26	4.08	14.71	20.89	3.86
1.21	0.84	0.37	2.47	0.83	1.53	5.15	15.10	22.72	3.14
1.10	0.84	0.26	2.17	0.76	1.31	4.64	14.88	21.69	3.61
1.31	0.94	0.37	1.94	0.60	1.25	4.43	14.89	21.26	3.73
1.22	0.91	0.31	1.95	0.57	1.28	4.98	15.02	21.95	3.47
1.17	0.94	0.23	1.68	0.69	0.92	4.83	14.08	20.59	3.54
1.19	0.94	0.25	1.75	0.68	0.99	2.78	14.87	19.40	3.93
1.22	0.93	0.29	1.83	0.64	1.11	4.26	14.71	20.80	3.67

No. 9 Muestra los porcentajes de varios constituyentes en raíces de Cafetos. Primera Secuencia Cuarto Período. Abril 12 de 1951

Nitrogeno total (2)	Nitrogeno insol. en alcohol (3)	Nitrogeno no soluble (4)	Azúcares totales (5)	Azúcares reductores (6)	Azúcares no reductores (7)	Almidón (8)	Carboácido hidrolizable (9)	Carbohidratos totales (10)	Cenizas totales (11)
1.29	0.96	0.33	2.09	0.19	1.79	6.47	15.92	24.48	3.66
1.18	1.00	0.18	2.28	0.37	1.77	6.91	16.03	25.22	3.72
1.18	0.96	0.22	2.31	0.23	1.96	6.57	17.97	26.85	3171
1.30	0.93	0.37	2.34	0.35	1.87	6.46	17.80	26.60	3.77
1.24	0.96	0.28	2.26	0.29	1.85	6.60	16.93	25.79	3.72
1.26	0.86	0.40	2.21	0.37	1.73	5.31	13.59	21.11	3.66
1.33	0.91	0.42	2.36	0.33	1.91	5.08	15.97	23.41	3.77
1.22	0.86	0.36	1.57	0.17	1.32	5.05	16.23	22.85	3.83
1.32	1.01	0.31	2.82	0.18	2.50	4.70	15.92	23.44	3.87
1.28	0.91	0.37	2.24	0.26	1.87	5.04	15.43	22.71	3.78

Tabla No. 10 Muestra el sumario de los porcentajes de varios constituyentes en las raíces de Cafetos. Cada cifra es el promedio de cuatro determinaciones.

	Materia Seca	Nitrogeno total	Nitrogeno insol. en alcohol	Nitrogeno no soluble	Azúcares totales	Azúcares reductores	Azúcares no reductores	Almidón y dextrinas	Carbo-ácido hidrolizable	Carbohidratos totales	Cenizas totales
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Control											
de 1950	37.06	1.05	0.90	0.15	1.79	0.60	1.15	2.09	15.38	19.26	4.40
de 1950	43.67	1.17	0.85	0.32	1.64	0.49	1.08	4.31	15.91	21.86	3.30
de 1950	41.79	1.38	0.91	0.47	1.37	0.27	1.03	4.02	16.43	21.82	3.88
de 1950	38.46	1.17	0.84	0.33	1.61	0.39	1.14	4.71	15.82	22.14	3.46
de 1950	37.96	1.10	0.81	0.29	1.97	0.27	1.68	4.56	15.72	22.25	3.47
de 1951	39.65	1.10	0.84	0.26	2.17	0.76	1.31	4.64	14.88	21.69	3.61
de 1951	44.48	1.24	0.96	0.28	2.26	0.29	1.85	6.60	16.93	25.79	3.72
	40.45	1.17	0.87	0.30	1.83	0.44	1.32	4.42	15.87	22.12	3.69
Zin											
de 1950	41.01	1.10	0.96	0.14	1.79	0.66	1.10	2.42	15.97	20.19	4.39
de 1950	43.73	1.26	0.80	0.46	1.66	0.54	1.04	3.73	16.01	21.40	3.43
de 1950	43.60	1.19	0.78	0.41	1.44	0.22	1.14	5.24	16.77	23.44	3.60
de 1950	40.82	1.16	0.92	0.24	1.98	0.48	1.41	5.28	15.39	22.64	3.38
de 1950	38.71	1.05	0.83	0.22	1.84	0.53	1.27	4.57	14.69	21.10	3.25
de 1951	40.76	1.22	0.93	0.29	1.83	0.64	1.11	4.26	14.71	20.80	3.67
de 1951	43.25	1.28	0.91	0.37	2.24	0.26	1.87	5.04	15.43	22.71	3.78
	41.70	1.18	0.88	0.30	1.83	0.48	1.28	4.36	15.56	21.75	3.65

Nitrógeno insoluble en alcohol

Las diferencias entre los períodos son muy pequeñas, Hay una ligera disminución entre Abril 27, 1950 y Junio 27, 1950 más a partir de esa fecha hay un ascenso suave hasta Agosto 22, 1950, de aquí hasta Febrero 19, 1951, se observa un suave descenso gradual, para terminar en Abril 12, 1951 con un pequeño aumento, (Tablas 3-9, columna 3; Gráfica 1, curva 2).

Nitrógeno soluble en alcohol

La curva que representa los contenidos de este constituyente, afecta una forma similar a la que representa los del nitrógeno total. Se nota un ascenso hasta Agosto 22, 1950 para entonces presentarse un descenso que se extiende hasta Abril 12, 1951. (Tablas 3-9, columna 4; Gráfica 1, curva 3).

Azúcares totales

Se nota una ligera disminución en el contenido de azúcares totales desde Abril 27, 1950, hasta Junio 27, 1950, esta disminución continúa en una forma más brusca desde aquella última fecha hasta Agosto 22, 1950, fecha en la cual se obtiene el mínimo para este compuesto. A partir de Agosto 22, 1950

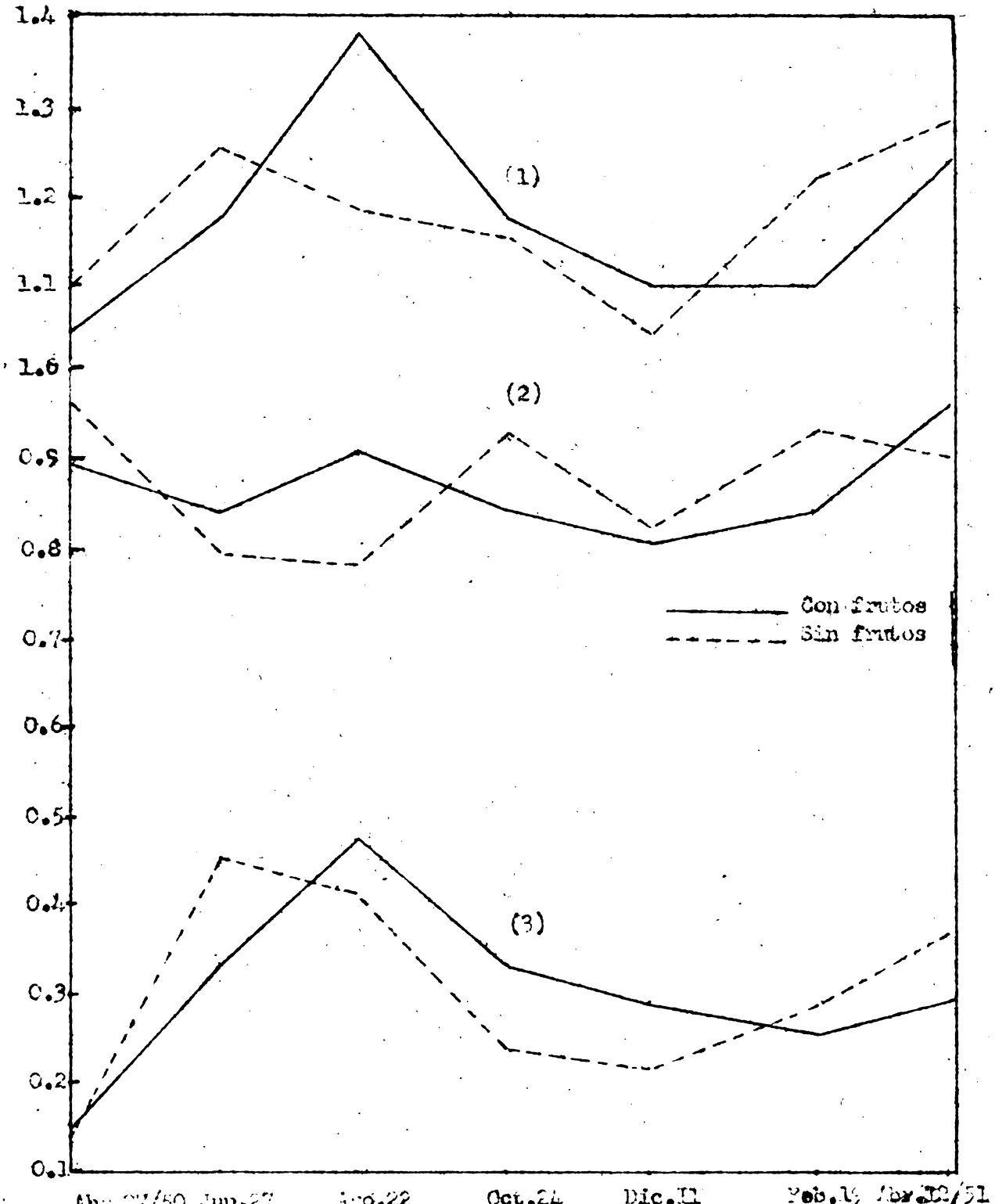
hasta Abril 12, 1951, hay siempre un aumento en todos los períodos para terminar en aquél con el máximo contenido de azúcares totales. En resumen podemos decir, que en este estudio, las raíces de los cafetos en cuanto al contenido de azúcares totales, parecen presentar una mínima y una máxima, la primera en Agosto 22, 1950, y la segunda en Abril 12, 1951. (Tablas 3-9, columna 5; Gráfica No. 2, curva 1).

Azúcares reductores

En general hay un descenso en el contenido de azúcares reductores desde Abril 27, 1950, hasta Diciembre 11, 1950; en Febrero 19, 1950 hay un ascenso rápido, más a partir de aquí hasta Abril 12, 1951, se nota también un descenso rápido. Parece, pues, que durante la presente investigación, las raíces de los cafetos presentaran 1 máxima en Febrero 19, 1951 y 2 mínimas, una en Agosto 22, 1950 y otra en Diciembre 11, 1950, en cuanto al contenido de azúcares reductores. (Tablas 3-9, columna 6; Gráfica No. 2, curva 3).

Azucares Oreductores

Se encontró una disminución en el contenido de azúcares no reductores desde Abril 27, 1950, hasta Agosto 22, 1950; de esta fecha a Diciembre 11, 1950, hay un ascenso, la curva,

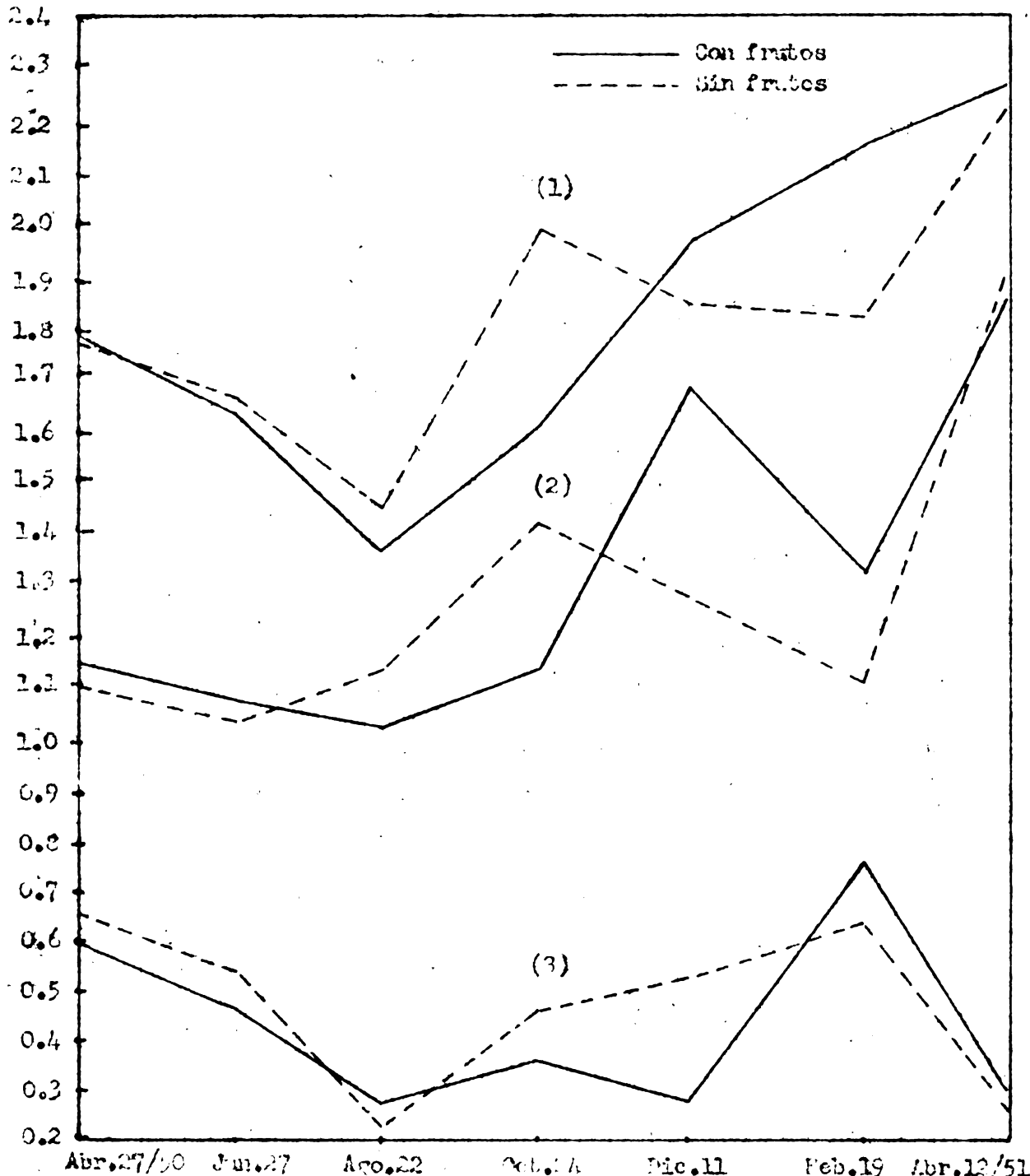


Gráfica No.1: Muestra las variaciones en porcentajes durante la estación del Nitrógeno total (1), del Nitrógeno insoluble (2), y del Nitrógeno soluble (3) en alcohol en raíces de Cafetos.

sin embargo, cae bruscamente en Febrero 19, 1951, para entonces continuar en un ascenso hasta Abril 12, 1951. Entonces, las raíces de los cafetos parecen presentar, en la presente investigación, una máxima y una mínima en el contenido de azúcares no reductores, la primera de las cuales en Abril 12, 1951 y en Agosto 22, 1950 la segunda. (Tablas 3,-9, columna 7; Gráfica No. 3, curva 2).

Almidón y dextrinas

Las raíces de los cafetos en cuanto al contenido de almidón y dextrinas, de acuerdo con los datos de la presente investigación, parecen presentar un aumento desde Abril 27, 1950 hasta Junio 27, 1950; de esta última fecha hasta Agosto 22, 1950, se encuentra una ligera disminución, pero a partir de Agosto 22, 1950 hasta Octubre 24, 1950 hay un ascenso, ascenso que se continúa muy suavemente hasta Febrero 19, 1951, para entonces haber otro bastante brusco entre esta fecha y Abril 12, 1951. Parece que las raíces de los cafetos en este estudio presentarán una máxima y una mínima en el contenido de almidón y dextrinas, la primera sería en Abril 12, 1951, y la segunda en Abril 27, 1950. Se considera intermedio el contenido para los otros períodos. (Tabla 3,-9, columna 8; Gráfica No. 3, curva 3).



Gráfica No.2: Muestra las variaciones en porcentajes durante la estación de los Azúcares totales (1), Azúcares reductores (3), y Azúcares no reductores (2) en frutos de Cafetos.

Carbohidratos ácido-hidrolizables

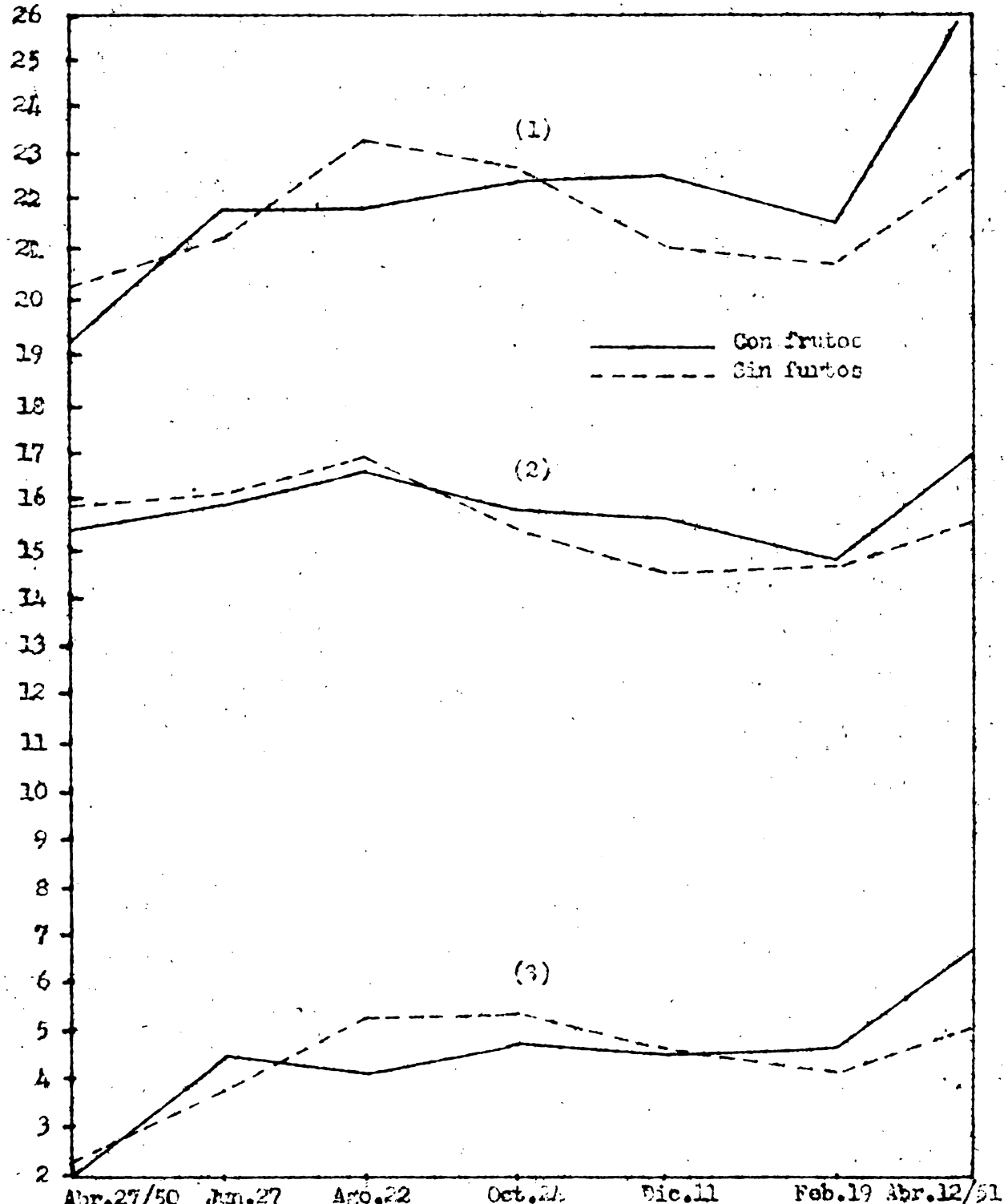
Las variaciones en este constituyente son pequeñas en la presente investigación. Se nota un aumento suave desde Abril 27, 1950 hasta Agosto 22, 1950; de aquí a Febrero 19, 1951, hubo una disminución también lenta, para encontrarse un ascenso hacia Abril 12, 1951. (Tablas 3-9, columna 9; Gráfica No. 3, curva 2).

Carbohidratos totales

Hubo un ascenso suave en cada uno de los períodos a partir de Abril 27, 1950 hasta Diciembre 11, 1950, de esta fecha a Febrero 19, 1951, hay una disminución, desde aquí, hasta Abril 12, 1951 hay siempre un ascenso. Según los datos, parece que las raíces de los cafetos en este estudio tuvieran una máxima en Abril 12, 1951 y una mínima en Abril 27, 1950 en el contenido de carbohidratos totales. (Tablas 3-9, columna 10; Gráfica 3, curva 1).

Cenizas totales

Hay un descenso bastante brusco en el contenido de cenizas totales desde Abril 27, 1950 hasta Junio 27, 1950; de esta fecha a Agosto 22, 1950 hay un ascenso bien marcado, para



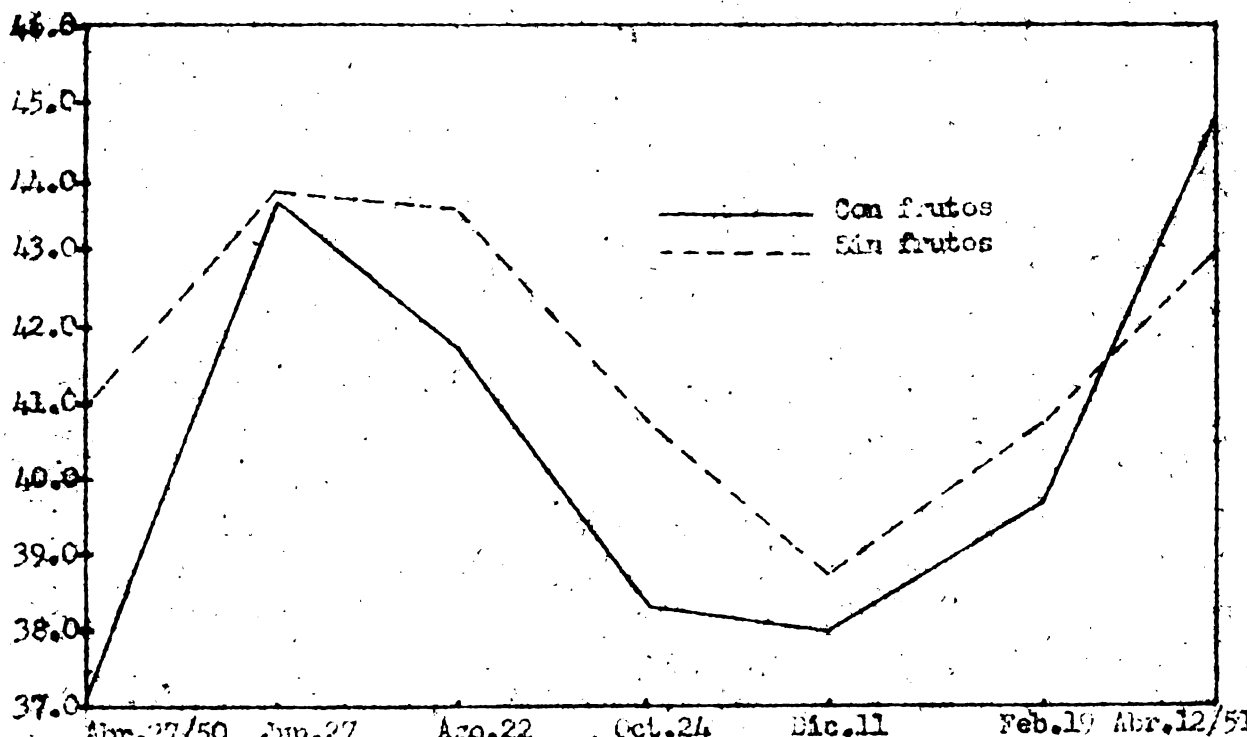
Grafica No.3: Muestra las variaciones en porcentajes durante la estación de los Carbohidratos totales (1), Carbohidratos Acido-Hidrolizables (2), y del Almidón y Dextrinas (3) en raices de Cafetos.

encontrarse posteriormente un descenso pronunciado hacia Octubre 24, 1950 a partir de esa fecha se registra siempre un ascenso suave hasta Abril 12, 1951, pero sin tocar tal ascenso la cifra encontrada para Abril 27, 1950. En general, podemos decir que hay un constante descenso en el contenido de cenizas totales desde Abril 27, 1950 hasta Abril 12 1951, tal descenso se ve interrumpido en Agosto 22, 1950, pero después continúa hasta la fecha que hemos señalado. Este compuesto, tiene sin embargo, el contenido mínimo en Junio 27, 1950 y el máximo en Abril 27, 1950. (Tabla 3,-9, columna 11; Gráfica No. 5.)

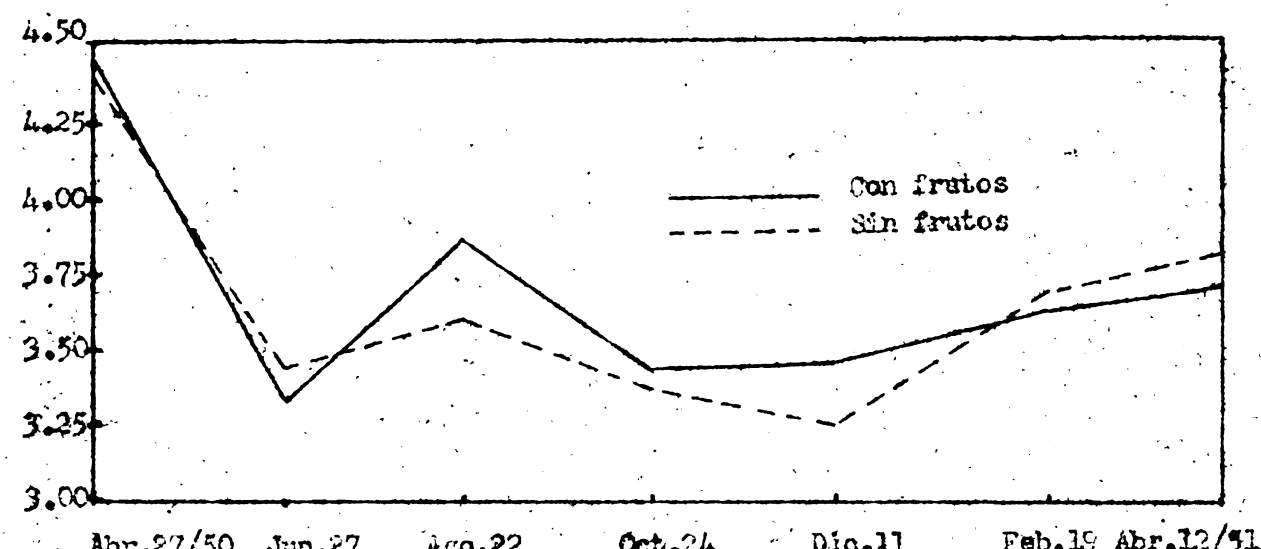
Efecto de la fructificación sobre el contenido de varios constituyentes

Materia Seca

La curva del contenido de materia seca en los cafetos "sin frutos", se mantiene en todos los períodos por encima a la de los "con frutos", excepto en la última fecha de experimentación. Estas diferencias, según quedó explicado en otro lugar de este capítulo, son ligeramente significativas. Creemos que la principal diferencia en los períodos, en uno y otro tratamiento, se registró en Abril 27, 1950 y que sea ella la que tiene mayor peso en aquella significación. (Tablas 3,-



Grafica No.4: Muestra las variaciones en porcentajes durante la estacion de la Materia Seca en raices de Cafetos.



Gráfica No.5: Muestra las variaciones en porcentajes durante la estación de las Cenizas Totales en raices de Cafetos.

9. columna 1; Gráfica No. 4).

Nitrógeno total

La diferencia más importante entre los dos grupos de cafetos, parece - de acuerdo con los datos - que se encuentre en Agosto 22, 1950, a favor de los cafetos "con frutos"; otra diferencia digna de tener en cuenta, es la que se observa en Febrero 19, 1951, a favor de los cafetos "sin frutos". (Gráfica No. 1, curva 1).

Nitrógeno insoluble en alcohol

Si observamos la curva No. 2, Gráfica (1), nos damos cuenta que la principal diferencia entre los cafetos "con y sin frutos", se encuentra en Agosto 22, 1950, siendo aquélla a favor de los cafetos "con frutos"; otra diferencia que se debe mencionar es la registrada en Febrero 19, 1951, a favor de los cafetos "sin frutos".

Nitrógeno soluble en alcohol

Parece que la principal diferencia entre los dos grupos de cafetos, se registrara en Junio 27, 1950 a favor de los cafetos "sin frutos". Tienen también alguna importancia las

diferencias encontradas en Octubre 24, 1950, Diciembre 11, 1950 y en Abril 12, 1951. (Tablas 3,-9, columna 4; Gráfica 1, curva 3).

Azúcares totales

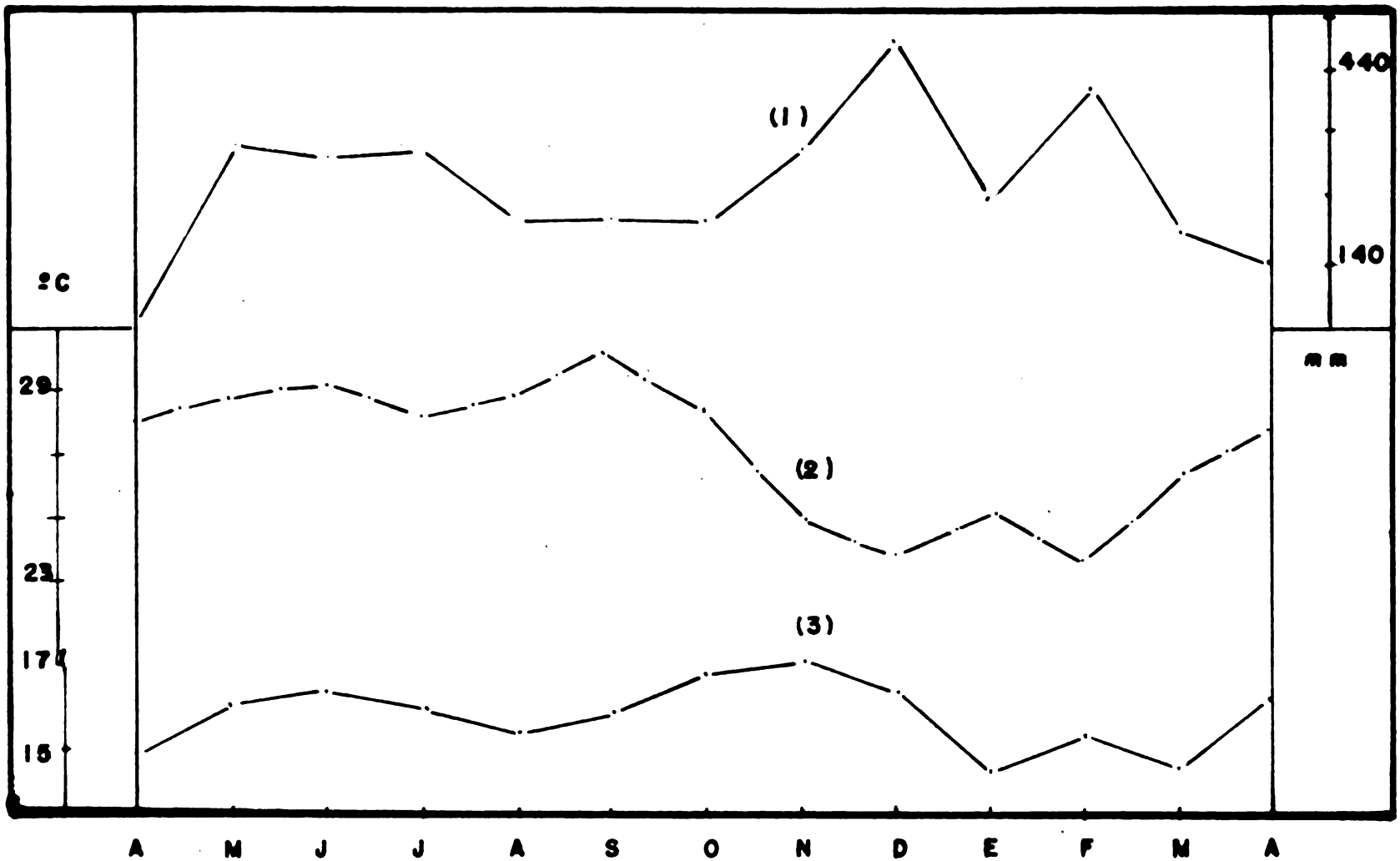
Si miramos la Gráfica No. 2, curva (1), observaremos que el contenido de azúcares totales ofrece en dos períodos diferencias de importancias fisiológicas, son ellas las que se encuentran en Octubre 24, 1950 y Febrero 19, 1951, la primera de las cuales a favor de los cafetos "sin frutos" y la segunda a los "con frutos".

Azúcares reductores

La principal diferencia, según los datos, parece presentarse en Diciembre 11, 1950 a favor de los cafetos "sin frutos". (Tablas 3,-9, columna 6; Gráfica 2, curva 3).

Azúcares no reductores

Diferencias de más importancia que deben ser tenidas en cuenta en la presente investigación, son las que se presentan de acuerdo con los datos - en Diciembre 11, 1950, Octubre 24, 1950 y Febrero 19, 1951, la primera y tercera a favor de los



Gráfica No. 6. Muestra las variaciones mensuales de la precipitación (1), de las temperaturas máximas (2) y mínimas (3) durante el período de experimentación: Abril 27, 1950 - Abril 12,1951.

cafetos "con frutos", siendo la segunda ventajosa para los "sin frutos". (Tablas 3,-9, columna 7; Gráfica 3, curva 2).

Almidón y dextrinas

Parece, de acuerdo con los datos, que hay dos diferencias importantes entre los dos grupos de cafetos estudiados en cuanto a sus respectivos contenidos de almidón y dextrinas en las raíces, tales diferencias se encuentran en Abril 12, 1951 y Agosto 22, 1950, ésta a favor de los cafetos "sin frutos" y aquélla a los "con frutos". (Tablas 3,-9, columna 8; Gráfica No. 3, curva 3).

Carbohidratos ácido-hidrolizables

Las variaciones en este constituyente para los cafetos "sin frutos" son pequeñas, al igual que en los cafetos "con frutos"; se puede considerar que las diferencias principales entre uno y otro grupo, se encuentran en Diciembre 11, 1950 y Abril 12, 1951, ambas a favor de los cafetos "con frutos". (Tablas 3,-9, columna 9; Gráfica 3, curva 2).

Carbohidratos totales

Para los carbohidratos totales, parece que la principal diferencia entre los grupos estudiados se presentara en Abril

12, 1951, siendo ventajosa tal diferencia para los cafetos "con frutos". (Tablas 3,-9, columna 10; Gráfica 3, curva 2).

Cenizas totales

Diferencias que se pueden tener en cuenta para uno y otro tratamiento, son las de Agosto 22, 1950 y Diciembre 11, 1950, una y otra a favor de los cafetos "con frutos". (Tabla 3,-9, columna 11; Gráfica No. 5).

DISCUSION

El metabolismo de las plantas se encuentra regido por dos factores principalmente: ambientales e internos o inherentes. Entre los primeros pueden mencionarse la temperatura, precipitación, longitud del día etc.: entre los internos merecen especial mención el crecimiento tanto de la parte aérea como de la radicular, la floración y la fructificación.

Los cambios debidos a la estación son más marcados en los cultivos de zonas templadas, ya que éstas tienen estaciones más definidas. Los árboles en ciertas épocas del año pierden su follaje, lo que proporciona cambios notables en el metabolismo y por consiguiente en las variaciones de los constituyentes, así tenemos, que Murneek y Logan (49), han comprobado que inmediatamente antes de la abscisión, hay una gran migración del nitrógeno de las hojas a las partes internas del vegetal. También podemos anotar el hecho que la función fotosintética se paraliza en máximo grado durante el período en que los árboles se han despojado de sus vestiduras, esto trae como consecuencia una inactivación notable en la formación de alimentos.

Las condiciones arriba mencionadas, hacen más expeditas las investigaciones en relación con los cambios estacionales

en los cultivos de zonas templadas que en los de zonas tropicales donde las estaciones son menos pronunciadas y los árboles mantienen su follaje durante todo el año, de tal suerte que las variaciones, si las hay en tales tipos de cultivos, son un tanto difíciles en su interpretación. En el cafeto, en especial para la zona de Turrialba, encontramos que simultaneamente con la cosecha tenemos una fuerte floración y aún crecimiento, de tal suerte que cualquier cambio operado en los constituyentes, pueden tener una u otra causa.

Durante el período de descanso en los cafetos en la región de Turrialba, que abarca según Boss (8) y McFarlane (37), desde mediados de Agosto hasta Enero, las raíces parecen presentar, en cuanto a sus contenidos de nitrógeno, un descenso progresivo a partir de Agosto 22, 1950 hasta más o menos Febrero 19, 1951. Este descenso es debido posiblemente a una demanda previa por los frutos y floración así como durante tal período, Murneek (47) y Beattie (6) han encontrado algo semejante en manzanos. El descenso en los cafetos "sin frutos" para esta misma época, se debe quizá a la floración más espesa y al superior crecimiento que mostraron durante tal período (8, 37).

Las curvas para el nitrógeno total y el nitrógeno soluble afectan una forma semejante, lo que posiblemente nos

indica que las variaciones del nitrógeno vienen dadas por la fracción soluble; este concepto es mucho más asimilable si miramos las variaciones en el nitrógeno insoluble que prácticamente son pequeñas (Gráfica No. 1).

Las cenizas totales, que también son sales, presentan igualmente una disminución en el período de reposo, en contraposición con las hojas que en el mismo ciclo el contenido es alto (8). Parecería pues, que durante tal estado hubiese una traslación de los minerales de las raíces a las partes aéreas, especialmente hacia los frutos que requieren minerales durante la fase de su desarrollo, como ha sido anotado, mediante análisis, por Dillinghan y Thompson (21) en los cafetos de Hawaii; igual cosa ha sido demostrada en plantas anuales por Egorey (citado por Murneek 44).

Según Hoagland y Broyer (citados por Miller 41) las raíces con poco contenido de azúcares desminuyen su capacidad para acumular sales, esto que ha sido demostrado en otros cultivos puede ser asimilable en el caso de las raíces de los cafetos, pues la disminución en el porcentaje de nitrógeno y cenizas durante el período de reposo correlacionado con el bajo de azúcares reductores, parecen indicar que la falta de estos carbohidratos impidieran el proceso de acumulación de sales en las raíces de los cafetos. Eaton y

Johan (23) también en algodón han comprobado que un alto porcentaje de bromo en las raíces se explica como una consecuencia de una alta concentración de azúcares, la cual fué triple en comparación con las matas control, una disminución en la toma de minerales por los algodoneros con mucha producción, puede ser atribuída al movimiento reducido de carbohidratos hacia las raíces.

Comparando la gráfica No. 2, curva (3) que representa los azúcares reductores con la curva que trae Bose (8) para el crecimiento, podríamos notar que parece haber una correlación más o menos positiva entre el crecimiento de la parte aérea y el contenido de los azúcares reductores en las raíces; también podremos advertir que un aumento o disminución en los azúcares reductores, es proporcional a un aumento o disminución en la curva del crecimiento. Este hecho que parece tener gran importancia en el metabolismo del cafeto, es una cuestión un tanto difícil de explicar, pues no sabemos exactamente si una escasez de azúcares reductores es la causa de la disminución en el crecimiento o viceversa.

La alta concentración de azúcares no reductores que se presenta tanto en Diciembre 11, 1950 como en Abril 12, 1951, puede tener como causa la acción de las enzimas, según Miller (41) cuando las hexosas se han formado y alcanzado

cierto límite, la condensación de la sacarosa se realiza debido a la invertasa u otras enzimas socarogénicas y una vez formada se almacena en las vacuolas; entonces ello también sería la causa de que en los mismos meses hubiera menos contenido de azúcares reductores.

Parece igualmente, según Curtis y Clark (18), que cuando la concentración de sacarosa (azúcares no reductores) es alta, la hidrólisis del almidón se detiene grandemente por un efecto inhibidor de la sacarosa sobre ella. Si miramos la gráfica No. 2, nos damos cuenta que en Diciembre 11, 1950 en el cual suben los azúcares no reductores y totales, los azúcares reductores bajan permaneciendo el almidón practicamente incambiable, entonces, parece que con una concentración alta en los azúcares no reductores, se inhibe la hidrólisis del almidón y los azúcares reductores bajan mientras las otras formas de azúcares suben, aquélla inhibición, según Curtis y Clark (18) se debe a un mal funcionamiento de la amilasa sobre el almidón, lo que es ocasionado, según parece, por una mezcla de la sacarosa con la enzima que toma parte en la reacción de la digestión, según lo anterior, los azúcares que venimos discutiendo actuarían - bajo tales circunstancias - a manera de veneno sobre la amilasa.

El hecho de que en Febrero 19, 1951, los azúcares

reductores aumentaran grandemente mientras que, para la misma fecha los azúcares no reductores bajasen permaneciendo alto los azúcares totales, nos hace pensar que las enzimas parecen tener gran papel en tales cambios; la situación en Abril 12, 1951 es idéntica a la presentada en Diciembre, o sea, menor azúcares reductores y más azúcares totales y no reductores, todas estas situaciones parecen deberse a la misma causa enzimática. Condiciones de pH también han podido acompañar la inhibición de las enzimas hidrolizantes, pues según Curtis y Clark (18) el pH óptimo para actuar la amilasa es entre 4-5, valores por encima ó debajo a los señalados, podrían inhibir el funcionamiento de la enzima.

De acuerdo con Curtis y Clark (18), en prolongadas inanicionnes los almidones y aún la "hemicelulosa" pueden ser hidrolizados; Sylvain (65) para ver la influencia que tienen las prácticas de anillados y defoliación en ramas de cafetos sobre el contenido de ciertos constituyentes, está conduciendo trabajos en tal sentido; él ha encontrado variaciones menores del 5% en carbohidratos ácido-hidrolizables ("hemicelulosa") entre las ramas controles y las tratadas, mientras que encontró también 2 veces más almidón en las ramas controles que en las tratadas y 3 veces más azúcares totales en las primeras que en las segundas; Murneek (45) en cambio ha encontrado

en manzanos variaciones en "hemicelulosa" que van desde 19.1 hasta 49.7% en diferentes órganos; nosotros hemos encontrado en tal constituyente fluctuaciones muy pequeñas, variaciones que durante todo el lapso de investigación no han sobrepasado un 7.7% (Tabla 10).

Dice Murneek (45) que la "hemicelulosa" es un compuesto que sirve de reserva en el manzano, tal aseveramiento es basado, quizá, en los datos que él obtuvo, con tal actitud Murneek difiere con muchos investigadores - entre otros, Kraybill, Sullivan y Miller (31), Winkler y Williams (67), Smyth (59)- cuando dicen que la "hemicelulosa" no tiene importancia como reserva sino como función estructural, debido - según ellos - a que sus variaciones son muy pequeñas, entonces aquí podría aplicarse lo que sugieren Gardner, Bradford y Hooker (24) cuando dicen que el índice de que tal ó cual constituyente carbohidratado sea una reserva, viene dado por sus marcadas variaciones estacionales.

Uniendo los resultados encontrados por Sylvain (65) y por nosotros en cuanto a los carbohidratos ácido-hidrolizables, parece que tal compuesto no tiene mucha importancia como reserva en el cafeto. Loomis y Shull (34) dicen que el nombre de carbohidratos ácido-hidrolizables incluye muchos compuestos, entre otros tenemos pentosanas, protopectinas,

galactanas, polímeros del ácido urónico y celulosa; además que varios de tales compuestos sirven como reserva - especialmente bajo condiciones de inanición -, mientras que otros son puramente estructurales y aún otros pueden ser meras acumulaciones sin ninguna importancia fisiológica. Entonces un estudio más detallado de este compuesto, parece ser una sentida necesidad en cafetos. Mientras tanto - y según los datos - parece que el complejo como tal, no tiene una función de reserva que se demostró aún en tiempos de inanición provocada, ya que un aumento en los otros constituyentes, no produjo variaciones - en el compuesto que nos ocupa - superiores al 5% entre ramas tratadas y controles; entonces en el cafeto puede suceder lo mismo que dice (67 p. 386) de que:

> "En viñas muertas a causa de repetidos tratamientos de defoliación, la hemicelulosa se encontró presente en cantidades normales. Parece que la hemicelulosa no fué utilizada como alimento de reserva aún bajo estas condiciones de deficiencia normal de reservas carbohidratadas".

El almidón en la presente investigación por otro lado, sí tuvo grandes variaciones (Tabla 10), lo que dá a tal constituyente - al igual que en otros cultivos - según parece, suma importancia en el metabolismo del cafeto.

Según Murneek (46), la fructificación es un proceso

exhaustivo en el manzano, sin embargo, una cantidad de los materiales elaborados se pierde también por otras vías, tales como caída de las hojas, prácticas de poda, etc. A mayor cosecha, hay un mayor consumo de los materiales elaborados y los de reserva, entonces no es difícil determinar la causa de un crecimiento pobre y poca producción durante uno ó dos años sucesivos; ello es, pues, lo que ocasiona - en gran escala - una producción alterna ó de ciclos. La producción irregular del cafeto, puede tener las mismas causas.

Durante los años de menos producción se acumula el almidón para ser utilizado en los años de bonanza. Es conveniente advertir aquí que la producción de café durante el período de investigación fué muy poca, lo que de acuerdo con Murneek (46) - ha podido causar las diferencias pequeñas en los constituyentes encontrados entre los cafetos "con frutos" y "sin frutos". El fruto durante sus primeros estados de desarrollo, requiere buen suministro de nitrógeno; una vez que se han establecido, su elongación se encuentra sujeto al suministro de carbohidratos y minerales. (Murneek 47).

Mason - citado por Murneek (44) - ha observado en algodónero una marcada retardación en el crecimiento vegetativo durante la floracción y fructificación; nosotros en cafetos observamos que los arbustos "sin frutos" siempre mostraban

más crecimiento que los "con frutos".

El contenido de materia seca en la presente investigación, presentó diferencia significativa a favor de los cafetos "sin frutos", ello es quizá debido, como ha encontrado Murneek (44) en manzanos a la gran asimilación de CO_2 que tienen las plantas sin producción, aumentamos aquélla la absorción de los minerales del suelo y una alta producción de materia seca.

Un estudio de las variaciones estacionales en los constituyentes del cafeto simultáneo con la reproducción sexual, parece ser una necesidad; a este respecto dejamos abierto el compás de espera para entonces saber con más exactitud como se comporta el cafeto en tales períodos, los cambios fisiológicos y químicos operados en esa fase; mientras tanto queremos dar alguna idea al respecto con dos aseveramientos que fueron establecidos en relación con tal tipo de estudios hechos en tomates por Murneek (44, p. 82):

> "In the first place, as a result of the act of gametic union, and hence inmediately following fertilization, there is a marked increase in metabolism at the embryonic point and this increase in a measure extends througout the body of the plant. Secondly, if a maximum number of embryos and their accesory tissues (seeds or fruits) under the particular conditions of nutrition are permitted to develop, the inevitable result will be a retardation in or destruction of further vegetative

development, leading under extreme circumstances to death of the plant".

Las diferencias observadas en el almidón de Agosto 22, 1950 a Octubre 24, 1950, parecen ser ocasionadas por el desarrollo de los frutos, pues según Murneek (44) cambios fisiológicos y químicos ocurren en las plantas superiores durante el período de floración y formación del fruto, en los períodos señalados se observa un descenso de los constituyentes en los cafetos "con frutos", mientras que hay un aumento en los "sin frutos", entonces esto sería el efecto de la movilización de los alimentos hacia los frutos. La situación es contraria en Febrero 19, 1951, lo que puede ser debido al superior crecimiento en los cafetos "sin frutos", parece, pues, que hay una "demanda" de los constituyentes para atender el crecimiento. En Diciembre 11, 1950 la situación parece deberse a la acción enzimática, como tratámos de explicar anteriormente y la de Abril 12, 1951 es quizá ocasionada por enzimas, crecimiento y aún por condiciones infavorables de pH. en el medio (18). La causa para la diferencia en azúcares reductores en Diciembre 11, 1950, no la conocemos; puede ser ocasionada como consecuencia de la fertilización.

La diferencia más notable en los compuestos nitrogenados, según parece, es la presentada en Agosto 22, 1950 en

el nitrógeno total, tal diferencia es quizá ocacionada por la floración y fructificación, pues según Murneek (44) se requiere buen suministro de nitrógeno para el desarrollo de las estructuras florales.

CONCLUSIONES

Durante el período de descanso, las raíces de los cafetos en el presente estudio, presentaron una disminución en todas las formas de nitrógeno, lo que se debe, quizá, a una "demanda" de tales constituyentes por los frutos y a un menor contenido de carbohidratos. Las variaciones del nitrógeno parece que se encuentran reguladas por la fracción soluble:

Es muy probable que haya una relación positiva inversa entre los contenidos de cenizas de las hojas y los de las raíces, ello puede ser debido a una remoción de los minerales de las raíces a las partes aéreas.

Parece que hay una relación positiva entre el contenido de azúcares reductores y el crecimiento de la parte aérea, siendo proporcionales entre sí, sin embargo, no sabemos si la escasez de azúcares reductores es la causa de la disminución en el crecimiento o viceversa.

La disminución en el porcentaje de nitrógenos y cenizas durante el período de descanso, correlacionado con el muy bajo de azúcares reductores, parece indicar que la falta de estos carbohidratos impidiera el proceso de acumulación de sales en las raíces.

Es probable que una alta concentración de sacarosa inhiba la hidrólisis del almidón, según parece, esta situación es debida a una mezcla de la sacarosa con la enzima que toma parte en la reacción de la digestión actuando, es posible, los azúcares reductores a manera de veneno sobre la amilasa.

Los carbohidratos ácido-hidrolizables, parecen no tener mucha importancia como reserva en el cafeto; en cambio el almidón según los datos, parece ser una buena fuente de reserva carbohidratada en ellos. Posiblemente este constituyente nos pueda dar indicio de la producción alterna que se ha observado en el cafeto, pues ha sido demostrado por muchos autores que el almidón se acumulan en las raíces de muchas plantas y usado más tarde en la producción de cosecha.

A pesar de la muy pobre cosecha, hay indicaciones que la fructificación ocasiona una sensible disminución de las reservas de almidón en las raíces y del porcentaje de carbohidratos totales al tiempo de mayor desarrollo de los frutos.

Parece que el cafeto requiere buen suministro de nitrógeno durante el período de floración y fructificación

SUMARIO

Durante un año completo, se tomaron muestras cada dos meses de raíces de cafetos "con frutos" y "sin frutos" para obtener datos de los cambios en las cenizas totales y de varios constituyentes carbohidratados y nitrogenados.

Los datos experimentales se dan en dos formas: por medio de tablas que recogen los resultados de las determinaciones hechas en uno y otro grupo de cafetos, y por medio de gráficas donde se muestran las variaciones de los constituyentes determinados. Se da así mismo una tabla sumario que resume los resultados de las determinaciones. También quisimos introducir algunos cuadros que sirvieran como modelo de los análisis estadísticos.

Los resultados obtenidos demuestran que durante el período de descanso, que abarca desde Agosto hasta Enero en la Región de Turrialba, las raíces de los cafetos en el presente estudio, mostraron una disminución en todas las formas de nitrógeno analizado, de cenizas totales, así como también de azúcares reductores.

La disminución en el porcentaje de nitrógeno y cenizas durante el período de descanso, correlacionado con el bajo de azúcares reductores, parece indicar que la falta de estos

carbohidratos impidiera el proceso de acumulación de sales en las raíces de los cafetos.

Las pequeñas variaciones de carbohidratos ácido-hidrolizables, parece indicar que estos constituyentes no tienen mucha importancia como reserva en los cafetos, en cambio el almidón, - a juzgar por sus variaciones - es quizá una buena fuente de reserva carbohidratada.

A pesar de la muy pobre cosecha durante el período de experimentación, hay indicaciones que la fructificación ocasiona una sensible disminución de las reservas de almidón en las raíces y del porcentaje de carbohidratos totales al tiempo de mayor desarrollo de los frutos.

SUMMARY

Bimonthly samples of coffee roots were taken from bearing and non-bearing trees over a period of one year, and analysed for their content of carbohydrate and nitrogen compounds, as well as total ash.

Data are presented in the form of tables which contain the results of determinations made for each group of trees, and by means of graphs which show the variations in these constituents which were determined. A summary table is also given, which shows numerical data for the determinations, as well as tables showing statistical analyses.

The result indicate that during the rest period of the plant, which runs from August to January in Turrialba, there is a decrease in nitrogen compounds, total ash, dry matter, as well as reducing sugar in the roots of both bearing and non-bearing trees. Total sugar and non-reducing sugars showed an increase during the rest period.

Significant differences between the roots of bearing and non-bearing trees, were found only in regard to the starch content, and dry matter, both being higher in the non-bearing trees. The low yield of the bearing trees was probably a factor responsible for the small difference between

the two groups of trees, as far as the chemical composition of the root is concerned.

Judging from the variation of starch and acid-hydrolizable carbonydrate content through the year, it seems that only the former has some importance as stored food for the coffee plant.

LITERATURA CITADA

* 1. Addoms, R. M. & Nightingale, G. T. Effects of calcium deficiency on the metabolism of tomato plants. (Abstract) American Society for Horticultural Science. Proceedings 27:227. 1930.

2. Aldrich, W. W. Effect of fruit thinning upon carbohydrate accumulation, formation of fruit buds and set of bloom in apple trees. American Society for Horticultural Science. Proceedings 28:599-604. 1931.

3. Alfaro, Gregorio. El clima de Turrialba. Trabajo presentado a la Primera Convención de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica. San José, C. R., Enero 8, 1951. (Mecanografiado)

* 4. Arndt, C. H. The movement of sap in Coffea arabica L. American Journal of Botany 16:179-190. 1929.

5. Auchter, E. C. & Schrader, A. L. Possibilities of affecting biennial bearing in York Imperial apples in the Cumberland - Shenandoah Valley. American Society for Horticultural Science. Proceedings 29:62-70. 1932.

6. Beattie, James M. Carbohydrates in apple shoots and twigs and their relation to nitrogen fertilization, yield, growth, and fruit color. American Society for Horticultural Science. Proceedings 51:33-40. 1948.

* 7. Beaumont, J. H. An analysis of growth and yield relation-ships of coffee trees in the Kona district, Hawaii. Journal of Agricultural Research 59(3):223-235. 1939.

8. Boss, Manley Leon. Some external and internal factors related to the growth cycle of coffee. Thesis. Turrialba, C. R., Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1951. 64 p.

9. Brunson, A. M. & Latshaw, W. L. Effect of failure of pollination on composition of corn plants. Journal of Agricultural Research 49(1):45-53. 1934.

10. Burkhart, Bernard A. Hemicellulose constituents in alfalfa roots. Plant Physiology 11(2):421-428. 1936.

11. Butler, O. R., Smith, T. O. & Curry, B. E. Physiology of the apple; distribution of food materials in the tree at different periods of vegetation. New Hampshire Agricultural Experiment Station Technical Bulletin no. 13. 1917. 21 p.

12. Cameron, S. H. Starch in the young orange tree. American Society for Horticultural Science. Proceedings 29:110-114. 1932.

13. _____ Storage of starch in the pear and apricot. American Society for Horticultural Science. Proceedings 20:98-100. 1923.

14. _____ & Compton, O. C. Nitrogen in bearing orange trees. American Society for Horticultural Science. Proceedings 46:60-68. 1945.

15. _____ & Schroeder, C. A. Cambial activity and starch cycle in bearing orange trees. American Society for Horticultural Science. Proceedings 46:55-59. 1945.

* 16. Curtis, Otis F. Studies on solute translocation in plants. Experiments indicating that translocation is dependent on the activity of living cells. American Journal of Botany 16:154-168. 1929.

17. _____ The translocation of solutes in plants, a critical consideration of evidence bearing upon solute movement. First ed. 273pp. New York, McGraw-Hill Book Co., 1935.

18. _____ and Clark, Daniel G. Plant physiology. First ed. pp. 405 - 498. New York, McGraw-Hill Book Co., 1950

19. Davis, Luther D. Some carbohydrate and nitrogen constituents of alternate-bearing sugar prunes associated with fruit bud formation. Hilgardia 5(6):119-154. 1931.

20. Dearborn, R. B. Nitrogen nutrition and chemical composition in relation to growth and fruiting of the cucumber plant. New York (Cornell) Agricultural Experiment Station Memoir 192. 1936. 26 p.

21. Dillingham, F. T. and Thompson, R. R. A study of changes in composition of Kona coffee berries at varios stages of development, with an investigation of Kona coffee oil. University of Hawaii. Occasional Paper No. 19 1934.

22. Eaten, F. M. & Ergle, D. R. Carbohydrate accumulation in the cotton plant at low moisture levels. Plant Physiology 23(2):169-187. 1948.

23. _____ & Joham, H. E. Sugar movement to roots, mineral Plant Physiology 19(3):507-518. 1944.

24. Gardner, V. R., Bradford, F. C. & Hooker, H. D. The fundamentals fo fruit production. 2d ed. pp. 175-197. New York, McGraw-Hill Book., 1938.

* 25. Cortner, Ross Aiken. Outline of biochemistry; the organic chemistry and the physicochemical reactions of biologicalle important compounds and systems. 2d ed. pp. 577-714. New York, John Wiley & Sons, 1938.

26. Herndlhofer, Erich. A distribucao das proteinas, da cafeina, dos mono-amino-acidos e dos di-amino-acidos no cafeeiro e as variacoes da porcentagem destas substancias no percurso de um afno. Sao Paulo, Brasil (Estado) Secretaria de Agricultura. Boletim de Agricultura 34:163-251. 1933.

* 27. Hopkins, E. F. & Greve, E. W. The effect of nitrate applications on the soluble carbohydrates in apples. (Second report) American Society for Horticultural Science. Proceedings 28:501-506. 1931.

28. Immer, Forrest R. Applied statistics, a series of lectures given in the Graduate School of the University of Minnesota. pp. 46-49. Minneapolis, Minn., Burgess Publishing Co., 1950. (Processed).

29. Inter-American Coffee Board. Study of the world coffee situation. Washington, D. C., The Board, 1948. 44p.

30. Jones, C. H. & Bradlee, J. L. The carbohydrate contents of the maple tree. Vermont Agricultural Experiment Station Bulletin 358. 1933. 147 p.

31. Kraybill, H. R., Sullivan, J. T. & Miller, L. P. Seasonal changes in the composition of Stayman apple trees. I. Carbohydrates. (Abstract) American Society for Horticultural Science. Proceedings 27:206. 1930.

32. Loomis, W. E. The chemical composition of drouth-injured corn plants. American Society of Agronomy. Journal 29(8):697-702. 1937.

33. _____ The translocation of carbohydrates in maize, Iowa State College Journal of Science 9:509-520. 1935.

34. _____ & Shull, C. A. Methods in plant physiology, a laboratory manual and research handbook. New York, McGraw-Hill Book Co., 1937. 472 p.

35. Love, Harry H. Experimental methods in agricultural research. pp. 1-18. Río Piedras, P. R., Agricultural Experiment Station of the University of Puerto Rico, 1943.

36. McClelland, T. B. Experiments with fertilizers for coffee in Porto Rico. Puerto Rico (Mayagüez) Agricultural Experiment Station Bulletin 31. 1926. 34 p.

37. McFarlane, W. Lee. Some factors affecting growth and yield of coffee. Thesis. Turrialba, C. R., Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1949. 47 p.

38. Maximov, Nikolai A. Fisiología vegetal. Versión española de Armando Teodoro Hunziker de la 2a ed. en Inglés. Buenos Aires, Acme Agency, 1946 433 p.

39. Mason, T. G. & Maskell, E. J. Studies on the transport of carbohydrates in the cotton plant. II. The factors determining the rate and the direction of movement of sugars. Annals of Botany 42:571-636. 1928.

40. Meyer, B. S. & Anderson, D. B. Plant physiology, a textbook for colleges and universities. New York, D. Van Nostrand Co., 1939. 696 p.

41. Miller, Edwin C. Plant physiology with reference to the green plant. 2d ed. pp. 847-930. New York, McGraw-Hill Book Co., 1938.

42. Murneek, A. E. Carbohydrate storage in apple trees. American Society for Horticultural Science. Proceedings 30:319-321. 1933.

43. _____ The effects of fruit on vegetative growth in plants. American Society for Horticultural Science. Proceedings 21:274-276. 1924.

44. _____ Growth and development as influenced by fruit and seed formation. Plant Physiology 7(1):79-90. 1932.

45. _____ Hemisellulose as a storage carbohydrate in woody plants with special reference to the apple. Plant Physiology 4(2):251-264. 1929.

46. _____ Is fruiting of the apple an exhaustive process? American Society for Horticultural Science. Proceedings 22:196-200. 1925.

47. _____ Quantitative distribution and seasonal fructuation of nitrogen in apple trees. American Society for Horticultural Science. Proceedings 27:228-231. 1930.

48. _____ Quantitative distribution of nitrogen and carbohydrates in apple trees. Missouri Agricultural Experiment Station Research Bulletin 348. 1942.

49. _____ & Logan, J. C. Autumnal migration of nitrogen and carbohydrates in the apple, with special reference to leaves. Missouri Agricultural Experiment Station Research Bulletin 171. 1932. 30 p.

50. Nutman, F. J. The root system of Coffea arabica. II. effect of some soil conditions in modifying the 'normal' root system. Empire Journal of Experimental Agriculture 1(4):285-296. 1933.

51. Platenius, H. Carbohydrate and nitrogen metabolism in the celery plant as related to premature seeding. New York (Cornell) Agricultural Experiment Station Memoir 140. 1932. 66 p.

52. Popp, H. W. Plant metabolism - general features. In Frear, D. E. H., ed. Agricultural chemistry, a reference text. 1:249-264. New York, D. Van Nostrand Co., 1950.

53. Richey, H. W. & Asbury, C. E. Carbohydrate composition of Dunlap strawberry plants. American Society for Horticultural Science. Proceedings 27:179-183. 1930.

54. Sablon, M. Leclerc du. Recherches physiologiques sur les matieres de réserves des arbres. Revue Generale de Botanique 16:341-368, 18:5-25. 1904, 1906.

* 55. Sampson, A. W. & McCarty, E. C. The carbohydrate metabolism of Stipa pulchra. Higardia 5(4):61-100. 1930.

56. Sayre, J. D., Morris, V. H. & Richey, F. D. The effect of preventing fruiting and reducing the leaf area on the accumulation of sugars in the corn stem. American Society of Agronomy. Journal 23(9):751-753. 1931.

57. Sinnott, Edmund W. Botany, principles and problems. 4th ed. pp. 189-220. New York, McGraw-Hill Book Co., 1946.

58. Smith, C. L. & Waugh, J. G. Seasonal variations in the carbohydrate and nitrogen content of roots of bearing pecan trees. Journal of Agricultural Research 57(6):449-460. 1938.

59. Smyth, Elsie S. The season cycles of nitrogenous and carbohydrate materials in fruit trees. 2. The seasonal cycles of alcohol soluble materials and of carbohydrate fractions and lignin in the wood, bark and leaves portions of terminal shoots of apple trees under two cultural systems - grass plus annual spring nitrate and arable without nitrogenous fertilizer. Journal of Pomology and Horticultural Science 12:249-292. 1934.

* 60. Starring, C. C. Influence of the carbohydrate-nitrate content of suttings upon the production of roots. American Society for Horticultural Science. Proceedings 20:288-292. 1923.

61. Stuart, N. W. Nitrogen and carbohydrate metabolism of young apple trees as affected by excessive applications of sodium nitrate. New Hampshire Agricultural Experiment Station Technical Bulletin 50. 1932. 26. p.

62. Sullivan, J. T. & Cullinan, F. P. Carbohydrate and nitrogen relationships in apple shoots as influenced by soil management. American Society for Horticultural Science. Proceedings 28:519-525. 1931.

63. _____ & Kraybill, H. R. Seasonal changes in the composition of Stayman apple trees. II. Forms of nitrogen. (Abstract) American Society for Horticultural Science. Proceedings 27:220. 1930.

64. Sylvain, Pierre G. Correlative development of the ear shoot of maize. Unpublished Ph D. Thesis. Ames, Iowa State College, 1944. 81 p.

65. _____ Turrialba, C. R. Influencia del anillado y defolación en ramas de cafetos sobre ciertos constituyentes. (Comunicación personal). 1951.

* 66. Wakefield, A. J. Arabica Coffee, periods of growth and seasonal measures. Tanganyika Territory Department of Agriculture Pamphlet no. 9. 1933. 16. p.

67. Winkler, A. J. & Williams, W. O. Carbohydrate metabolism of Vitis vinifera: hemicellulose. Plant Physiology 13(2):381-390. 1938.

Nota: Los autores con asteriscos no se han citado en el texto, pero para cualquier información más amplia pueden ser consultados.

AGRADECIMIENTO

El autor del presente trabajo, quiere dejar estampado aquí su agradecimiento al Dr. Pierre G. Sylvain por sus valiosos consejos para la consecución de aquél, así como también por la sugerencia del tema que hemos tratado de desarrollar; los Drs. Manuel Elgueta y Carlos Madrid S., quienes hicieron posible su venida a este Instituto a hacer estudios de post-graduado. También desea expresar su agradecimiento al Ing. Humberto Rosado por su asistencia en los cálculos estadísticos, y al Dr. F. Wellman por la revisión del manuscrito.

VITA

Cristóbal A. Navarrete Sánchez, nació en la ciudad de Barranquilla, Colombia el 18 de Octubre de 1924. Hizo estudios de Bachillerato en el Colegio de Barranquilla para Varones durante seis años, donde obtuvo el Título de Bachiller. Posteriormente estudió ingeniería agronómica en la Universidad Nacional de Colombia, la cual le concedió el título de Ingeniero Agrónomo por intermedio de la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín. En el año 1950 le fué concedida una beca para adelantar estudios de post-graduado por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de Turrialba, Costa Rica.

Date Due ✓ Listed

AUG 27 '52 Agosto 8/58
OCT 24 '52 NOV 21 '58
JAN 6 '53 25 ABR 1960
JAN 17 '53 OCT. 17 1961
APR 9 '53 NOV. 7 1961
JUN 30 '53 15 ABR. 1960
7/27 22 ENE 1974
OCT 1 '53 10 MAR 1983
DEC 14 '53 NOV - 7 1985
DEC 29 '53
MY 21 '54 DEVUELTO 1 MAR 2006
25 MAYO 1954
25 MAYO 1954
JY 30 '54
OC 1 '54
Sept. 14 '54
OC 6 '54
Jan. 25
MAR 19 '57
Julio 12
MAR 20 '58

46

Navarrete Sánchez, Cristobal A

Cenizas totales y algunos constituyentes carbohidratados y nitrogenados de las raices de cafeto..

DATE	ISSUED TO
5 ABR. 1960	Argiella NOV -7 1985
153 JAN-22	
10 MAR 1983	

46