

EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE PLANTACIONES DE *Hevea brasiliensis* Muell. Arg., SECTOR EL POZO, SAN FERNANDO DE ATABAPO, ESTADO AMAZONAS, VENEZUELA¹.

Jesús A. Flores R.², Vicente Garay J.³ y Clifford Peña G.⁴

RESUMEN

Se realizó una evaluación nutricional en plantaciones comerciales de caucho natural (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.), utilizando el sistema integrado de diagnóstico y recomendación (DRIS) para lo cual, se procedió a determinar nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) en hojas. La plantación fue dividida en bloques y agrupados estos en bajo y alto rendimiento para estimar las relaciones de variancia y seleccionar las formas de expresión a utilizar en el cálculo del índice DRIS. Se tomaron los bloques 1, 3 y 26 para la elaboración de las normas con las cuales se evaluó el status nutricional de los bloques 2 (alto rendimiento) y 12 (bajo rendimiento) cuyos índices de balance de nutrientes (IBN) fueron 24 y 11 respectivamente. Estos valores son menores al IBN de la población de rendimiento promedio (IBN = 78), lo que permite suponer la existencia de un factor limitante que no ha sido considerado (Ej., microelementos, edad de sangrado).

Palabras Clave: Análisis foliar, Caucho, *Hevea brasiliensis*, DRI.

¹ Trabajo presentado por el primer autor como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Forestal.

² Ingeniero Forestal.

³ Ing. For. M.Sc. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Forestal. Grupo de Genética y Silvicultura

⁴ Ing. Agr. M.Sc. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Grupo de Agroecofisiopatología.

EVALUATION NUTRICIONAL OF PLANTATIONS OF *Hevea brasiliensis* Muell. Arg., SECTOR EL POZO, SAN FERNANDO DE ATABAPO, STATE AMAZON, VENEZUELA^{1/}.

Jesús A. Flores R.², Vicente Garay J.³ y Clifford Peña G.⁴.

SUMMARY

A nutritional evaluation in commercial was made plantations of natural rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.), using the integrated system of diagnosis and recommendation (DRIS), by using For which it was come to make foliages determinations of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), Calcium (Ca) and Magnesium (Mg). Plantation was divided in blocks and they separated block of low and high performance, in order to consider the variance relations and to select the expression forms to use in the calculation of index DRIS. Blocks 1 and 3 and 26 were taken to the elaboration of the norms. Was made nutritional evaluation of the blocks 2 (high performance) and the block 12 (low yield) whose indices of balance of nutrients (IBN) were 24 and 11, respectively. Both values of IBN are smaller that one of yield population average (IBN = 78), which takes to think about existence of a limiting factor that has not been considered (e.g., microelement or bled age of).

Key Words: Foliar analysis, DRIS, *Hevea brasiliensis*, Rubber.

² Ingeniero Forestal.

³ Ing. For. M.Sc. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Forestal. Grupo de Genética y Silvicultura

⁴ Ing. Agr. M.Sc. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Grupo de Agroecofisiopatología.

I. INTRODUCCIÓN

El Proyecto Caucho Natural que desarrolla la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), a través de la Gerencia de Proyectos Forestales (GPF) en el Estado Amazonas, contempla el establecimiento, desarrollo y aprovechamiento de las plantaciones de caucho (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) y el manejo de caucho silvestre, con el fin de obtener caucho seco, crepé y látex fresco para abastecer parte de la demanda de la industria a nivel nacional.

A diferencia de otras especies forestales, el caucho no desaparece al final de su turno comercial (corta y extracción). Su aprovechamiento se realiza con el árbol en pie mediante la extracción del látex (sangrado), con una frecuencia de dos veces por semana durante el periodo de aprovechamiento. El tiempo aproximado de aprovechamiento de la planta es de 30 años.

Con la actividad de sangrado se retira constantemente una cantidad considerable de nutrientes de la planta. Shorrocks (1965) reportó un incremento de la absorción con la edad de la plantación (Cuadro 1) y N, P, K, Ca, Mg y S como los nutrientes mayormente absorbidos. Rincón (1985) demostró que cuanto mayor es la producción, mayor es la cantidad de elementos N, P, K y Mg extraídos del suelo (Cuadro 2). Por lo que se deduce que las cantidades de nutrimentos absorbidos se incrementan tanto con la edad de la planta como con la producción de látex, justificándose de esta manera la reposición de los nutrientes exportados.

Cuadro 1. **ABSORCIÓN DE NUTRIENTES DEL CAUCHO NATURAL (*H. BRASILIENSIS*) EN FUNCIÓN DE LA EDAD, EN UN PERIODO DE DIEZ AÑOS EN MALASIA, SEGÚN SHORROCKS (1965).**

Edad (años)	TOTAL EN LOS ÁRBOLES (KG/HA/AÑO)											
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Mo*
1	11,8	1,4	7,0	4,5	2,1	1,2	0,01	0,01	0,14	0,14	0,02	0,16
2	72,3	7,2	41,6	34,9	14,1	7,5	0,08	0,04	0,50	0,16	0,11	1,24
3	149,6	14,6	57,9	98,8	20,3	14,3	0,14	0,80	1,08	0,35	0,20	2,49
4	351,1	30,0	187,6	168,7	62,8	48,1	0,30	0,25	4,28	0,56	0,57	12,90
5	478,9	42,9	151,1	175,0	81,2	54,4	0,46	0,44	5,39	1,36	0,64	20,04
6	728,0	63,6	311,8	370,3	118,8	77,4	0,51	0,84	14,40	3,03	1,58	29,62
8	558,0	49,4	289,8	414,7	85,0	64,0	0,43	0,36	8,13	1,92	1,13	16,14
10	1.529,2	141,1	510,6	756,5	241,6	139,3	0,91	1,12	8,96	10,94	2,62	40,07

*Expresado en g/ha/año.

Cuadro 2. **ELEMENTOS EXTRAÍDOS DEL SUELO EN UNA PLANTACIÓN DE *H. BRASILIENSIS* EN FASE DE PRODUCCIÓN (RINCÓN, 1985).**

PRODUCCIÓN DE CAUCHO SECO (KG/HA)	ELEMENTOS EXTRAÍDOS DEL SUELO (KG/HA)			
	N	P	K	Mg
1.400	10	2	8	2
2.600	24	7	22	4

A pesar de la magnitud con la cual el caucho extrae nutrientes, en el país no existe información sobre el estado nutricional de las plantaciones ni sobre los criterios que permitan una correcta interpretación del mismo. Esta situación crea la necesidad de implementar un sistema de diagnóstico que permita observar, estudiar y remediar los problemas en el momento que se presentan, tal es una de las ventajas del sistema integrado de diagnóstico y recomendación (DRIS, por sus siglas en inglés).

El éxito del sistema originalmente aplicado por Beaufils en 1957, para el diagnóstico fisiológico de *Hevea*, se debe a que combina los atributos de un sólido basamento conceptual y fisiológico con una elevada eficiencia en términos económicos, de tiempo y una sencillez metodológica que lo hace particularmente accesible a los investigadores y a países con escasez de recursos. Sumner (1986), por su parte, considera que el sistema representa un enfoque holístico sobre la nutrición mineral de los cultivos, constituido por un conjunto de normas, que representan una calibración de la composición del tejido de la planta, la composición del suelo, el ambiente y las prácticas agronómicas en función del rendimiento de un cultivo. Por lo tanto, integra el balance nutricional de la planta y el suelo e incorpora aun más, factores diversos tales como la edad de la planta y el clima en el diagnóstico, permitiendo así hacer recomendaciones confiables sobre el manejo de los cultivos.

En Venezuela, el desarrollo de normas de diagnóstico nutricional tiene antecedentes muy escasos, sólo se ha intentado el desarrollo de normas generales de diagnóstico para el naranjo “Valencia” utilizando el sistema DRIS, realizado por Rodríguez y Rojas (1993); en el plátano hartón, realizado por

Rodríguez (1996); y en el cafeto, realizado por Arizaleta (2000). Sin embargo, internacionalmente, el DRIS se ha utilizado en forma creciente y más aceleradamente que los métodos alternativos (niveles críticos, rangos de suficiencia, etc.) para la generación de normas de diagnóstico; pero fundamentalmente en cultivos hortícolas o frutales. En el campo forestal, Beverly (1991) reportó normas de diagnóstico para las siguientes especies: Caucho (*Hevea brasiliensis*); Eucalipto (*Eucalyptus deglupta*); *Pinus tadea*; pino radiata (*Pinus radiata*) y *Populus* spp.; pino navideño (*Abies fraseri*); teca (*Tectona grandis*).

El enfoque del DRIS se basa en el muestreo generalizado de un cultivo para obtener una muestra representativa, de la cual se obtienen las normas. Donde un gran número de sitios, campos de producción o terrenos experimentales, pueden ser seleccionados al azar en el muestreo; por lo que la técnica produce un gran número de observaciones, las cuales pueden ser consideradas como componentes de un gran experimento de campo, replicado en el tiempo y el espacio (Sumner 1975 y 1986).

La norma calcula el contenido de cada elemento, expresado con base en la materia seca, así como sus relaciones de productos o cocientes entre pares de elementos. En la práctica, las relaciones entre pares de elementos son las más utilizadas. Sin embargo, las ventajas de las expresiones en forma de producto han sido recientemente demostradas (Walworth y Sumner 1987).

Rodríguez (1996) señala que cuando la concentración de los nutrientes disminuye con la edad del tejido, las relaciones como cocientes son las más apropiadas formas de expresión; pero si por el contrario, se incrementa, el producto es la mejor forma de expresión. Esto se explica mejor si se analiza el Ca, el cual al expresarse como porcentaje aumenta con la edad, pero expresado como $1/\text{Ca}$ (su recíproco) éste disminuiría con la edad; de tal manera, podrá estudiarse su relación con otros elementos que decrecen con la edad, como el nitrógeno, quedando la expresión de relación: $N/(1/\text{Ca}) = N \times \text{Ca}$. Eliminandose así el efecto del envejecimiento, sobre la relación entre estos dos elementos.

En este trabajo se incluyeron además de los productos (resultantes de colocar el recíproco en el denominador), las formas como $1/(N \times \text{Ca})$ (resultantes de colocar el recíproco en el numerador). Esto se realizó para discriminar las varianzas de las mismas contra los productos o viceversa (ver niveles de abstracción y tipo de norma a desarrollar). Es decir, que se escoge una de dos posibles normas (N/Ca o su inversa Ca/N). Las que presenten mayor relación

de varianzas (sub-población de alto rendimiento y de bajo rendimiento) son las que se recomiendan seleccionar para conformar las normas DRIS.

Una de las principales ventajas del DRIS es la posibilidad de diagnosticar el estado nutricional, aún con muestras de tejidos de diferentes etapas de crecimiento. En maíz, la posición de la hoja muestreada solamente afectó, en menor grado, el orden de limitación de los nutrientes y además, el nutriente considerado como el más requerido tuvo una gran independencia de la posición de las hojas (Walworth y Sumner, 1987). Otro de los problemas presentes en la interpretación de los análisis de tejidos con propósitos de diagnóstico son los cambios de composición con la edad del tejido muestreado (Sumner 1986). Sin embargo, la utilización de las relaciones entre nutrimentos como normas lo minimiza, ya que éstas tienden a hacerse más constantes con la edad, lo que hace más confiable la interpretación en un amplio rango de edades del cultivo (Walworth y Sumner 1988).

Aunque el objetivo inicial del DRIS fue identificar y señalar los parámetros del problema sin resolverlos, automáticamente, la segunda fase del sistema envuelve la recomendación de una solución al problema analizado (Sumner 1986). Es por ello, que este sistema se utilizó como marco conceptual, teórico y práctico, en el desarrollo de la presente investigación que tiene como objetivo:

Evaluar el estado nutricional de las plantaciones comerciales de caucho natural (*H. brasiliensis*), utilizando el Sistema Integrados de Diagnóstico y Recomendación, en el Sector El Pozo, San Fernando de Atabapo, Estado Amazonas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción General del Área

El área de estudio se localiza en el Sector El Pozo, 10 km al sureste de la población de San Fernando de Atabapo en el Municipio Atabapo del Estado Amazonas. Geográficamente, se localiza a 3°59'08" de latitud norte y 67°38'26" de longitud oeste. De acuerdo con Ewell *et al.* (1965), corresponde a un Bosque Húmedo Tropical (BHT). El relieve en general es plano a ligeramente ondulado; el área no está sujeta a inundaciones, ni a erosión hídrica (CVG 1987).

2.2. Metodología de Campo

El área total está dividida en bloque como se muestra en la figura 1. El muestreo foliar se realizó de manera sistemática y con arranque aleatorio; y se seleccionaron tres parcelas por bloque. Cada parcela consta de dos hileras por cinco árboles (10 árb./parcela), y se seleccionaron los seis árboles centrales de la parcela para la toma de muestras. Los bloques muestreados fueron: 01 (clon IAN 873), 02 (clon IAN 710), 03 (clon FX 3864), 26 y 12 (presentó dos estratos), estos dos últimos de plántulas por semilla. Por cada bloque, se formó una muestra compuesta por condición clon o pie franco.

Se tomaron de dos a tres hojas de sombra maduras, ubicadas en la base del tercio superior de la copa, de la segunda ramificación y en ubicación norte franco de cada árbol, según recomendaciones de Malavolta *et al.*, (1997).

Las muestras fueron tomadas entre las 06:00 h y 10:00 h, con la finalidad de disminuir la variabilidad, ya que existen variaciones en los contenidos nutritivos de las hojas a lo largo del día.

Acondicionamiento de las Muestras: se retiraron los pecíolos y lavaron las láminas con agua corriente, luego secándolas en un ambiente fresco, para finalmente ser llevadas al Laboratorio, donde se realizaron los respectivos análisis.

2.3. Metodología de Laboratorio

Determinación de los contenidos nutricionales en la hoja: Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Suelos, Instituto de Geografía de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la ULA. Las hojas se trituraron en un mortero de porcelana, luego se molieron empleando un molino de material vegetal hasta pasar por un tamiz de 0,3-0,5 mm. Para analizar elementos constituyentes, por los métodos siguientes:

Nitrógeno: Se trabajó con el método micro-kjeldahl (Acevedo, 1994).

Fósforo, Calcio, Magnesio y Potasio: mediante la Digestión Húmeda (nitrato-perclórica). Con determinación colorimétrica para el fósforo (Horwitt 1952) y con espectrofotómetro de absorción atómica para el calcio, magnesio y potasio.

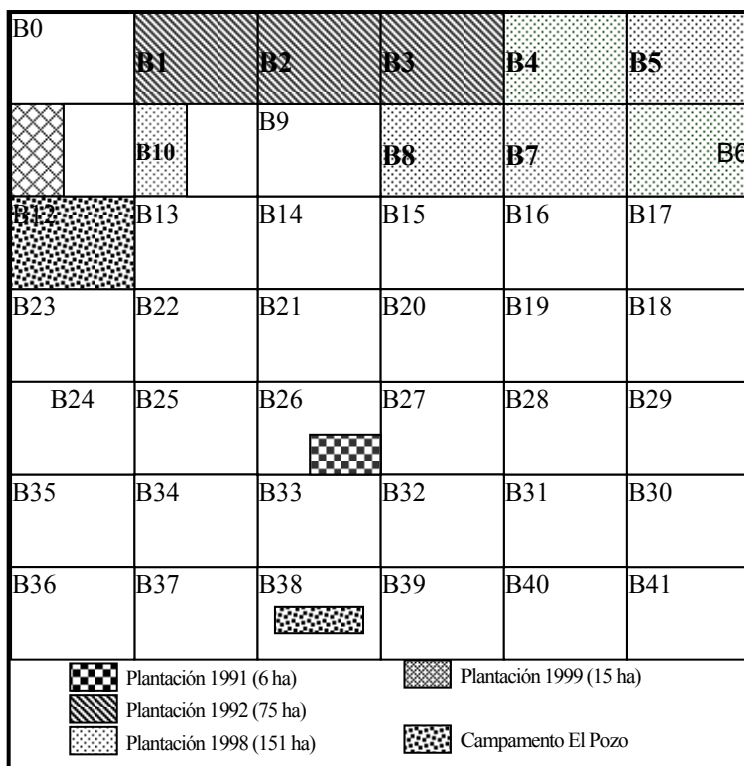


Figura 1. Bloques de plantación de *H. brasiliensis*, Proyecto CVG-Caucho Natural, Sector El Pozo, San Fernando de Atabapo, Estado Amazonas, Venezuela

2.4. Metodología de Oficina

Para la aplicación del Sistema DRIS se seleccionó la especie *H. brasiliensis*, tanto plantaciones a pie franco (por semilla, Bloque 26) como los clones IAN873 (Bloque 1) y FX3864 (Bloque 3), por ser estos los bloques que representan la producción promedio esperada para plantaciones comerciales. Como unidad experimental, se seleccionó la planta de caucho, en las áreas (Bloques) productivas del campamento El Pozo. La producción se estimó con los datos de registro de la producción diaria de los bloques, que realiza la empresa en estas áreas de plantaciones.

2.4.1. Metodología para el Desarrollo de las Normas

El esquema de desarrollo de las normas de diagnóstico manejado fue el propuesto por Beaufile (1973). Este consiste en la determinación de la media de cada forma de expresión en la subpoblación de caucho con los rendimientos promedios, el cual desecha aquellas subpoblaciones extremas, las muy bajas y las muy altas.

Población a utilizar para calcular las normas: Se tomaron tres bloques cuyos valores de rendimiento eran 1.665,81 kg/ha/año; 2.209,58 kg/ha/año y 2.341,22 kg/ha/año, bloques 1, 3 y 26 respectivamente.

En cuanto al tipo de norma, se calcularon las medias para el contenido de los siguientes cinco elementos N, P, K, Ca y Mg sobre la base de la materia seca. Y las relaciones cocientes o productos entre pares de elementos, que mejor discriminen las poblaciones de rendimientos promedios y bajos. Para la discriminación se calcularon las relaciones de variancias entre las plantas más productivas y menos productivas (Sumner 1990), seleccionando aquellas con la mayor relación de varianzas. De tal manera que las normas presentadas como cocientes y como productos quedan agrupados de esta forma:

1. Nutrientes que disminuyen con la edad: Nitrógeno, Fósforo y Potasio, calculando las relaciones entre ellos en forma de cocientes; N/P; N/K; P/K; P/N; K/N; K/P.

2. Nutrientes que se acumulan con la edad: Calcio y Magnesio, calculando las relaciones entre ellos en forma de cocientes; Ca/Mg; Mg/Ca.

3. Combinación entre Grupos: Para todas las combinaciones entre estos dos grupos de nutrimentos, las normas se expresan como cocientes entre el recíproco del denominador, lo cual permite analizarlos en forma de productos. Así quedaría, por ejemplo: $N / 1/Ca = N \times Ca$.

También se utilizaron las normas expresadas como cocientes entre el recíproco del numerador, de la siguiente manera: $Ca / N = 1/Ca / N = 1/ N \times Ca$

2.4.2. Banco de Datos en el Sistema DRIS

En este trabajo se usó un banco de datos pequeño, conformado por 14 análisis de tejidos. Este procesamiento se sustenta en los resultados obtenidos por Letsch y Sumner (1984), quienes demostraron la validez de este procedimiento como vía alterna de desarrollar normas representativas, confiables y a muy bajo costos. Además, al respecto, Walworth y Sumner (1988) demostraron que las normas de diagnóstico pueden ser desarrolladas, aún de una población reducida de individuos o de un número reducido de plantas o unidades experimentales, si estas están realmente en los topes del rendimiento de ese cultivo.

Cálculo de los Índices de Nutrimentos e Índice de Balance Nutricional: De acuerdo con Beaufils (1973), el índice de nutrimentos DRIS para un elemento cualquiera es el promedio de las funciones de las relaciones (A/N) en que entre ese elemento, bien sea que esté en el numerador, en cuyo caso el signo de la función se conserva tal cual se calculó, o bien que esté en el denominador y en este caso el signo es contrario. Según lo anterior, para Z número de funciones en que entran los elementos desde la A hasta la N, los índices DRIS serán: Índice DRIS de A (IA):

$$IA = \frac{f_{A/B} + f_{A/C} + \Lambda \Lambda - f_{X/A}}{Z}$$

Índice DRIS de N (IN): $IN = \frac{-f_{A/N} - f_{B/N} + f_{N/C} + \Lambda \Lambda + f_{N/M}}{Z}$

Las fórmulas usadas para calcular los valores de las funciones dependen del valor de la media:

Si la relación $(A/N) >$ la media $\bar{X}_{A/N}$ entonces: $f_{A/N} = 100 \left(\frac{A/N}{\bar{X}_{A/N}} - 1 \right) \frac{10}{CV \%_{A/N}}$

Si la relación $(A/N) <$ la media $\bar{X}_{A/N}$ entonces: $f_{A/N} = 100 \left(1 - \frac{X_{A/N}}{A/N} \right) \frac{10}{CV \%_{A/N}}$

La contribución de cada función, en el cálculo de los índices, depende del coeficiente de variación de la norma, así una función que contenga un CV% alto, contribuirá menos con el índice de nutrimentos que una que contenga bajo CV% (Walworth y Sumner 1987).

Una vez calculados los índices para cada elemento, se calcula el estado general de balance (o desbalance) de las plantas bajo diagnóstico. Para lograr esto, se calcula el índice de balance de los nutrimentos (IBN); en inglés se denota NIB. Este IBN se determina realizando la sumatoria del valor absoluto de todos los índices de diagnóstico calculados.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis Realizados

En el Cuadro 3 se muestran los resultados del análisis realizado, observándose que la mayor cantidad de N se encontró en el Bloque 26 (Semillas); y el valor más bajo lo presentó el Bloque 3 (FX3864) con 3,64% y 2,10% de materia seca, respectivamente. Para el caso del Bloque 12 (Semilla E2), se aprecia una cantidad de P muy baja (0,07% de materia seca), resaltando el Bloque 3 con el mayor valor (0,53%). El K se presentó más o menos uniforme en todos los bloques evaluados con un rango de 0,35 a 0,51% de materia seca. Para el Ca, se mantiene el Bloque 3 con el mayor valor (0,769%), quedando el Bloque 26 con la menor cantidad (0,118%). Para el Mg, se observa una alta variación, con un rango que de 0,21% (Bloque 12 E2) a 1,04% (Bloque 3).

Cuadro 3. ANÁLISIS FOLIAR DE CLONES EN PLANTACIONES DE CAUCHO NATURAL (*H. BRASILIENSIS*) DEL SECTOR EL POZO, EN SAN FERNANDO DE ATABAPO, ESTADO AMAZONAS, VENEZUELA.

Bloque	Clon/Año	NUTRIENTES (% de Materia Seca)				
		N	P	K	Ca	Mg
1	IAN873/92	3,33	0,35	0,35	0,546	0,73
2	IAN710/92	2,91	0,25	0,35	0,239	0,52
3	FX3864/92	2,10	0,53	0,41	0,769	1,04
12 Estrato 1	Semilla/91	2,63	0,29	0,51	0,228	0,94
12 Estrato 2	Semilla/91	3,12	0,07	0,42	0,192	0,21
26	Semilla/90	3,64	0,20	0,47	0,118	0,99

3.2. Evaluación Nutricional de las Plantaciones de Caucho (Normas DRIS).

En el Cuadro 4, donde se muestran 20 relaciones binarias de cocientes entre los elementos N, P, K, Ca y Mg, quedando seleccionados diez cocientes: N/P, N/K, NxCa, NxMg, P/K, PxMg, KxCa, KxMg, $1/P_{xCa}$ y Mg/Ca.

Cada uno de estos cocientes representa el estado de balance nutricional en el cultivo de caucho, puesto que la presencia en un momento dado de una determinada concentración de cualquiera de los elementos va a estar condicionada por varios factores, entre ellos, la relación entre los elementos presentes en el tejido vegetal. Por ese motivo, la velocidad de absorción de determinado elemento puede ser aumentada, disminuida o no ser influenciada por la presencia de otro elemento (Malavolta *et al.* 1997).

Cuadro 4. RELACIONES DE VARIANZA DE LAS SUBPOBLACIONES DE MENOR Y MAYOR RENDIMIENTO, PARA LA SELECCIÓN DEL TIPO DE NORMA DRIS PARA EL CAUCHO EN VENEZUELA.

F.E. ^{1/}	Bajo Rendimiento (A)					Alto Rendimiento (B)					R.V. ^{2/} (S ² A/S ² B)	
	n	Media	DE ^{3/}	CV% ^{4/}	S ² A	n	Media	DE	CV%	S ² B		
N/P	3	22,60	19,196	84,93	368,477	11	28,63	25,889	90,44	670,221	0,5498	**
N/K	3	6,15	1,163	18,91	1,352	11	6,67	1,713	25,70	2,935	0,4607	**
NxCa	3	0,86	0,459	53,15	0,211	11	1,07	0,773	72,43	0,597	0,3532	**
NxMg	3	1,30	1,014	77,85	1,029	11	1,04	1,178	113,80	1,389	0,7410	**
P/K	3	0,38	0,203	52,93	0,041	11	0,49	0,408	82,75	0,167	0,2464	**
PxCa	3	0,06	0,043	72,32	0,002	11	0,10	0,127	121,47	0,016	0,1151	ns
PxMg	3	0,11	0,139	121,48	0,019	11	0,11	0,170	155,06	0,029	0,6692	**
KxCa	3	0,15	0,083	56,95	0,007	11	0,16	0,103	64,58	0,011	0,6404	**
KxMg	3	0,23	0,214	91,59	0,046	11	0,15	0,163	112,19	0,027	1,7161	**
Ca/Mg	3	0,98	0,772	78,94	0,595	11	2,45	2,206	90,19	4,865	0,1223	ns
P/N	3	0,07	0,044	64,91	0,002	11	0,08	0,072	95,81	0,005	0,3761	ns
K/N	3	0,17	0,030	17,96	0,001	11	0,16	0,045	28,29	0,002	0,4337	ns
1/NxCa	3	1,35	0,550	40,69	0,303	11	1,58	1,237	78,15	1,531	0,1978	ns
1/NxMg	3	1,07	0,589	55,09	0,347	11	3,69	4,624	125,30	21,379	0,0162	ns
K/P	3	3,39	2,283	67,30	5,210	11	5,20	6,334	121,76	40,116	0,1299	ns
1/PxCa	3	33,45	36,229	108,31	1312,520	11	58,67	69,143	117,86	4780,777	0,2745	**
1/PxMg	3	29,94	33,769	112,80	1140,321	11	165,00	265,487	160,91	70483,371	0,0162	ns
1/KxCa	3	8,42	4,164	49,45	17,339	11	10,29	8,835	85,84	78,052	0,2222	ns
1/KxMg	3	6,97	4,648	66,65	21,605	11	19,82	19,489	98,32	379,800	0,0569	ns
Mg/Ca	3	1,92	1,898	98,98	3,603	11	1,37	2,381	174,05	5,668	0,6357	**

^{1/}: Forma de Expresión; ^{2/}: Relación de varianzas; ^{3/}: Desviación Estándar; ^{4/}: Coeficiente de Variación

** Mayor relación de Variancias.

3.3. Normas Desarrolladas para la Evaluación Nutricional del Caucho Natural (*H. brasiliensis*) en Venezuela

En el Cuadro 5 se presentan las normas expresadas con relación a la materia seca. Las normas generadas se corresponden con las medias de la subpoblación de rendimientos promedios, de acuerdo con los criterios de Beaufile (1973).

Cuadro 5. **NORMAS UTILIZADAS PARA EL DIAGNOSTICO NUTRICIONAL DEL CAUCHO EN VENEZUELA, EXPRESADAS CON BASE A LA MATERIA SECA.^{1/}**

FORMA DE EXPRESIÓN	NORMA	DE	CV(%)	VARIANZA	RANGO DE BALANCE	
					Ls	Li
N	3,06	0,6606	21,58	0,4364	3,72	2,40
P	0,22	0,1792	81,81	0,0321	0,40	0,04
K	0,47	0,1153	24,34	0,0133	0,59	0,36
Ca	0,37	0,2855	76,73	0,0815	0,66	0,09
Mg	0,35	0,3876	112,24	0,1503	0,73	-0,04

^{1/}Normas generadas de plantas con rendimiento promedio de 2070 kg/ha/año

En los Cuadros 6 y 7 se presentan las normas expresadas en formas de productos y cocientes entre pares de elementos, producto de todas las combinaciones entre ellos. Las normas se presentan con sus respectivas desviaciones estándar (DE) y coeficientes de variación (CV%). La variación de los nutrimentos que ocurre en la muestra de las hojas de sombra del tercio superior de la copa del árbol de caucho está representada por el coeficiente de variación de cada nutrimento. Utilizar más o menos una vez la desviación estándar (\pm DE), permite determinar el rango por encima (Ls) y por debajo (Li) de la norma, en el cual se considera que el nutrimento o la norma está en un balance de adecuado contenido.

De manera que con el desarrollo de los cuadros de normas DRIS, para el cultivo del caucho en Venezuela, se proporcionan más elementos de juicio para una interpretación adecuada del estado nutricional, sobre la base del análisis foliar, pues el dinamismo existente entre los distintos elementos nutritivos, sus antagonismos y sinergismos hacen que la concentración foliar de un elemento cualquiera no sea independiente de los demás, para el normal desarrollo de sus funciones.

Cuadro 6. **NORMAS UTILIZADAS PARA EL DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DEL CAUCHO EN VENEZUELA, EXPRESADAS EN FORMA DE COCIENTES ENTRE PARES DE ELEMENTOS.^{1/}**

FORMA DE EXPRESIÓN	NORMA	DE	CV%	VARIANZA	RANGO DE BALANCE	
					LS	LI
N/P	28,63	25,8886	90,44	670,2205	54,52	2,74
N/K	6,67	1,7132	25,70	2,9350	8,38	4,95
P/K	0,49	0,4084	82,75	0,1668	0,90	0,09
Mg/Ca	1,37	2,3808	174,05	5,6682	3,75	-1,01

^{1/}Normas generadas de plantas con rendimiento promedio de 2070 kg/ha/año

Cuadro 7. **NORMAS UTILIZADAS PARA EL DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DEL CAUCHO EN VENEZUELA, EXPRESADAS EN FORMA DE PRODUCTOS ENTRE PARES DE ELEMENTOS.^{1/}**

FORMA DE EXPRESIÓN	NORMA	DE	CV%	VARIANZA	RANGO DE BALANCE	
					LS	LI
NxCa	1,07	0,7726	72,43	0,5969	1,84	0,29
NxMg	1,04	1,1784	113,80	1,3887	2,21	-0,14
PxMg	0,11	0,1695	155,06	0,0287	0,28	-0,06
KxCa	0,16	0,1032	64,58	0,0106	0,26	0,06
KxMg	0,15	0,1634	112,19	0,0267	0,31	-0,02
1/(PxCa)	58,67	69,1432	117,86	4780,7772	127,81	-10,48

^{1/}Normas generadas de plantas con rendimiento promedio de 2070 kg/ha/año

Los CV% para las normas no envuelven problemas de interpretación puesto que, en esta situación, dichos valores representan la variación real existente en los contenidos de los nutrimentos en las poblaciones de caucho de rendimientos promedios. Señalan Walworth y Sumner (1987) que los amplios niveles de CV% reflejan los rangos reales permisibles en los valores de los contenidos de los nutrimentos en la población de altos rendimientos, aplicables a la población de rendimientos promedios de Beaufils (1973). La variación existente en los contenidos de los elementos ha sido detectada por varios

autores (Beverly y Worley, 1992; Caldwell et al., 1994; Rodríguez y Rodríguez, 1997).

3.4. Cálculo de los Índices de Nutrimientos o Índices DRIS

El Cuadro 8 presenta los resultados de todas las funciones con las relaciones utilizadas para este trabajo, las cuales son necesarias para el cálculo de los índices de nutrimentos; las mismas se trabajaron en una hoja de calculo del programa Excel®.

Cuadro 8. VALORES DE LAS FUNCIONES ($f_{N/A}$) ENCONTRADAS PARA LAS DISTINTAS RELACIONES BINARIAS DE COCIENTES Y PRODUCTOS, NECESARIAS PARA CALCULAR LOS ÍNDICES DE NUTRIMENTOS PARA EL CAUCHO EN VENEZUELA.

F.E. ^{1/}	BLOQUE 01				BLOQUE 03				BLOQUE 26			
N/P	-22,21	24,09	-4,02	-7,36	-68,83	6,88	-35,41	-14,45	-6,33	5,84	6,18	
N/K	16,63	-23,79	-4,32	10,10	-11,72	-20,94	-4,91	4,16	6,30	6,49	1,95	
P/K	12,40	-119,14	-8,79	-0,13	19,57	-51,82	9,19	2,47	-1,93	-21,47	-25,94	
Mg/Ca	-0,13	-26,67	-14,34	12,36	-0,07	-56,30	-21,76	-14,56	29,49	-7,35	0,56	
NxCa	9,73	-10,71	-11,60	10,96	7,10	-16,40	-0,76	19,06	-20,48	-14,24	-54,94	
NxMg	11,84	-53,71	-31,33	-2,17	9,75	-138,57	-22,72	-0,47	21,79	-20,10	-19,53	
PxMg	8,62	-434,27	-58,84	-8,15	26,06	-523,74	-10,18	-2,45	5,23	-91,49	-91,49	
KxCa	3,04	-1,55	-10,12	6,61	15,08	-6,50	1,07	17,87	-29,11	-21,16	-65,34	
KxMg	6,73	-27,96	-25,42	-4,21	17,19	-82,17	-17,68	-0,83	19,57	-23,13	-19,36	
1/(PxCa)	-86,64	13,43	-5,25	46,92	-194,39	5,29	-65,38	-93,36	-3,26	3,57	21,65	

^{1/}: Forma de Expresión

Como se puede observar en los Cuadros 9 y 10, los valores de los índices no tienen unidad de medida. Los valores relativos de estos índices representan la abundancia relativa de los nutrimentos en los tejidos de la planta de caucho.

Cuadro 9. **ÍNDICES DE NUTRIMENTOS E ÍNDICE DE BALANCE NUTRICIONAL (IBN) PARA CADA UNA DE LAS MUESTRAS FOLIARES EN LAS PLANTACIONES DE CAUCHO NATURAL (*H. BRASILIENSIS*) EN VENEZUELA.**

ÍNDICES	BLOQUE 01				BLOQUE 03				BLOQUE 26		
	IN	4	-16	-13	3	-16	-42	-16	2	0	-6
IP	32	-148	-15	11	77	-147	25	27	3	-31	-36
IK	-5	28	-6	-2	6	-4	-5	3	-3	-7	-15
ICa	-25	13	8	-13	-54	21	-11	-29	4	12	35
IMg	-7	122	25	1	-13	172	7	-3	-4	32	33
ÍNDICES DE BALANCE NUTRICIONAL											
IBN	73	328	66	30	167	386	64	63	6	87	136

Cuadro 10. **ÍNDICES DE NUTRIMENTOS E ÍNDICE DE BALANCE NUTRICIONAL (IBN) PARA LAS PLANTACIONES DE CAUCHO NATURAL (*H. BRASILIENSIS*) EN VENEZUELA.**

INDICES	BLOQUES		
	01	03	26
IN	-5	-18	-7
IP	-30	-4	-21
IK	4	0	-9
ICa	-4	-18	17
IMg	35	41	20
ÍNDICES DE BALANCE NUTRICIONAL			
IBN	79	82	74

Los índices DRIS están balanceados alrededor de cero; y por lo tanto, resultan valores positivos y negativos, los cuales muestran el nivel relativo de balance dentro de la planta en que se encuentran los diferentes nutrientes considerados (N, P, K, Ca y Mg), por lo tanto al sumarlos algebraicamente siempre resultan cero.

En el Cuadro 9 se observa que existe una variabilidad inter- e intra- bloques, tanto para los índices DRIS como para los IBN, posiblemente debido a la variación real de las concentraciones foliares en las plantaciones de caucho para esta población. En el Cuadro 10, se presentan los valores para una muestra foliar promedio, observando que disminuye la variación y que el IBN promedio es 78,33 con una DE 4,042. Es decir, se espera que plantaciones con rendimientos promedios presenten índices IBN de $78,33 \pm 1$ DE.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de los índices DRIS fueron las siguientes (derivadas de las generales):

$$\text{Nitrógeno: IN} = (f_{N/P} + f_{N/K} + f_{N \times Ca} + f_{N \times Mg}) / 4$$

$$\text{Fósforo: IP} = (-f_{N/P} + f_{P/K} - f_{1/P \times Ca} + f_{P \times Mg}) / 4$$

$$\text{Potasio: IK} = (-f_{N/K} - f_{P/K} + f_{K \times Ca} + f_{K \times Mg}) / 4$$

$$\text{Calcio: ICa} = (-f_{Mg/Ca} - f_{N \times Ca} + f_{1/P \times Ca} - f_{K \times Ca}) / 4$$

$$\text{Magnesio: IMg} = (f_{Mg/Ca} - f_{N \times Mg} - f_{P \times Mg} - f_{K \times Mg}) / 4$$

Con respecto a los valores de los índices DRIS, Kelling y Schulte (1986) indican que valores de ± 15 sugieren un buen balance nutricional en la planta (todas las especies), pero en la planta de caucho esto no es tan necesario para obtener rendimientos promedios, ya que se demostró que las plantaciones de la especie *H. brasiliensis* con rendimientos promedios arrojan índices DRIS entre -30 y +41 (Cuadro 10).

Al ordenarse los índices desde el más negativo al más positivo, se muestra el nivel relativo de balance en la planta (Cuadro 11), el nutrimento más negativo será el más limitante, caso contrario para el más positivo, que corresponde al elemento con la menor necesidad relativa. El DRIS identifica el orden de limitación de los nutrimentos, aún cuando todos estén presentes en concentraciones suficientes. Contrariamente, un alto índice positivo indica que el nutrimento respectivo está presente en cantidades relativamente excesivas.

En el Cuadro 11, se puede percibir que existe un intercambio en el orden de limitación de los nutrientes, a nivel de bloques y dentro de ellos. Lo que representa la variación real de los nutrimentos en una plantación de *H. brasiliensis* con rendimientos medios. Si se observa con detalle, se aprecia que

los elementos más limitantes de manera relativa para las plantaciones de caucho, casi siempre son N y P, y los menos limitantes o de menor necesidad Ca y Mg. Esto indica que se debe considerar estas necesidades nutricionales a la hora de las recomendaciones para la fertilización.

Cuadro 11. **BALANCE NUTRICIONAL DE LAS PLANTACIONES DE CAUCHO. AGRUPACIÓN RELATIVA DE ELEMENTOS DEL MÁS AL MENOS LIMITANTE SEGÚN EL VALOR (+ Ó -) DE LOS ÍNDICES DRIS.**

BLOQUES	BALANCE NUTRICIONAL*
01	P < N < Ca < K < Mg
03	N < Ca < P < K < Mg
26	P < K < N < Ca < Mg

*De izquierda a derecha: el más limitante hasta el menos limitante

3.5. Utilización de las Normas DRIS Calculadas para *Hevea brasiliensis*

Una vez calculadas la normas para el caucho en Venezuela, se compararon con los valores de los bloques de bajo rendimiento (Bloque 12) y muy alto rendimiento (Bloque 02) respectivamente, los cuales no formaron parte en la realización de estas normas DRIS; por poseer éstos, rendimientos extremos. Esto se hizo con la finalidad de observar diferencias en dichos valores, esperándose que los valores del Bloque 12 estuviesen por debajo de la norma y los del Bloque 02 por encima de esta.

En el Cuadro 12, se presenta la norma encontrada en este trabajo y las relaciones calculadas para los Bloques 12 y 02, también las columnas de comparación, en la cual se puede observar que para el Bloque 12, el 76% de los valores estuvieron por debajo de la norma; y 24%, por encima de la misma. Para el Bloque 02 se presenta una situación similar, donde el 72% de los valores están por debajo de la norma y 28% por encima. Entonces, en el caso del Bloque 12, de bajo rendimiento los valores, se corresponden como se

esperaba. Pero en el caso del bloque de muy alto rendimiento, no sucedió que los valores estuviesen por encima de la norma; esto significa que existen otros factores que están afectando el rendimiento de las plantaciones de caucho, aparte de los niveles nutricionales en la planta. Pudiéndose nombrar, por ejemplo, la calidad de látex, es decir, quizás el Bloque 02 rinde mucho más que otros bloques, pero la calidad del látex es inferior, por lo que se supone requiere de menor cantidad de nutrimentos. Otro ejemplo puede ser el tiempo que tiene el bloque sangrándose, donde se supone que las plantas de caucho o plantaciones están adaptadas a este procedimiento, y por ende, rinden más y no necesariamente son las que poseen las mejores concentraciones de nutrientes.

Cuadro 12. COMPARACIÓN DE LAS NORMAS DRIS PARA *H. BRASILIENSIS* CON LAS CALCULADAS PARA LOS BLOQUES 12 Y 02, DE BAJO Y MUY ALTO RENDIMIENTO, EN EL SECTOR EL POZO, ESTADO AMAZONAS, VENEZUELA.

FORMA DE EXPRESIÓN	NORMA	DESV. ESTÁNDAR	RANGO DE BALANCE		BLOQUES		COMP.	
			Ls	Li	12	02	12	02
N	3,06	0,66	3,72	2,40	3,05	2,68	<	<
P	0,22	0,18	0,40	0,04	0,20	0,20	<	<
K	0,47	0,12	0,59	0,36	0,50	0,57	>	>
Ca	0,37	0,29	0,66	0,09	0,28	0,28	<	<
Mg	0,35	0,39	0,73	-0,04	0,46	0,08	>	<
N/P	28,63	25,89	54,52	2,74	22,60	18,98	<	<
N/K	6,67	1,71	8,38	4,95	6,15	4,69	<	<
NxCa	1,07	0,77	1,84	0,29	0,86	0,75	<	<
NxMg	1,04	1,18	2,21	-0,14	1,30	0,21	>	<
P/K	0,49	0,41	0,90	0,09	0,38	0,34	<	<
1/PxCa	58,67	69,14	127,81	-10,48	33,45	26,33	<	<
PxMg	0,11	0,17	0,28	-0,06	0,11	0,01	=	<
KxCa	0,16	0,10	0,26	0,06	0,14	0,16	<	=
KxMg	0,15	0,16	0,31	-0,02	0,23	0,05	>	<
Mg/Ca	1,37	2,38	3,75	-1,01	1,92	0,29	<	>

Comp. = Comparación de los valores (si es > mayor, < menor ó = igual) de los bloques 12 y 02 con la norma respectiva.

Debido a que la comparación uno a uno de los contenidos de los elementos contra las normas no permite definir las relaciones de balance entre los diferentes elementos (Rodríguez *et al.* 1999), también se calcularon los índices para estas plantaciones de caucho natural, que no formaron parte en la realización de las normas DRIS. Dichos valores se presentan en el Cuadro 13, para cada una de las muestras foliares y para la muestra foliar promedio. En este, se puede observar que los valores de los índices encontrados para ambos bloques son 24, para el Bloque 02 y 11 para el bloque 12. El valor 24 es menor que el valor 78 que se obtuvo para la población utilizada para establecer las normas, lo que se corresponde con lo encontrado por Walworth y Sumner (1988); Malavolta *et al.*, (1997); Rodríguez *et al.*, (1999), con relación a que valores bajos de IBN se corresponden con rendimientos altos, sin embargo, el valor 11 para el bloque 12 (bajo rendimiento) contradice, lo encontrado con los autores antes mencionados en relación con el hecho de que valores altos de IBN se corresponden a bajo rendimientos; esta situación se puede deber a que existe algún elemento no considerado en el análisis que es el limitante bajo estas condiciones u existe otro factor no nutricional que está afectando (edad del sangrado).

Cuadro 13. ÍNDICES DE NUTRIMENTOS E ÍNDICE DE BALANCE NUTRICIONAL (IBN), PARA LAS PLANTACIONES DE CAUCHO (*H. BRASILIENSIS*) CON RENDIMIENTOS BAJOS Y MUY ALTOS, EN VENEZUELA.

ÍNDICES	BLOQUE 12				BLOQUE 02			
	MUESTRAS		MEDIA		MUESTRAS		MEDIA	
IN	-6	0	-2	-2	-18	-9	8	-6
IP	12	-26	5	-3	6	0	-8	-1
IK	2	-5	1	-1	-25	-1	11	-5
Ica	-3	10	-5	1	15	9	-5	6
Img	-6	20	0	5	22	1	-6	6
ÍNDICES DE BALANCE NUTRICIONAL								
IBN	29	61	13	11	86	19	37	24

Es decir, que el Bloque 12 cuyos índices son -2, -3, -1, -5 y 0 para N, P, K, Ca y Mg, respectivamente, presenta un buen balance nutricional, sin embargo, no presenta un buen o alto rendimiento en cuanto a kg/ha/año de caucho se refiere. Sin embargo, puede ser que los rendimientos aportados por la empresa para este bloque se encuentren afectados, ya que una parte de este bloque se inunda en época de lluvias (31 líneas de plantación) y es difícil la recolección del látex en esos meses. Además, sin descartar los factores antes mencionados como calidad de látex, antigüedad en el procedimiento de sangrado, entre otros, que también pueden estar jugando un papel en estos rendimientos.

El Bloque 02, por su parte, muestra los índices -6, -1, -5, 6 y 6 para N, P, K, Ca y Mg, respectivamente, donde se observa que inclusive presenta mayor desbalance nutritivo que el Bloque 12 de bajo rendimiento, lo que se demuestra con los Índices de Balance Nutricional (IBN) respectivos, cuyos valores son 11 para el Bloque 12 y 24 para el Bloque 02. Sin embargo, ambos valores de IBN se pueden considerar bajos (adecuados) para efectos de análisis comparados con otros valores, como por ejemplo, 86 ó 61 que presenta la muestra foliar dos de ambos bloques.

Debido a que los índices DRIS están balanceados alrededor de cero y resultan valores positivos o negativos, los cuales muestran el nivel relativo de balance dentro de la planta en que se encuentran los diferentes nutrientes considerados, se presenta el Cuadro 14, el cual presenta a los elementos agrupados relativamente desde el más limitante hasta el de menor necesidad, según el valor (\pm) de los índices DRIS. En ambos Bloques 12 y 02 se observa que existen variaciones importantes en el orden de limitación de los nutrientes, lo que puede atribuirse a los pocos análisis foliares realizados que hacen las desviaciones más amplias. Por lo que se debe aumentar el número de análisis de las hojas para estudios posteriores o en su defecto para nutrir la base de datos generada en este trabajo.

Cuadro 14. Balance Nutricional u orden de limitación de los nutrientes en las plantaciones de caucho, Sector El Pozo, San Fernando de Atabapo, Estado Amazonas.

Bloques	Balance Nutricional*
12	P < N < K < Ca < Mg
02	N < K < P < Ca = Mg

*Izquierda a derecha: el más limitante hasta el menos limitante

El nutrimento que resultó más negativo para el Bloque 12 fue P, el más limitante relativamente, aunque como se observó, los índices no se alejan demasiado de cero, mostrando el P un índice IP = -3. Por el otro lado, el más positivo fue Mg (IMg = 5) que corresponde al elemento con la menor necesidad relativa. Es decir, el DRIS identifica el orden de limitación de los nutrimentos, aun cuando todos estén presentes en concentraciones suficientes. Al respecto, Kelling y Schulte (1986) señalan que índices DRIS entre -15 y +15 indican un buen balance nutricional en la planta.

En el Bloque 02, el nutrimento más limitante relativamente fue N, y el menos limitante relativamente Mg, aunque los respectivos índices (IN = -6 y IMg = 6), muestran que no hay desbalance nutricional marcado, según los criterios de Kelling y Schulte (1986).

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS) es un método de fácil aplicación que puede ser muy útil para el Diagnóstico del Status Nutricional de plantaciones como el caucho.

Las normas generadas no permiten obtener diferencias entre las poblaciones de alto y bajo rendimiento, lo que permite suponer la existencia de un factor limitante que no ha sido considerado en la elaboración de las normas. Por lo que se recomienda incorporar al análisis dris en Caucho para Venezuela otros factores como el tiempo de sangrado, aguachinamiento, micronutrimentos, etc., con el fin de mejorar la apreciación del método.

Se recomienda realizar ensayos de fertilización con diferentes niveles de nitrógeno, fósforo, potasio ya que son los elementos que presentan mayores desbalances de acuerdo al Índice de Balance de Nutrientes para seguir incorporando información para la generación de las normas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acevedo, D. 1994. **Metodologías para la Determinación del Nitrógeno en Materiales Ecológicos.** Taller Seminario, Centro de Investigaciones Ecológicas de Los Andes Tropicales. Postgrado de Ecología Tropical, Universidad de Los Andes, Mérida.
2. Arizaleta, M. 2000. **Normas Preliminares de Diagnóstico Foliar (DRIS) para el Cultivo del Cafeto (Coffea arabica L.) en Venezuela.** Universidad Lisandro Alvarado. Decanato de Agronomía. (Tesis Optar al Grado de Magister Scientiarum). 55 p.
3. Beaufils, E. 1957. **Research for Rational Exploitation of Hevea brasiliensis Using a Physiological Diagnosis Based on Mineral Analysis of Various Parts of the Plant.** Fertilite. 3:27.
4. Beaufils, E. 1973. **Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS).** A General Scheme for Experimentation and Calibration Based on Principles Developed from Research in Plant Nutrition. Soil Science. Bull 1. Univ. Natal. Sur Africa. 132 p.
5. Beverly R. B. (1991). **A Practical Guide to the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS).** Micro-Macro Publishing. 87 p.
6. Caldwell J., M. Sumner y S. Vavrina. 1994. **Development and Testing of Preliminary Foliar DRIS Norms for Onions.** HortSci. 29: 1501-1504.
7. CVG. 1987. **Estudio Detallado de Suelos, Sector El Pozo, Proyecto Caucho Natural. San Fernando de Atabapo. T.F. Amazonas.** Corporación Venezolana de Guayana. 10p.
8. Ewell, J., A. Madríz y J. Tossi. 1969. **Zonas de Vida de Venezuela. Memoria Descriptiva del Mapa Ecológico.** Ministerio de Agricultura y Cría, Caracas, Venezuela.
9. Horwitt, B. 1952. **Determination of Inorganic Serum Phosphate by Means of Stannous Chloride.** J. Biol. Chem. 199:537-541.

10. Kelling K. y E. Schulte. 1986. **Review DRIS as a Part of Routine Plant Analysis Program.** Fertilization Issues. 3: 107-112.
11. Kim, Y. y R. Leech. 1986. **The Potencial use of DRIS in Fertilizing Hybrid Poplar.** Commun. Soil Sci. Plant Anal. 17(4):429-438.
12. Letsch W. y M. Sumner. 1984. **Effect of Population Size and Yield Level on Selection of Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) Norms.** Commun. Soil Sci. Plant. Anal. 15: 997-1006.
13. Malavolta E., G. Vitti y S. Oliveira. 1997. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas. Pricípios e Aplicacoes. 2. Ed. Piracicaba: POTAFOS, Brasil.**
14. Munson R. y W. Nelson. 1990. **Principles and Practices Inplant Análisis. 3º Ed. SSSA Book Series 3.** Soil Science Society of America INC, EUA.
15. Rincón, S. 1985. **Informe del Programa de Capacitación sobre la Agronomía del Hevea y la Tecnología del Caucho en Costa de Marfil.** INCORA. Instituto Colombiano para la Reforma Agraria. Bogotá, Colombia. 173 p.
16. Rincón, S. 1996. **Manual para el Cultivo de Caucho.** Cordicafé. Corporación para la Diversificación del Ingreso Cafetero, Santa Fé de Bogotá, Colombia. 175 p.
17. Rodríguez, O. y E. Rojas. 1993. **Normas Preliminares de Diagnóstico Foliar (DRIS) para el Naranja "Valencia" (Citrus sinencis L. Osbesk) en Venezuela.** Universidad Lisandro Alvarado. Decanato de Agronomía. (Trabajo de Ascenso para la Categoría de Profesor Titular) 55 p.
18. Rodríguez, V. 1996. **Normas Foliare DRIS para el Diagnóstico Nutricional del Plátano Hartón (Musa sp. AAB Sub. Grupo Plátano CV Hartón).** Universidad Lisandro Alvarado. Decanato de Agronomía. (Trabajo de Grado para Optar al Grado de Magíster Scientiarum). 88 p.
19. Rodríguez, V. y O. Rodríguez. 1997. **Normas Foliare DRIS para el Diagnóstico Nutricional del Plátano (Musa sp. AAB Subgrupo Plátano CV. Hartón).** Rev. Fac. Agro. LUZ. 14:285-296.

20. Rodríguez, V., D. Bautista, O. Rodríguez y L. Díaz. 1999. **Relación entre el Balance Nutricional y la Biometría del Plátano (Musa AAB subgrupo plátano cv. Hartón) y su Efecto sobre el Rendimiento.** Rev. Fac. Agro. LUZ. 16:425-432.
21. Shorrocks, V. 1965. **Mineral Nutrition, Growth and Nutrient Cycle of Hevea brasiliensis.** Growth and Nutrient Content. Journal of Rubber Research Institute of Malaya, Kuala Lumpur, V. 19: 32-47.
22. Sumner, M. 1975. **An Evaluation of Beauflis Physiological Diagnosis Technique for Determining the Nutrient Requirement of Crops.** Soil Science. Bulletin N° 5. University of Natal, Sur Africa.
23. Sumner, M. 1986. **Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) as a Guide to Orchard Fertilization.** Food and Fertilizer Technology Center. Boletín N° 231, Taiwan.
24. Sumner, M. 1990. **Advances in the Use and Application in Plant Analysis.** Commun. in Soil. Sci. Plant. Anal. 21 (13-16): 1409-1430.
25. Walworth J. y M. Sumner. 1987. The **Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS).** Adv. Soil. Sci. 6:149-188.
26. Walworth J. y M. Sumner. 1988. **Foliar Diagnosis a Review.** Adv.Plant. Nutr. 3:193-241.