



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Normas DRIS para CC 85-92 y CC 01-1940, una propuesta para el manejo sostenible de la fertilidad y nutrición del cultivo de caña de azúcar

I.A. Roger de Jesús Urrea López

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Maestría en Ciencias Agrarias
Palmira, Colombia

2024

Normas DRIS para CC 85-92 y CC 01-1940, una propuesta para el manejo sostenible de la fertilidad y nutrición del cultivo de caña de azúcar

Roger de Jesús Urrea López

Trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ciencias Agrarias con énfasis en Suelos y Aguas

Director:

Ingeniero Agrónomo (Ph.D.) Juan Carlos Menjivar Flores

Codirector:

Ingeniero Agrónomo (M. Sc.) Luis Hernández Villegas

Línea de Investigación:

Suelos y Aguas

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Maestría en Ciencias Agrarias

Palmira, Colombia

2024

Este trabajo lo dedico a Dios, quien me guía y me enseña con su amor a ser más cercano a él, a mi esposa Verónica y a mis hijos Nicolás y Roger, por quienes diariamente hago mi mayor esfuerzo.

A mis padres Roger de Jesús y Julieta, quienes me dieron la oportunidad de estar en el mundo y me transmitieron los valores para ser quien soy y llegar donde he llegado.

Declaración de obra original

Yo Roger de Jesús Urrea López declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

Roger de Jesús Urrea López

Nombre

10/07/2024

Fecha DD/MM/AAAA

Fecha

Agradecimientos

El autor agradece a Riopaila Castilla S.A. por la oportunidad de conocer del cultivo de caña de azúcar, al Ingeniero Luis Hernández Villegas por su paciencia y buena disposición, a la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira y al ingeniero Juan Carlos Menjivar Flores por la oportunidad de ampliar mi conocimiento en suelos y en esta excelente herramienta de diagnóstico para la nutrición de cultivos, la metodología DRIS.

Resumen

Normas DRIS para CC 85-92 y CC 01-1940, una propuesta para el manejo sostenible de la fertilidad y nutrición del cultivo de caña de azúcar

El plan de fertilización del cultivo de caña de azúcar en las condiciones del valle geográfico del río Cauca ha estado supeditado al uso repetido e indiscriminado de UREA y KCl, con algunas aplicaciones en plantillas de Fosforo (P) como DAP, en gran parte de los predios con relación a un análisis de suelos previo a las siembras y sin mayor interpretación de las proporciones entre los nutrimentos entre sí. En algunos predios, los análisis de tejido foliar se convierten en referencia para aplicación de bioestimulantes denominados bioticones (mezclas de fertilizantes foliares con giberelinas y melaza), sin embargo, no son relacionados a los resultados finales de productividad. La metodología de diagnóstico nutricional de cultivos DRIS por sus siglas en inglés (Diagnosis and Recommendation Integrated System) fue seleccionada para identificar el estado de relación de los nutrientes N, P, K, Ca y Mg, a partir de los resultados de los análisis químicos de tejido foliar y la productividad respectiva para dichos resultados, al seleccionar una población referencia de alta productividad y la población de baja productividad de las variedades CC 85-92 y CC 01-1940, sus relaciones de varianza se usaron para escoger las relaciones duales entre pares de nutrimentos, en este caso N, P, K, Ca y Mg, con mayor variación que definieran las normas DRIS. Con las normas definidas se calculó el índice de balance para cada nutrimento, obteniendo el orden decreciente de limitación $Ca > P > K > Mg > N$ para CC 85-92 y $Mg > N > Ca > P > K$ para CC 01-1940.

Palabras clave: DRIS, Nutrición de plantas, Caña de Azúcar, CC 01-1940, CC 85-92, Productividad.

Abstract

Dris norms for CC 85-92 and CC 01-1940, a propose by sustainable management from sugarcane culture´s fertility and nutrition

The fertilization plan of sugarcane culture at the conditions of the geographic valley of Cauca river center south has were supedit to the repeated use and indiscriminate of the UREA and KCl, with the some applications on the new planting of fosforous (P) as DAP, many times with the relation of one soil analysis previous and without major interpretation of the proportions between nutrients each other. In some sites, the foliar analysis been transform to reference for the bioestimulant call them bioticons (mixtures of foliar fertilizants with giberelines and molasse), however, are not relationated with the yield ended results. The diagnosys of cultures nutrition methodology DRIS (diagnosys and recommendation integrated system) was selected for identify the ratio state of nutrients N, P, K, Ca y Mg, starting of quimic analysis foliar tissue and the yield results respective by these results, to the select one reference population of high productivity and the down productivity population by the CC 85-92 y CC 01-1940 varieties, their ratio of variances were used for select the dual ratios between pair nutriments that define the DRIS norms, in this case N, P, K, Ca y Mg, with the major variation. With the norms definted was calculated the indices of balance by each of nutriment, obtaining the decreased order of limitation $Ca > P > K > Mg > N$ for CC 85-92 and $Mg > N > Ca > P > K$ by CC 01-1940.

Palabras Clave: DRIS, Caña de azúcar, Nuticion vegetal, CC 01-1940, CC 85-92, Productividad.

Contenido

| | Pág. |
|---|-------------|
| Resumen..... | IX |
| Lista de figuras..... | XIII |
| Lista de tablas..... | XIV |
| Introducción..... | 1 |
| 1. Objetivos..... | 5 |
| 1.1 Objetivo General..... | 5 |
| 1.2 Objetivos específicos..... | 5 |
| 2. Marco teórico..... | 7 |
| 2.1 Descripción de la zona..... | 7 |
| 2.2 Suelos..... | 7 |
| 2.3 El cultivo de caña de azúcar..... | 8 |
| 2.4 Variedades..... | 9 |
| 2.5 Fertilización..... | 9 |
| 2.6 Diagnostico nutricional..... | 17 |
| 3. Materiales y métodos..... | 23 |
| 3.1 Localización..... | 23 |
| 3.2 Metodología..... | 23 |
| 3.2.1 Selección de variedades..... | 23 |
| 3.2.2 Muestreo foliar..... | 28 |
| 3.2.3 Toma de muestras para análisis de suelos..... | 29 |
| 3.2.4 Metodología de análisis químico de tejido foliar..... | 31 |
| 3.2.5 Metodología de análisis químico de suelos..... | 32 |
| 3.3 Determinación de las Normas DRIS..... | 34 |
| 3.3.1 Selección de población referencia..... | 34 |
| 3.3.2 Determinación de normas DRIS de tejido foliar..... | 35 |
| 3.4 Determinación de Índices de Balance de Nutrientes (IBN) de tejido foliar..... | 36 |
| 3.5 Variables de respuesta..... | 37 |
| 3.6 Análisis estadístico de los resultados..... | 37 |
| 4. Resultados y Discusión..... | 39 |
| 4.1 Establecimiento Población referencia..... | 39 |
| 4.2 Resultados análisis químico de suelos..... | 39 |
| 4.3 Resultados de Análisis químico de tejido foliar..... | 41 |
| 4.4 Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación DRIS..... | 43 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 4.4.1 | Normas DRIS foliar..... | 43 |
| 4.4.2 | Determinación de índices de balance de Nutrientes (IBN) para tejido foliar. . | 48 |
| 4.4.3 | Interpretación de normas DRIS e Índices de Balance DRIS..... | 57 |
| 4.4.4 | Validación de Normas DRIS de caña de azúcar para resultados foliares en el valle geográfico del río Cauca..... | 62 |
| 5. | Conclusiones y recomendaciones..... | 65 |
| 5.1 | Conclusiones | 65 |
| 5.2 | Recomendaciones..... | 66 |
| A. | Anexo: Producción, Índices DRIS foliar, Índice de balance nutricional (IBN) y orden de deficiencia de nutrimentos para la variedad de caña de azúcar CC 85-92. | 69 |
| B. | Anexo: Producción, Índices DRIS foliar, Índice de balance nutricional (IBN) y orden de deficiencia de nutrimentos para la variedad de caña de azúcar CC 01-1940. | 100 |
| C. | Anexo. Matriz de correlación Índices DRIS (I), contenido foliar de nutrientes (%) y productividad (TCH) variedad CC 85-92..... | 108 |
| D. | Anexo. Matriz de correlación Índices DRIS (I), contenido foliar de nutrientes (%) y productividad (TCH) variedad CC 01-1940..... | 110 |
| | Bibliografía..... | 112 |

Lista de figuras

| | Pág. |
|---|------|
| Figura 1. Productividad del cultivo de la caña de azúcar en respuesta a: dosis de Fertiirrigación de nitrógeno (A) y Zinc (B) bajo condiciones de campo en Jataí, GO, Brazil. ** significancia en $P < 0,01$ probabilidad de acuerdo con la prueba de F. Dosis de Zn (A). Dosis de N (B)..... | 14 |
| Figura 2. Concentración de P (mg L^{-1}) en la solución de suelo medido semanalmente para 119 días después de trasplante (DDT) de plántulas y aplicación de tratamientos. FC, Cachaza; TSP, Superfosfato Triple; TSP+FC, Superfosfato Triple combinado con Cachaza; RP, roca fosfórica; RP+FC, roca fosfórica combinada con Cachaza. Barra de error vertical corresponde a la desviación estándar. Promedio seguido de diferentes letras verticales (siguiente la misma secuencia mostrada en la etiqueta de los tratamientos) fueron significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0.05$). | 16 |
| Figura 3. Carta DRIS provisional para obtener el orden cualitativo de requerimiento de NPK en caña de azúcar. (valores de promedio general: $N/P=8.2$, $N/K=1.57$, $K/P=5.39$). 19 | |
| Figura 4. Genealogía de la variedad de caña de azúcar Cenicaña Colombia (CC) 85-92. | 24 |
| Figura 5. Rangos de TCH para la variedad CC 85-92 en el valle del río Cauca, Colombia 1990-2000..... | 25 |
| Figura 6. Genealogía de la variedad CC 01-1940. | 26 |
| Figura 7. Dinámica temporal de la acumulación del Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) en las variedades CC 85-92 y CC 01-1940. | 27 |
| Figura 8. Detalle identificación Hoja muestreo foliar nutrición caña de azúcar y sección para envío al laboratorio..... | 28 |
| Figura 9. Mapa guía para toma muestras de suelos en cultivo de caña de azúcar en el valle del río Cauca. | 30 |
| Figura 10. Comparativo promedio Índices DRIS foliar para las variedades de caña de azúcar CC 85-92 y CC 01-1940, en condiciones del valle geográfico del río Cauca. | 59 |

Lista de tablas

Pág.

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Producción de partes de la planta y extracción de nutrimentos por cada 100 toneladas de tallos de caña de la variedad CC 85-92 cosechadas. valle del río Cauca, Colombia. | 10 |
| Tabla 2: Extracción de nutrimentos necesaria para producir una tonelada de caña en la variedad CC 93-4418. | 11 |
| Tabla 3: Requerimiento nutricional de las variedades CC 01-1940 para producir una tonelada de tallos molederos. | 11 |
| Tabla 4: Concentraciones de Nitrógeno y Fósforo en análisis de tejido foliar de caña de azúcar. | 15 |
| Tabla 5: Adaptación de Normas DRIS para caña de azúcar desarrolladas por Beaufils y Sumner, Elwaly y Gascho y Reis Jr. | 21 |
| Tabla 6. Niveles referencia para análisis químico de suelos en Caña de azúcar acorde a Cenicaña.* Valores definidos por el ingenio azucarero. | 40 |
| Tabla 7. Resultados promedio análisis químico de suelos suertes sembradas con la variedad de caña CC 85-92, orden descendente en las filas para promedio general arriba, promedio población de alta productividad línea central, y, promedio de baja productividad línea inferior. | 40 |
| Tabla 8. Resultados promedio análisis químico de suelos suertes sembradas con la variedad de caña CC 01-1940, orden descendente en las filas para promedio general arriba, promedio población de alta productividad línea central, y, promedio de baja productividad línea inferior. | 41 |
| Tabla 9. Contenido foliar óptimo de nutrimentos para cañas de 6 meses de edad variedades CC85-92 y CC 01-1940. | 41 |
| Tabla 10. Estadística descriptiva para contenido de nutrientes a nivel foliar para población de referencia y de baja productividad variedad CC 01-1940,*DS 0.05,**DS 0.01. | 42 |
| Tabla 11. Promedio, Coeficiente de variación y desviación estándar para los resultados químicos de contenido de nutrientes a nivel foliar población de referencia y de baja productividad variedad CC 85-92,*DS 0.05,**DS 0.01. | 42 |
| Tabla 12. Relaciones duales por par de nutrimentos para definir normas a usar variedad CC 01-1940. | 44 |
| Tabla 13. Relación de varianzas y normas seleccionadas variedad CC 01-1940. | 45 |

| | |
|--|----|
| Tabla 14. Relaciones duales por par de nutrimentos para definir normas a usar variedad CC 85-92..... | 46 |
| Tabla 15. Relación de varianzas y normas seleccionadas variedad CC 85-92..... | 47 |
| Tabla 16. Índices DRIS foliares promedio para la variedad de caña de azúcar CC 01-1940, para las condiciones del valle geográfico del río Cauca. | 56 |
| Tabla 17. Índices DRIS foliares promedio para la variedad de caña de azúcar CC 85-92, para las condiciones del valle geográfico del río Cauca. | 56 |
| Tabla 18. Normas DRIS definidas para las variedades CC 01-1940 y CC 85-92, con su respectivo valor para la relación dual. | 58 |
| Tabla 19. Frecuencias de positivos (>0), negativos (<0), más positivos (++) y más negativos (--), Índices DRIS para N, P, K, Ca y Mg variedad de caña CC 01-1940. | 61 |
| Tabla 20. Frecuencias de positivos (>0), negativos (<0), más positivos (++) y más negativos (--), Índices DRIS para N, P, K, Ca y Mg variedad de caña CC 85-92. | 62 |
| Tabla 21. Comparación de Normas DRIS para la variedad CC 01-1940 en el valle geográfico del río Cauca – Colombia y las definidas para Suráfrica por Beaufils & Sumner (1976), para EEUU por Elwali & Gascho (1984) y Reis Jr (1999). | 63 |
| Tabla 22. Comparación de Normas DRIS para la variedad CC 85-92 en el valle geográfico del río Cauca – Colombia y las definidas para Suráfrica por Beaufils & Sumner (1976), para EEUU por Elwali & Gascho (1984) y Reis Jr (1999). | 64 |

Introducción

El cultivo de caña de azúcar ocupa un papel importante en el desarrollo económico y social del valle geográfico del río Cauca (Asocaña, 2022), con presencia en los departamentos del Cauca, Valle del Cauca, Risaralda, Quindío y Caldas.

Aunque desde el año 2012 inició un proyecto de cultivo de caña de azúcar para etanol en el altillanura Colombiana más específicamente en el municipio de Puerto López – Meta, con veinte mil hectáreas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020), el valle geográfico del río Cauca sigue siendo la zona de mayor presencia de área cultivada para la producción de azúcar, etanol y cogeneración de energía (Asocaña, 2022).

Desde el punto de vista técnico, la agroindustria azucarera ha generado desarrollos tecnológicos, herramientas de agricultura de precisión en maquinaria, software y formación del recurso humano (Saavedra Rincón, 2018), como también en caracterización de zonas agroclimáticas y sus limitantes (Carbonell, 2011; Carbonell et al., 2001).

Sin embargo, el manejo nutricional del cultivo de caña en el valle geográfico del río Cauca sigue con una fuerte relación a los análisis químicos de suelo con la referencia de niveles mínimos aceptables y con interpretación individual para cada elemento (González Correa & Chavarro, 2010), sin validación de propiedades físicas como densidad aparente, capacidad de infiltración, porosidad total y macroporosidad, entre otras.

Con la oferta de nuevas variedades para la agroindustria azucarera, Cenicaña relaciona la demanda de nutrimentos por tonelada de tallos de caña a obtener (Cenicaña, 2002, 2016, 2018a), con el fin de estimular su integración en los planes de fertilización por parte de los técnicos de los diferentes ingenios.

Los análisis foliares (cuando son integrados al manejo técnico) son tomados con el objetivo de realizar aplicaciones tardías de elementos deficientes respecto a la referencia del cultivo y/o la variedad, pero sin relacionar con el contenido a nivel de suelo, ni la interacción con las condiciones físicas del mismo y el ambiente (Radiación, nubosidad, efecto niño/niña), adicionalmente sin validar los resultados finales de productividad como Toneladas de Caña por Hectárea (TCH).

Entre las herramientas técnicas disponibles para el diagnóstico de las condiciones nutricionales de los cultivos, necesario para definir planes más acertados de fertilización, está la metodología DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System) por sus siglas en inglés o Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación, liderada por Beaufils en 1973 (Walworth & Sumner, 1987).

La metodología DRIS además de revisar los contenidos químicos del suelo, los niveles nutricionales a nivel de tejido foliar (según la metodología establecida para cada cultivo), relaciona los resultados en productividad. Así, establece relaciones duales entre los elementos que permiten formular de la mejor manera, un plan de fertilización para el cultivo con enfoque sostenible al identificar desbalances por exceso o deficiencia (Chacón Pardo, 2012; Herrera P., 2015; Nunes Guimarães et al., 2015; Reis Junior & Monnerat, 2003; Walworth & Sumner, 1987).

El presente trabajo busca elaborar las normas DRIS para las variedades CC 85-92 y CC 01-1940 de caña de azúcar establecidas en las condiciones del valle geográfico del río Cauca y así enfocar de manera sostenible los planes de fertilización.

1.Objetivos.

1.1 Objetivo General.

Elaborar las normas DRIS para las variedades de caña de azúcar CC 85-92 y CC 01-1940 en el valle geográfico del río Cauca, como alternativa para ajustar los planes de fertilización, aumentar la productividad del cultivo y mejorar los ingresos de los productores.

1.2 Objetivos específicos.

Elaborar las normas DRIS de tejido foliar para las variedades CC 85-92 y CC 01-1940 de caña de azúcar en condiciones del valle geográfico del río Cauca.

Generar los índices de balance de nutrientes (IBN), para las variedades CC 85-92 y CC 01-1940 de caña de azúcar en condiciones del valle geográfico del río Cauca.

Validar los Índices de Balance de Nutrientes (IBN), las normas DRIS identificadas, y su relación con la productividad expresada en Toneladas de Caña por Hectárea (TCH) de las variedades CC 85-92 y CC 01-1940.

2.Marco teórico.

2.1 Descripción de la zona.

El valle geográfico del río Cauca lo conforman 421.000 hectáreas, ubicado entre las cordilleras central y occidental, con una longitud de 200 Km que van desde santander de quilichao en el departamento del cauca, pasando por puerto tejada, jamundí, cali, candelaria, yumbo, palmira, guacarí, buga, yotoco, tuluá, riofrío, bugalagrande, zarzal, roldanillo, la unión, la victoria, el toro, obando, cartago, anserma nuevo, hasta el municipio de la virginia en el departamento de risaralda (Reina Rodríguez & Otero, 2011).

Por las condiciones agroclimáticas con un régimen bimodal de lluvias, oferta hídrica por el río Cauca, abundancia de aguas subterráneas y sus afluentes, y las características de alta fertilidad de sus suelos, es considerado como una de las zonas más fértiles de Colombia (Pérez Valbuena et al., 2015).

Es una importante zona de despensa agrícola de Colombia, con presencia de cultivos semestrales como maíz, soya, algodón, hortalizas y frutales (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC & Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, 2015).

Adicionalmente, las condiciones de temperatura (Unigarro Muñoz, 2014) con diferencia entre el día y la noche superior a 10°C y las temperaturas nocturnas bajas (Salles Scarpari & Ferreira de Beauclairll, 2004), favorece la acumulación de sacarosa para la producción de azúcar en la explotación del cultivo de caña de azúcar.

2.2 Suelos.

Los suelos del valle geográfico del río Cauca suman cerca de 400.000 hectáreas. se caracterizan por su alta fertilidad (Quintero Durán, 2008). El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y la Corporación Autónoma Regional del valle del Cauca (CVC) han

aportado con sus estudios a la caracterización de cerca de 216.000 hectáreas que se encuentran cultivadas con caña de azúcar.

Cenicaña hizo clasificación de grupos homogéneos de suelos (Carbonell González, 2011; Carbonell González et al., 2001) en los cuales, fueron identificados suelos de los órdenes Mollisols, Vertisols, Alfisols, Inceptisols, Entisols, Ultisols e Histosols (Quintero Durán, 2008), predominando los Mollisols, Vertisols e Inceptisols.

Según los estudios realizados, químicamente los suelos tienen contenidos de materia orgánica variable que van desde 1.7% hasta 4 % (Quintero Durán, 1995), alto contenido de Potasio, contenidos variables de Calcio que van desde 1.5 hasta 18 cmol/Kg de suelo, contenidos variables de Magnesio que van desde 0.8 hasta 12 cmol/Kg de suelo, según la textura, ubicación y régimen de lluvias.

Así mismo han sido identificados suelos con altos contenidos de Sodio generando problemas de sodicidad y salinidad en zonas de baja precipitación (Méndez Yustres, 2012).

2.3 El cultivo de caña de azúcar.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), es una planta monocotiledónea, perteneciente a la familia Poaceae, originaria de Nueva Guinea, establecida para explotación agrícola tanto en la zona del trópico como el subtrópico (Cheavegatti-Gianotto et al., 2011).

De su estructura taxonómica, es beneficiado el tallo para la obtención del jugo de caña (Lagos Burbano & Castro Rincón, 2019) en la molienda y su posterior proceso para la fabricación del azúcar y derivados industriales como miel, etanol (Aguilar Rivera, 2007), bagazo (Almazán del Olmo et al., 2016) para producción de papel, cogeneración de energía y alimentación animal (Lagos Burbano & Castro Rincón, 2019).

A nivel mundial el primer productor de azúcar es Brasil con una participación del 26.9%, seguido de India con el 21.4%, la Unión europea con 12.7%, China con el 7.9%, Estados Unidos con el 5.7% y Colombia ocupa el puesto 14 con 1.3% de participación (Asocaña, 2022).

Colombia reporta que, para el cierre del año 2020, el cultivo de caña establecido para la producción de azúcar y sus derivados ocupaba 241.500 hectáreas (Procaña, 2021), en 6 departamentos y 51 municipios, donde se ubican las 15 plantas para su beneficio (Asocaña, 2022).

En lo referente a productividad, el cultivo de la caña de azúcar en Colombia tiene una realidad en Toneladas de Caña por Hectárea (TCH) 127 (Asocaña, 2022) siendo reconocido como el de mayor productividad en toneladas de azúcar por hectárea (FINAGRO, 2018), mientras que el promedio de productividad por hectárea a nivel mundial está cercano a 60 toneladas por hectárea (YARA, 2022).

Así mismo, a nivel de ingenios y por la zona donde se ubican los cultivos de caña, hay variación con producción mínima de 30 toneladas por hectárea que registra la producción de algunos sectores en la altillanura colombiana, hasta 143 toneladas por hectárea promedio como sucede en el ingenio Providencia (Bernal Marín, 2022).

2.4 Variedades.

A nivel de variedades se registran diferencias, según las condiciones climáticas y la zona agroecológica donde están ubicadas, como lo evidenciado en el año 2008 (Palma Z. et al., 2009). Sin embargo, debido a la respuesta en productividad expresada en los diferentes ambientes y zonas agroecológicas, las variedades que mayor área sembrada tienen son CC 85-92 con el 69.9% y CC 84-75 con el 13.2% para el 2008 (Palma Z. et al., 2009).

Para el año 2021 la composición varietal del cultivo de caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca estaba concentrada en 6 variedades, con mayor participación de las variedades CC 01-1940 y CC 85-92 (Salazar, 2021), cuya productividad estuvo influenciada por la calidad de los suelos, las condiciones climáticas para ejecutar con oportunidad las labores agronómicas (López Trujillo, 2021) y el plan de fertilización definido (Arias et al., 2019).

2.5 Fertilización.

Los planes de fertilización para el cultivo de caña en el valle geográfico del río Cauca varían según la interpretación y el uso de los análisis de suelos acorde a contenidos críticos (Quintero D., 1997; Quintero Duran, 1993; Quintero Durán, 1995; Saavedra Rincón, 2018).

A los análisis foliares por valores referencia cuando los toman (Arias et al., 2019), para aplicar los elementos con contenidos por debajo de referencia.

Replicación de una dosis estándar definida culturalmente (Salgado García et al., 2005), que con frecuencia involucran altas dosis de Nitrógeno (Saavedra Rincón, 2018), bajas de dosis de Potasio (Castro Nava & Huerta, 2015) y dosis aún más bajas de Fósforo (en la mayoría de casos ausentes) en el momento de la renovación de plantaciones y sin incluir elementos con alta extracción como Calcio, Magnesio (Zérega M. et al., 1997), u otros elementos que están deficitarios en los suelos por sus condiciones particulares, como Hierro, Cobre, Boro, Zinc, Molibdeno, Manganeso y Azufre (Molina Orozco & Vargas Manquillo, 2020).

Muchos planes de fertilización están definidos para Nitrógeno y Potasio (Saavedra Rincón, 2018), o Nitrógeno, Potasio y Fósforo (Castro Nava & Huerta, 2015), a pesar de que el cultivo de caña de azúcar tiene referenciados los nutrientes que necesita para su rendimiento como el caso de la variedad CC 85-92 (**Tabla 1.**), o el caso de la variedad .CC 93-4418 (**Tabla 2.**), o la variedad CC 01-1940 (**Tabla 3.**).

Tabla 1: Producción de partes de la planta y extracción de nutrimentos por cada 100 toneladas de tallos de caña de la variedad CC 85-92 cosechadas. valle del río Cauca, Colombia.

| Variables | Partes de la planta | | | Total |
|-----------------|---------------------|-------|--------|-------|
| | Tallos | Hojas | Yaguas | |
| Peso húmedo (t) | 100 | 17 | 10 | 127 |
| Humedad (%) | 67 | 47 | 52 | Æ |
| Nitrógeno (kg) | 67 | 30 | 14 | 111 |
| Fósforo (kg) | 18 | 3 | 3 | 24 |
| Potasio (kg) | 117 | 54 | 28 | 199 |
| Calcio (kg) | 19 | 29 | 12 | 60 |
| Magnesio (kg) | 26 | 16 | 10 | 52 |
| Hierro (g) | 2503 | 3229 | 1700 | 7432 |
| Manganeso (g) | 576 | 1131 | 448 | 2155 |
| Cinc (g) | 81 | 25 | 13 | 119 |
| Cobre (g) | 346 | 113 | 47 | 506 |

Fuente: Tomado de Cenicaña (2002).

Tabla 2: Extracción de nutrimentos necesaria para producir una tonelada de caña en la variedad CC 93-4418.

| Nutrimento | | CC 93-4418 |
|------------------------|----|------------|
| Elementos mayores (Kg) | N | 1.1 |
| | P | 0.2 |
| | K | 1.9 |
| | Ca | 0.7 |
| | S | 0.3 |
| | Mg | 0.5 |
| Elementos menores (g) | Fe | 78 |
| | Mn | 6.5 |
| | Cu | 1.0 |
| | Zn | 3.0 |
| | B | 0.7 |

Fuente: Adaptado de Cenicaña (2016)

Tabla 3: Requerimiento nutricional de las variedades CC 01-1940 para producir una tonelada de tallos molederos.

| Nutrimento | | CC 01-1940 |
|------------------------|----|------------|
| Elementos mayores (Kg) | N | 0.9 |
| | P | 0.1 |
| | K | 2.6 |
| | Ca | 0.7 |
| | Mg | 0.2 |
| | S | 0.1 |
| Elementos menores (g) | Fe | 102 |
| | Mn | 3.6 |
| | Cu | 2.6 |
| | Zn | 4.1 |
| | B | 0.4 |

Fuente: Adaptado de Cenicaña (2018).

Estos planes de manejo de la fertilización son debidos (posiblemente), al concepto dado inicialmente sobre la fertilidad de los suelos del valle geográfico del río Cauca (Howeler R. H., 1986), al peso cultural sobre la calificación de los microelementos o elementos menores (Urbina Zamora, 2016), y a la longevidad de las cepas de las variedades más antiguas que presentan números de cortes elevados (Molina Orozco & Vargas Manquillo, 2020; Palma Z. et al., 2009).

No obstante la realidad del manejo de la fertilización en el cultivo de la caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca, Cenicaña (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia) desde su creación en el año 1977, ha realizado numerosos trabajos de investigación para dar respuesta a las necesidades de la agroindustria cañera de Colombia (Cenicaña, 2018a).

Sobre el manejo del Nitrógeno en las variedades predominantes y consideradas promisorias, tanto las introducidas al país, como las desarrolladas por los investigadores del mismo Cenicaña (Quintero Durán & Jaramillo, 1995), que inicia la valoración específica de manejo de la fertilización (por lo menos a nivel de Nitrógeno y Potasio) de las principales variedades sembradas en los suelos más representativos para algunos ingenios azucareros validando la respuesta en productividad de la interacción de los dos macronutrientes Nitrógeno (N) y Potasio (K).

Posteriormente a la identificación de la respuesta particular de las variedades a la fertilización nitrogenada y potásica, la variabilidad de las condiciones de los suelos fue la relación para tener en cuenta, en pro de lograr mayor productividad del cultivo en cuanto a la fertilización nitrogenada, tanto a nivel de dosis como de posibles fuentes del nutriente a aplicar (Quintero D., 1997).

A nivel de Brasil también se ha enfocado esfuerzos en identificar respuesta de variedades a los aportes de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) en productividad (Gomes da Silva et al., 2017), específicamente para suelos oxisoles.

Así mismo, variables como la longevidad de la cepa o número de corte, la edad del cultivo y la variedad, aparecen como parte de la ecuación en función de la definición de la dosis de Nitrógeno a aplicar (Quintero D., 1997; Salgado García et al., 2005, 2014).

Acorde a la validación respecto a la influencia de la alta variabilidad en las condiciones del suelo y climáticas, en el área cultivada con caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca (Carbonell González et al., 2001), el enfoque de Cenicaña se centró en la generación de variedades específicas para zonas homogéneas (Ranjel J. et al., 2003), la caracterización detallada de los suelos por su taxonomía, condiciones físicas, zonas climáticas, entre otros (Carbonell González, 2011) y el desarrollo tecnológico asociado a

las diferentes labores agronómicas relacionadas al cultivo con especial enfoque al manejo hídrico (Cenicaña, 2018b).

Con la clasificación detallada de los suelos (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC & Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, 2015) y condiciones agroclimáticas para el área sembrada en cultivos de caña de azúcar del valle geográfico del río Cauca, expresada en las zonas agroecológicas (Carbonell González, 2011), la vinculación de las herramientas tecnológicas asociadas a la agricultura de precisión (Rojas Legarda, 2015) permitió generar una mejor distribución de los fertilizantes basados en mapas de interpolación de características químicas del suelo (Salgado García et al., 2014) para el aporte de Nitrógeno (N) y Potasio (K) (Saavedra Rincón, 2018), sin embargo esta tecnología se aplica solo para dos productos (Debernardi de la Vequia, 2016).

A nivel de otras regiones de Colombia donde se produce caña para la obtención de miel y posterior producción de panela (Fernández et al., 2018), hay exploración de la respuesta en la productividad a estrategias de fertilización (González Chavarro et al., 2018).

En el caso de otras regiones del mundo, también se han desarrollado diferentes estrategias para los planes de fertilización, sin embargo, y debido a la alta relevancia que se da a los elementos mayores Nitrógeno (N), Potasio (K) y Fósforo (P), la mayoría de estos trabajos se concentran en ellos (Boschiero et al., 2020; Castro Nava & Huerta, 2015; Kandhro et al., 2021; Salgado García et al., 2000).

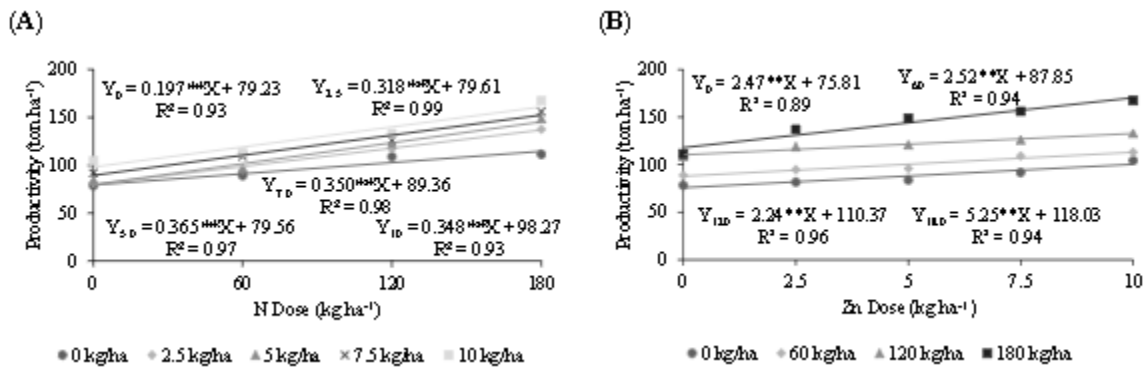
En japon para suelos en condiciones de isla subtropical, el esfuerzo en tema del nitrógeno se ha enfocado en modificar la estrategia de aplicación en pro de reducir las pérdidas por lixiviación a base de pruebas con lisímetros, cuyo resultado se traduce en fraccionamiento del nutriente (Okamoto et al., 2021).

En la misma línea de validar estrategias de reducción de pérdidas del Nitrógeno en el plan de fertilización en Brasil, para diferentes momentos de aplicación (de Castro et al., 2022), en diferentes ciclos de producción y con diferentes fuentes (Boschiero et al., 2020).

Así mismo, la vinculación del Molibdeno (Mo) en el plan de fertilización en pro de aumentar la productividad basado en la optimización de la eficiencia del Nitrógeno dio resultados positivos (Lemos dos Santos et al., 2022), al igual que la vinculación del Zinc (Zn) en el

plan de fertilización del cultivo, por vía de fertirrigación (Cunha et al., 2020), generó incrementos interesantes en la productividad (**Figura 1**).

Figura 1. Productividad del cultivo de la caña de azúcar en respuesta a: dosis de Fertirrigación de nitrógeno (A) y Cinc (B) bajo condiciones de campo en Jataí, GO, Brazil. ** significancia en $P < 0,01$ probabilidad de acuerdo con la prueba de F. Dosis de Zn (A). Dosis de N (B).



Fuente: Tomado de Cunha et al. (2020).

En la línea del Nitrógeno, en el Valle del Cauca se validaron metodologías de estimación para este elemento comparado con la metodología más utilizada por los laboratorios (Walkey & Black) y así tener mayor precisión en la recomendación del plan de fertilización respecto a este elemento (Delgado Restrepo et al., 2016), y evaluación de respuestas biofísicas con metodologías no destructivas para establecer dosis mínimas que no afectan la productividad (Carabalí Carabalí, 2019).

Como estrategia agronómica alternativa al respecto del Nitrógeno, el uso de coberturas vegetales y establecimiento de leguminosas asociadas al cultivo de la caña de azúcar son una opción (Tenelli et al., 2021) para la proyección de varios cortes, al igual que la incorporación del Silicio (Si) y Cal en un suelo ácido con alta saturación de Aluminio (Al) como activador de respuesta ante la fertilización nitrogenada (Anggraeni et al., 2022; Pereira da Silva et al., 2015; Sartori de Camargo & Keeping, 2021) y fuentes inorgánicas en mezcla con fuentes de abono orgánico (Bohórquez Páez, 2016).

En cuanto a los planes de fertilización con elementos adicionales a Nitrógeno (N) y Potasio (K), los resultados de validación de planes basados en aportes Nitrógeno – Fósforo-Potasio (N-P-K) respecto a dosis comerciales dieron bases para cambiar y regular las proporciones reduciendo cantidad de Nitrógeno, aumentando el Fósforo y el Potasio (Castro Nava & Huerta, 2015; Kandhro et al., 2021; Salgado García et al., 2000).

La importancia reconocida del Fósforo en la productividad del cultivo de caña de azúcar en cada uno de los ciclos productivos tiene alternativas de suplemento como la estrategia de inoculación con bacterias promotoras de crecimiento de las plantas (Leonel Rosa et al., 2022) que favorece la disponibilidad del elemento en el suelo para ser tomado por el cultivo y expresarlos a nivel foliar (**Tabla 4.**).

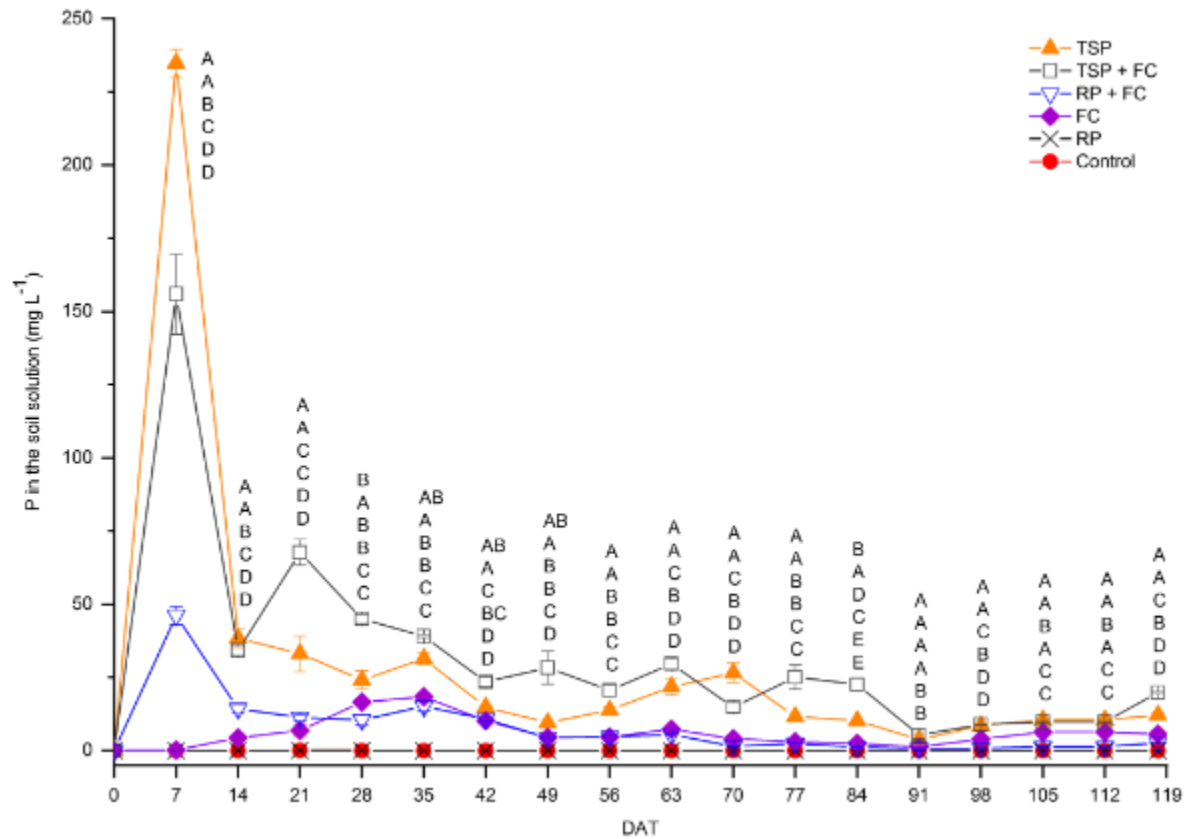
Tabla 4: Concentraciones de Nitrógeno y Fósforo en análisis de tejido foliar de caña de azúcar.

| Dosis de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹) | g Kg ⁻¹ | |
|---|--------------------|-------------------|
| | Nitrógeno | Fósforo |
| 0 | 20.44 | 2.32 |
| 45 | 20.53 | 2.34 |
| 90 | 20.08 | 2.37 |
| 135 | 20.39 | 2.31 |
| 180 | 20.33 | 2.36 |
| Inoculación | | |
| Control (sin inoculación) | 19.53 | 2.25b |
| Azospirillum brasilense | 20.09 | 2.22b |
| Bacillus subtilis | 21.14 | 2.32b |
| Pseudomonas fluorescens | 20.58 | 2.41 ^a |
| A. brasilense + B. subtilis | 20.03 | 2.37 ^a |
| A. brasilense + P. fluorescens | 20.36 | 2.31b |
| B. subtilis + P. fluorescens | 20.65 | 2.48 ^a |
| A. brasilense + B. subtilis + P. fluorescens | 20.47 | 2.35 ^a |
| Prueba de F | | |
| Dosis de P ₂ O ₅ (D) | ns | Ns |
| Inoculación (I) | ns | * |
| DxI | ns | Ns |
| Promedio general | 20.36 | 2.34 |
| Error Estándar | 0.34 | 0.05 |

Fuente: Adaptado de Leonel Rosa et al. (2022).

En la misma línea de gestión de este elemento (Fósforo) se hacen validaciones en aportes a nivel de forma mineral y orgánico (Bachiega Zambrosi, 2021; De Marchi Soares et al., 2022) en suelos Oxisoles de textura arenosa de Brasil, arrojando resultados interesantes para la combinación de fertilizantes minerales como la roca fosfórica y cachaza, en opción de reducción del uso del Super Fosfato Triple (SFT), al favorecer la concentración del elemento en la solución de suelo (**Figura 2.**) y el contenido del elemento a nivel foliar.

Figura 2. Concentración de P (mg L⁻¹) en la solución de suelo medido semanalmente para 119 días después de trasplante (DDT) de plántulas y aplicación de tratamientos. FC, Cachaza; TSP, Superfosfato Triple; TSP+FC, Superfosfato Triple combinado con Cachaza; RP, roca fosfórica; RP+FC, roca fosfórica combinada con Cachaza. Barra de error vertical corresponde a la desviación estándar. Promedio seguido de diferentes letras verticales (siguiendo la misma secuencia mostrada en la etiqueta de los tratamientos) fueron significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey ($p < 0.05$).



Fuente: Tomado de De Marchi Soares et al. (2022).

Resultados similares fueron reportados para ensayo en vivero con plántulas de la variedad RB 96-6928 con 4 semanas de trasplante utilizando fuentes de residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales de Alemania denominados estruvita, hanzenita y AshDec®, obtenidos de tratamiento termoquímico, que en el tiempo tuvieron resultados de suplemento de fósforo similares al encontrado con el Super Fosfato Triple (SFT) en los análisis (Raniero et al., 2022).

A Nivel de planes de fertilización completa, vinculando elementos secundarios y menores, (Secretaría de Agricultura, 2015) además de los mayores Nitrógeno – Fósforo-Potasio (N-P-K), la aproximación representa un análisis de resultados a nivel de estado (región) y zafra (época) para el territorio mexicano con el apoyo de los datos reportados como niveles de extracción de nutrientes por el cultivo, relacionado al potencial productivo para cada región (Urbina Zamora, 2016), como propuesta de diagnóstico.

De forma general la capacidad de entender el rol del Nitrógeno en la productividad de los cultivos incluyendo la caña de azúcar, crea la oportunidad para su uso más eficiente (Fathi, 2022), no obstante, la herramienta o metodología utilizada para analizar la demanda de nutrientes por cultivo es fundamental, y la extracción por sí sola o un nivel de crítico en el suelo no son principios agronómicos sólidos (Sanchez & Otto, 2022).

2.6 Diagnostico nutricional.

Entre las herramientas utilizadas para generar los planes de fertilización o recomendaciones de nutrición para los cultivos, además de los análisis de físico-químicos del suelo (Cenicaña, 2013; Garrido Valero, 1994; Howeler R. H., 1986; Méndez Yustres, 2012; Quintero Duran, 1993; Rojas Legarda, 2015), el análisis foliar (Arias et al., 2019; Cenicaña, 2013; Intagri, 2017; Maia et al., 2001; M. McCray et al., 2011; Walworth & Sumner, 1987), aparece como alternativa las normas DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System) por sus siglas en inglés (Beaufils & Sumner, 1977; da Silva Calheiros, Freire, Filho, Oliveira, et al., 2018; Intagri, 2017; Lemos dos Santos et al., 2022; Reis Junior & Monnerat, 2003; Rodríguez & Rodríguez, 2000; Walworth & Sumner, 1987), que se aleja de la metodología de la escuela clásica que define parámetros específicos de respuesta a un solo factor o un único aspecto en la integralidad de factores que afectan la producción, como los valores críticos de suelo para determinado cultivo (Cenicaña, 2013; Garrido Valero, 1994; Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC &

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, 2015; Quintero Durán, 2008; Rojas Legarda, 2015).

La metodología DRIS genera la integralidad de análisis de los factores que determinan la respuesta en productividad (análisis holístico), como propiedad del suelo, condiciones climáticas, prácticas agrícolas, manejo del suelo + propiedades del suelo, respuesta del suelo + condiciones climáticas + prácticas agrícolas y respuesta de la planta (expresión genotipo) en producción (Sumner & Beaufils, 1975).

En forma resumida, la metodología DRIS consiste en un esquema general de experimentación y calibración, basados en principios desarrollados de la investigación en fertilidad de suelos y nutrición de plantas (Sumner & Beaufils, 1975).

El sistema DRIS caracteriza los seis componentes (propiedad del suelo, condiciones climáticas, prácticas agrícolas, manejo del suelo + propiedades del suelo, respuesta del suelo + condiciones climáticas + prácticas agrícolas y respuesta de la planta en producción), en términos de índices, los cuales son derivados como funciones comparables de rendimiento, lo que permite no sólo clasificar los factores de rendimiento en orden de importancia por limitación, sino que también permiten identificar la intensidad con la que el suelo o la planta requieren un determinado nutriente (Sumner & Beaufils, 1975; Walworth & Sumner, 1987).

Ya que estos índices clasifican los factores por orden de importancia como limitante de la producción, automáticamente introducen el concepto de balance en el sistema. Estos índices para suelo, planta y condiciones ambientales conforman un conjunto de normas de calibración que pueden ser utilizadas para el diagnóstico y propuestas de recomendación en la fertilización de los cultivos (Sumner & Beaufils, 1975).

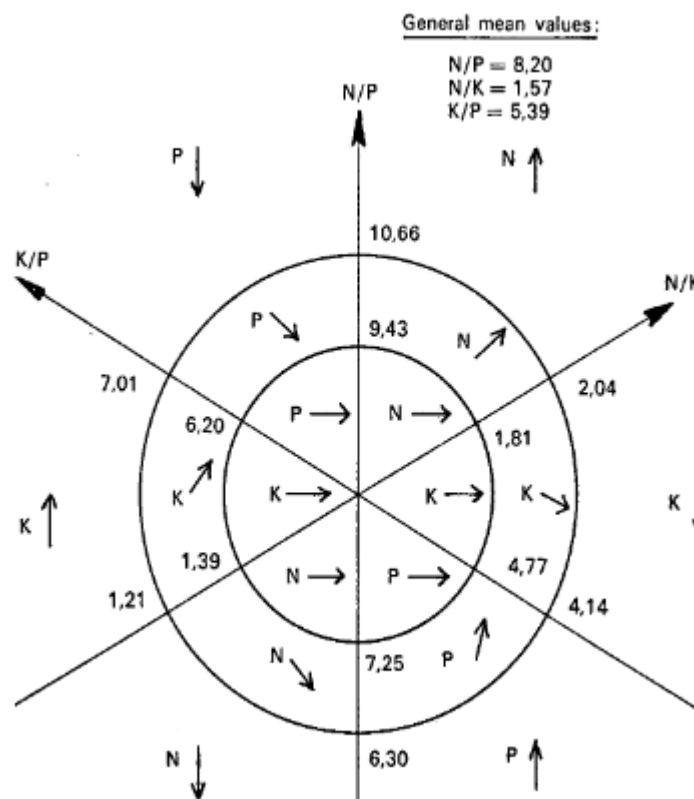
Los índices asignados a los factores suelo, condiciones ambientales y prácticas agrícolas, indican lo que se ofrece, aplica o ejecuta al cultivo en un sitio en particular (contexto lote, finca, sector, zona, región) y se calibran en términos de naturaleza y cantidad de un tratamiento específico requerido.

Por otro lado, los índices de plantas indican la naturaleza y el grado de balance de los nutrientes en la planta, sobre el cual se puede determinar lo que la planta requiere o

demanda en un lugar determinado (contexto lote, finca, sector, zona, región) para producir (Beaufils & Sumner, 1977; Sumner & Beaufils, 1975; Walworth & Sumner, 1987).

Como alternativa de representación de los resultados de la generación las normas, está la carta DRIS, que es una representación cartesiana del comportamiento de los nutrientes según el estado de su nivel y su respectiva relación o proporción, donde el eje central para cada uno corresponde al valor promedio de la población de alto rendimiento para cada forma de expresión (**Figura 3.**), evidenciando la composición de relaciones esperada para elevar las posibilidades de obtener un alto rendimiento (Walworth & Sumner, 1987).

Figura 3. Carta DRIS provisional para obtener el orden cualitativo de requerimiento de NPK en caña de azúcar. (valores de promedio general: N/P=8.2, N/K=1.57, K/P=5.39).



Fuente: Tomado de Sumner & Beaufils (1975).

La metodología DRIS para el diagnóstico y posterior recomendación de planes de fertilización presenta ventajas frente a los métodos convencionales e individuales como el análisis de nivel crítico del suelo y foliar, permitiendo tener mayor probabilidad de lograr altos rendimientos (Chacón Pardo, 2012), aunque los métodos clásicos tienen mayor

difusión, a medida que se validan los resultados de la implementación de la metodología DRIS, más técnicos a nivel global la llevan a su labor (Beaufils & Sumner, 1977; da Silva Calheiros, Freire, Filho, Oliveira, et al., 2018; Flores et al., 2022; Franco Hermida et al., 2013; González Gordon, 2017; Herrera P., 2015; Reis Jr & Monnerat, 2002; Rodríguez & Rodríguez, 2000; Rodríguez. Vianel & Rodríguez, 1997; Salvador Wadt & Machado Dias, 2012; Sánchez et al., 2018; Sánchez Galíndez et al., 2009).

A nivel de Colombia y sus cultivos, la metodología DRIS ha sido implementada en el diagnóstico y generación de planes de fertilización para el cultivo de Caucho (Chacón Pardo, 2012), para el cultivo de Palma de aceite (Herrera P., 2015; Rincón Numpaque. Álvaro Hernán et al., 2019), para el cultivo de Piña (López Montoya et al., 2018), para el cultivo de Plátano (González Gordon, 2017; Rodríguez. Vianel & Rodríguez, 1997), para el cultivo de Rosas (Franco Hermida et al., 2013), que con la variedad de cultivos y su importancia a nivel económico y social es realmente bajo (Villamil Carvajal et al., 2021).

En el cultivo de caña de azúcar en Colombia, a pesar de los más de 100 años de historia de producción, no ha sido utilizada la metodología DRIS, para diagnosticar y generar los planes de fertilización, si existen para el cultivo en otras regiones como Estados Unidos (J. M. McCray et al., 2010), en Venezuela (Sánchez Galíndez et al., 2009), Brasil (Cheavegatti-Gianotto et al., 2011; da Silva Calheiros, Freire, Filho, Almeida de Oliveira, et al., 2018; da Silva Calheiros, Freire, Filho, Oliveira, et al., 2018; Dias et al., 2011; Flores et al., 2022; Lemos dos Santos et al., 2022; Piperas Vassílios et al., 2009; Reis Jr & Monnerat, 2002), y en Suráfrica (Reis Junior & Monnerat, 2002; Sumner & Beaufils, 1975; Walworth & Sumner, 1987).

Acorde a la validación realizada según las normas DRIS identificadas e implementadas para el cultivo de caña de azúcar, éstas no son universales y responden a condiciones particulares de interacción con el ambiente y con determinada variedad o material específico, por lo cual deben ser generadas para los sitios según sus condiciones (Chacón Pardo, 2012; Reis Junior & Monnerat, 2002; Walworth & Sumner, 1987).

Así, al comparar normas DRIS para el mismo cultivo, en condiciones de suelo, climáticas y de poblaciones de variedades diferentes, éstas también son diferentes (**Tabla 5.**)

Tabla 5: Adaptación de Normas DRIS para caña de azúcar desarrolladas por Beaufils y Sumner, Elwali y Gascho y Reis Jr.

| Relaciòn | Norma DRIS | Promedio | CV (%) | Relaciòn | Norma DRIS | Promedio | CV (%) |
|----------|-------------------|----------|--------|----------|---------------------|----------|--------|
| N/P | Beaufils y Sumner | 8.197 | 16 | K/Mg | Beaufils y Sumner | 5.376 | 36.2 |
| | Elwali y Gascho | 8.706 | 13.8 | | Elwali y Gascho | 6.135 | 31.9 |
| | Reis Jr | 7.21 | 20.5 | | Reis Jr | 5.07 | 32.5 |
| N/K | Beaufils y Sumner | 1.511 | 21 | K/Cu | Beaufils y Sumner | | |
| | Elwali y Gascho | 1.526 | 16.8 | | Elwali y Gascho | 3.03 | 37.3 |
| | Reis Jr | 1.24 | 26.1 | | Reis Jr | 2.352 | 36.2 |
| N/Ca | Beaufils y Sumner | 7.813 | 28 | Mn/K | Beaufils and Sumner | | |
| | Elwali y Gascho | 6.622 | 21.2 | | Elwali and Gascho | 2.167 | 69.2 |
| | Reis Jr | 4.098 | 42.2 | | Reis Jr | 6.17 | 34.3 |
| N/Mg | Beaufils y Sumner | 8.607 | 27 | Zn/K | Beaufils y Sumner | | |
| | Elwali y Gascho | 8.849 | 24.8 | | Elwali y Gascho | 1.57 | 27.4 |
| | Reis Jr | 6.18 | 35.6 | | Reis Jr | 1.137 | 18.3 |
| N/Cu | Beaufils y Sumner | | | Ca/Mg | Beaufils y Sumner | 1.158 | 31.5 |
| | Elwali y Gascho | 4.998 | 37.7 | | Elwali y Gascho | 1.373 | 27.7 |
| | Reis Jr | 3.04 | 18.5 | | Reis Jr | 1.34 | 32.3 |
| Mn/N | Beaufils y Sumner | | | Cu/Ca | Beaufils y Sumner | | |
| | Elwali y Gascho | 1.064 | 65.1 | | Elwali y Gascho | 1.346 | 43.6 |
| | Reis Jr | 4.95 | 20.2 | | Reis Jr | 1.414 | 32.3 |
| Zn/N | Beaufils y Sumner | | | Mn/Ca | Beaufils y Sumner | | |
| | Elwali y Gascho | 1.06 | 19.8 | | Elwali y Gascho | 6.658 | 72.5 |
| | Reis Jr | 0.952 | 13.8 | | Reis Jr | 19.04 | 50 |
| K/P | Beaufils y Sumner | 5.467 | 29.2 | Zn/Ca | Beaufils y Sumner | | |
| | Elwali y Gascho | 5.633 | 18.4 | | Elwali y Gascho | 6.789 | 27 |
| | Reis Jr | 6.03 | 24.4 | | Reis Jr | 4.048 | 35.3 |
| Ca/P | Beaufils y Sumner | 1.146 | 28.3 | Cu/Mg | Beaufils y Sumner | | |
| | Elwali y Gascho | 1.314 | 26.6 | | Elwali y Gascho | 1.811 | 41.3 |
| | Reis Jr | 1.66 | 34.4 | | Reis Jr | 2.05 | 38.7 |
| P/Mg | Beaufils y Sumner | 1.039 | 28.6 | Mn/Mg | Beaufils y Sumner | | |
| | Elwali y Gascho | 1.016 | 28.9 | | Elwali y Gascho | 8.857 | 77 |
| | Reis Jr | 0.769 | 32.8 | | Reis Jr | 30.303 | 9.5 |
| Cu/P | Beaufils y Sumner | | | Zn/Mg | Beaufils y Sumner | | |
| | Elwali y Gascho | 1.7 | 40.6 | | Elwali y Gascho | 9.091 | 28.9 |
| | Reis Jr | 2.38 | 13.3 | | Reis Jr | 5.77 | 29.7 |
| Mn/P | Beaufils y Sumner | | | Mn/Cu | Beaufils y Sumner | | |
| | Elwali y Gascho | 9.2086 | 3.2 | | Elwali y Gascho | 9.98 | 95.4 |
| | Reis Jr | 36.3 | 35.3 | | Reis Jr | 15.303 | 1.9 |
| Zn/P | Beaufils y Sumner | | | Zn/Cu | Beaufils y Sumner | | |
| | Elwali y Gascho | 9.08 | 23.8 | | Elwali y Gascho | 5.22 | 38.5 |
| | Reis Jr | 6.87 | 17.4 | | Reis Jr | 2.832 | 16.8 |
| K/Ca | Beaufils y Sumner | 4.878 | 34.7 | Zn/Mn | Beaufils y Sumner | | |
| | Elwali y Gascho | 4.504 | 28.4 | | Elwali y Gascho | 1.008 | 74.2 |
| | Reis Jr | 3.333 | 56.2 | | Reis Jr | 0.191 | 27 |

Fuente: Adaptado de Reis Junior & Monnerat (2002).

3. Materiales y métodos.

3.1 Localización.

El trabajo se llevó cabo con resultados de las unidades productivas del cultivo de caña de azúcar ubicadas en la zona centro sur del valle geográfico del río Cauca, localizados entre las coordenadas (sistema de referencia WGS 84) 3°48'31.8"N – 76°20'50.1"O, 3°36'44.0"N – 76°11'39.7"O, 3°06'42.6"N – 76°19'49.0"O, 3°3'26.93"N – 76°29'14.07"O y 3°33'23.50"N – 76°29'6.36"O.

Las condiciones agroclimáticas presentes en la zona, se definen, como ambiente seco-semiseco y piedemonte, zonas con déficit y exceso de humedad, permeabilidad del suelo de media a alta (Quintero Durán et al., 2008), altura 1000 - 2000 msnm (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC & Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, 2015) y la precipitación anual media 1000 - 2000 mm (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC & Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, 2015).

3.2 Metodología.

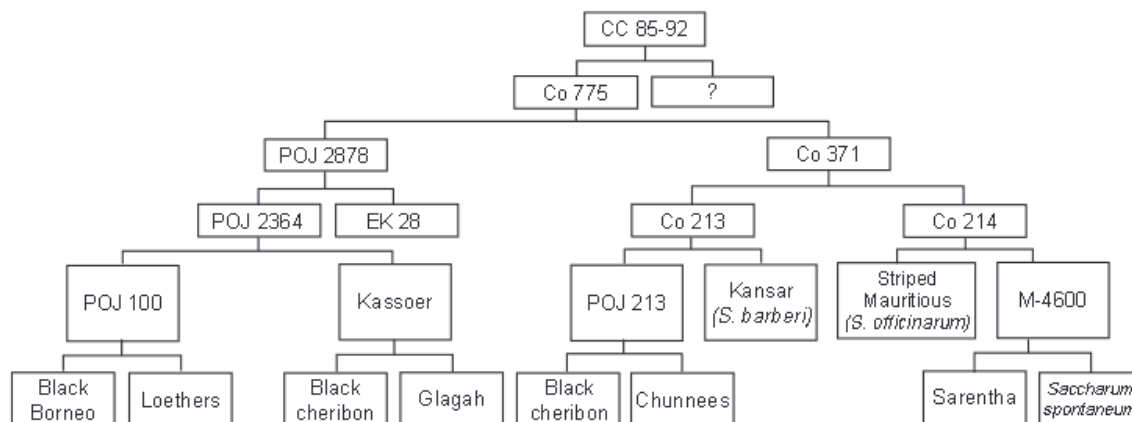
3.2.1 Selección de variedades

Para la realización del trabajo, se seleccionaron las variedades con mayor área sembrada comercialmente en el valle geográfico del río Cauca, éstas fueron la CC 85-92 y la CC 01-1940 (Salazar, 2021).

- CC 85-92: variedad de caña obtenida del trabajo de mejoramiento genético en el año 1985, originada por policruzamiento de la variedad de caña Co 775 como madre y sin identificar la variedad del padre que aportó el material que fecundó la semilla que originó la variedad (Cenicaña, 2002), en su árbol genealógico está la

variedad POJ 2878 utilizada ampliamente como progenitor en procesos de mejoramiento y de alta adaptabilidad (**Figura 4.**).

Figura 4. Genealogía de la variedad de caña de azúcar Cenicaña Colombia (CC) 85-92.



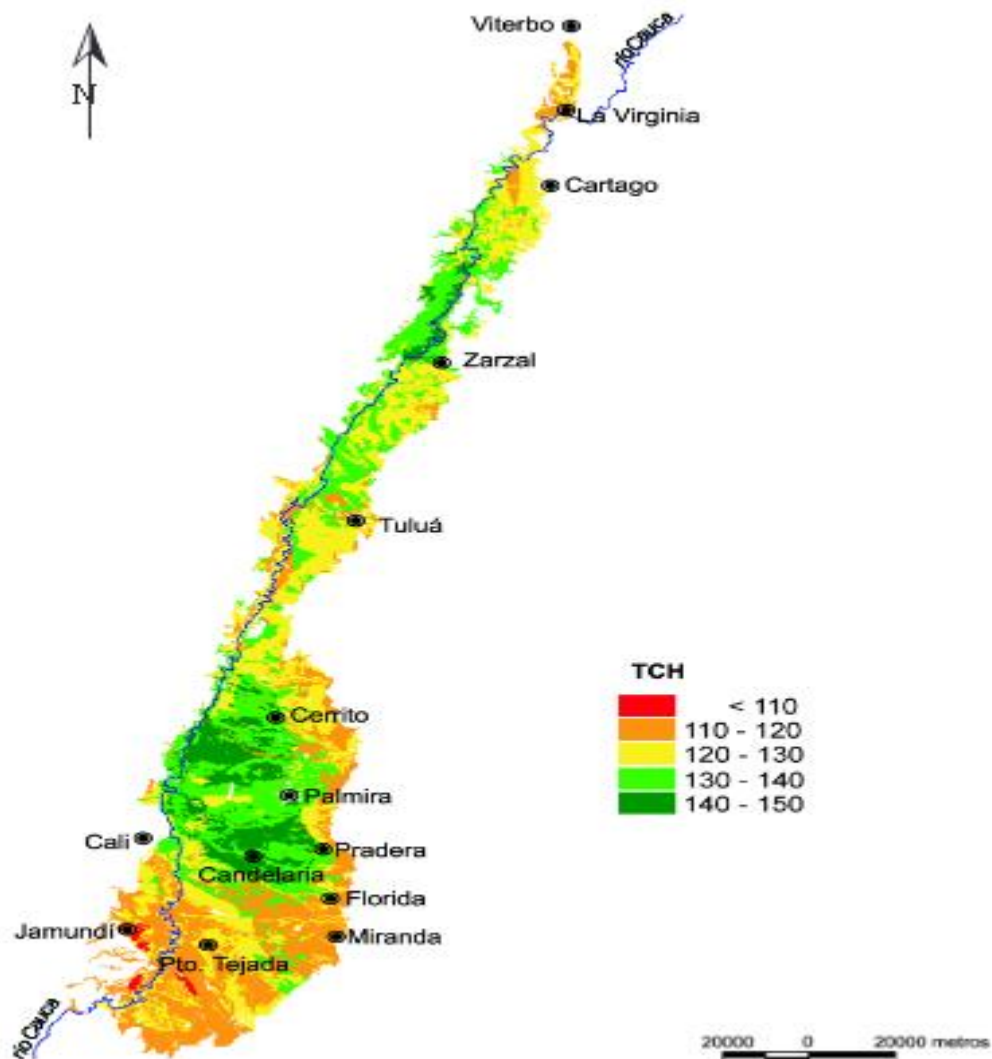
Fuente: Tomado de Cenicaña (2002).

El mejor desarrollo de la variedad CC 85-92, se presenta en suelos con condiciones de pH 5.5 a 6.5, profundos y con buen drenaje, texturas francas y franco-arcillosas. Suelos con pH bajos inferiores a 5.5 presentan problemas por toxicidad de Aluminio, y pH superiores a 8 presentan problemas por salinidad y toxicidad por Sodio (Cenicaña, 2002).

Los requerimientos nutricionales de la variedad CC 85-92, están definidos por la productividad de los tallos molederos y las estructuras de acumulación de nutrientes asociadas a la biomasa (**Tabla 1.**). Es de manera particular exigente en requerimiento de Potasio, al extraer cerca de dos veces este elemento con 199 Kg/ 100 Toneladas de tallos molederos, respecto al Nitrógeno cuya extracción es de 111 Kg/100 Toneladas de tallos molederos (Cenicaña, 2002).

La productividad de la variedad CC 85-92 en Toneladas de Caña por Hectárea (TCH), registrada entre los años 1990 y 2000, osciló entre 120 y 150 en las zonas planas con humedad adecuada desde el municipio de Candelaria hasta el municipio de Cartago (**Figura 5.**), mientras el rendimiento (% de azúcar) estuvo entre 10.6 y 12.6, con la mayor proporción entre 11.0 y 12.0 (Cenicaña, 2002).

Figura 5. Rangos de TCH para la variedad CC 85-92 en el valle del río Cauca, Colombia 1990-2000.



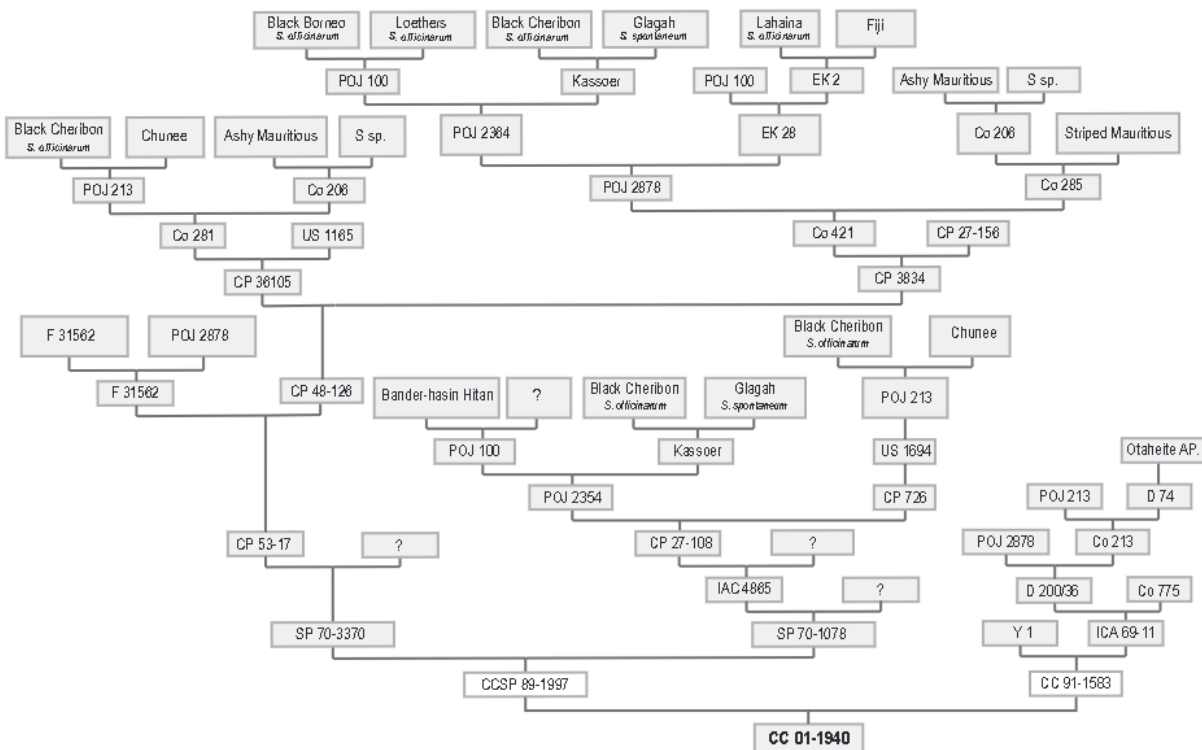
Fuente: Tomado de Cenicaña (2002).

La edad de optima de cosecha para la variedad CC 85-92, estuvo definida para primer período seco diciembre a febrero entre 13 -14 meses, segundo período seco junio a agosto 14 -15 meses, primer período lluvioso marzo a mayo 12.5 – 14 meses y segundo período lluvioso septiembre a noviembre 13 – 14 meses (Cenicaña, 2002).

- CC 01-1940: variedad obtenida por el cruzamiento entre las variedades CCSP 89-1997 y CC 91-1583, variedades que fueron sometidas a fotoperíodo para inducir

su floración debido a que no habían florecido de manera natural en las condiciones del valle del río Cauca (Cenicaña, 2018a), su árbol genealógico resultó de consultas en libros de campo (**Figura. 6**).

Figura 6. Genealogía de la variedad CC 01-1940.



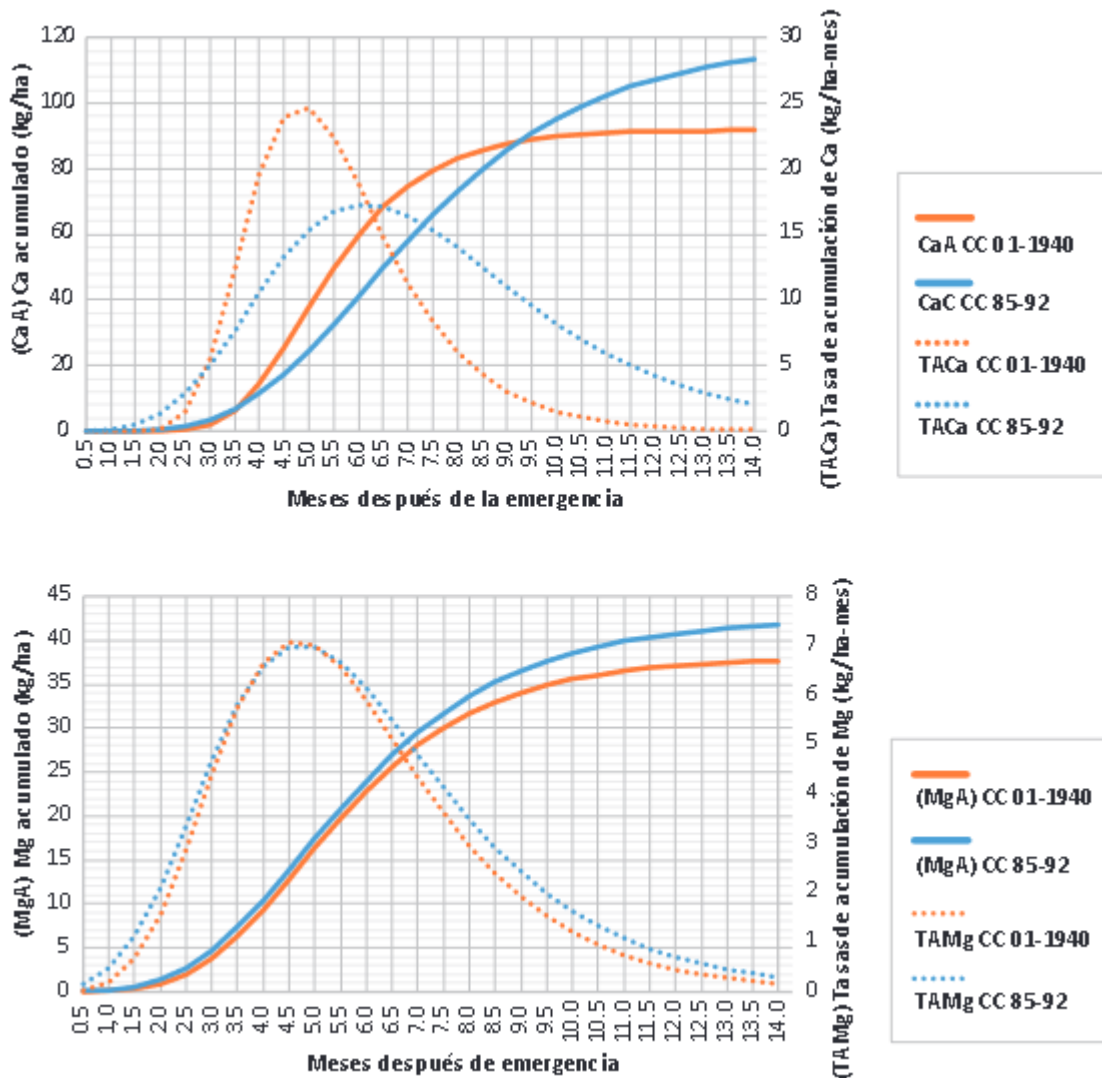
Fuente: Tomado de Cenicaña (2018).

Los requerimientos nutricionales de la variedad CC 01-1940, están definidos por la extracción de nutrimentos para producir una tonelada de los tallos (**Tabla 3.**). Al igual que la variedad CC 85-92, es de manera particular exigente en requerimiento de Potasio. Extrae casi tres veces K con respecto al Nitrógeno por tonelada de tallos molederos (Cenicaña, 2018a).

Sin embargo, y a pesar de tener una extracción menor por tonelada de tallos molederos de caña para nutrimentos como el N, P, Mg, S, Mn y B (comparado con CC 85-92), su dinámica de absorción de acuerdo con el desarrollo de la planta (fenología), hace que su disponibilidad se vea afectada por relaciones desbalanceadas con otros nutrimentos

(posible caso de extracción de Mg y respecto a extracción de Ca) debido a competencia por coincidencia en período de mayor demanda (**Figura. 7**).

Figura 7. Dinámica temporal de la acumulación del Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) en las variedades CC 85-92 y CC 01-1940.



Fuente: Tomado de Cenicaña (2018)

La productividad de la variedad CC 01-1940 expresada en Toneladas de Caña por Hectárea para condiciones del valle del río Cauca, fue de 130.9 como promedio de todos los ambientes evaluados para todos los ingenios y máximos de 157, presentando los mayores resultados en ambientes semisecos respecto a los ambientes húmedos, pero que redujeron % de sacarosa y por ende el rendimiento industrial (Cenicaña, 2018a).

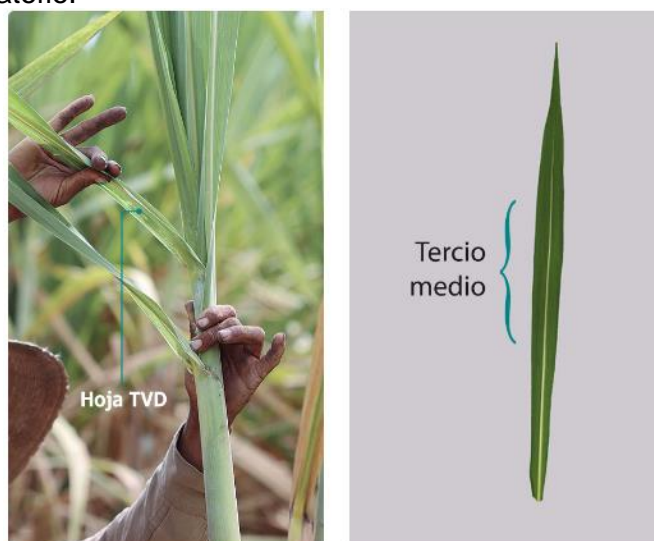
3.2.2 Muestreo foliar.

Los análisis químicos de tejido foliar son una herramienta complementaria a los análisis químicos de suelo, para determinar recomendaciones y planes de fertilización de los diferentes cultivos, en el caso del cultivo de caña son realizados con el fin de identificar elementos por debajo de los niveles definidos para la variedad y hacer aplicaciones tardías para corregirlos.

Acorde a cenicaña (2022), el muestreo de hojas se realiza a los 6 meses, de preferencia antes de las 9 de la mañana, ya que IGAC (2017) no hace relación específica a un cultivo en especial. La metodología es:

- Recorrido en campo en forma de zig-zag preferiblemente para hacer muestreo representativo a lo largo y a lo ancho.
- Suerte menor de 10 hectáreas, seleccionar 25 hojas correspondientes a la primera hoja con cuello visible o TVD (**Figura. 8**).
- Luego de colectadas las hojas por suerte, se procede a eliminar los tercios basal y apical, para al final seleccionar el tercio medio de aproximadamente 40 cm, eliminando la vena central de cada hoja (**Figura. 8**).
- Agrupar las láminas foliares y atarlos por las puntas. Etiquetar y remitir al laboratorio.

Figura 8. Detalle identificación Hoja muestreo foliar nutrición caña de azúcar y sección para envío al laboratorio.



Fuente: Tomado de Cenicaña (2022).

Las muestras de tejido foliar fueron tomadas en las unidades básicas de producción del cultivo de caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca, denominadas “suerte”, sembradas con las variedades CC 85-92 y CC 01-1940, indistintamente del tamaño (área neta), ya que los datos y recomendaciones se identifican asociados a esta unidad de producción en los predios, en los laboratorios y en los ingenios.

3.2.3 Toma de muestras para análisis de suelos.

Los análisis químicos de suelo, son una alternativa para identificar deficiencias y/o toxicidades generadas por alguno de los nutrimentos esenciales para las plantas, cuantificar su disponibilidad y, en base a éstos generar las recomendaciones de fertilización y enmiendas (Cenicaña, 2013), y la técnica para realizar el muestreo del suelo depende del objetivo del estudio (IGAC, 2017).

Acorde a cenicaña (2022), el muestreo de suelos debe realizarse con el tiempo suficiente para obtener los resultados en lotes que van a ser renovados o para definir el plan de fertilización en las socas inmediatamente después de la cosecha, la muestra no debe representar un área mayor de 10 hectáreas. Los materiales necesarios son barreno o palín, un recipiente para recolectar las submuestras, bolsas plásticas (mínimo 2 Kg de capacidad), rótulos (acorde a formato requerido), navaja y/o machete, y finalmente lapicero o marcador tipo sharpie de punta fina.

La metodología es:

- 15 a 20 submuestras para obtener muestra compuesta para cada consociación presente en la suerte o el tablón (para esto apoyarse en el mapa del estudio detallado de suelos y definir consociaciones y áreas a muestrear, ejemplo **Figura**).
- En cada sitio se debe tomar submuestras en el centro del entresurco y al lado del surco, evitar tomar submuestras en sitios no representativos del suelo como zonas arenosas, anegadas o con escombros, junto a canales de riego o drenaje, o acumulación de cenichaza o cachaza.
- Muestra tomada con barreno no debe superar 20 cm de profundidad, extraer el suelo y eliminar secciones inferior y superior, en el recipiente debe ir sólo la parte central de la muestra del barreno.

- Muestra tomada con palín, limpiar la superficie del suelo (descapote), hacer hoyo en forma de “V” con profundidad de 20 cm, extraer sección de 2-3 cm de grosor de una de las paredes del hoyo, desechar bordes y extraer parte central de la tajada de suelo, depositar en recipiente y repetir el procedimiento en cada submuestra.
- Al finalizar, mezclar todas las submuestras obtenidas en el recipiente, extraer 1 Kg del recipiente y llevar a bolsa plástica (capacidad mínima de 2 Kg). Cerrar la bolsa y roturarla con la información requerida como fecha muestreo, nombre consociación de suelo, suerte, hacienda, ingenio.

Figura 9. Mapa guía para toma muestras de suelos en cultivo de caña de azúcar en el valle del río Cauca.



Fuente: Tomado de Cenicaña (2022).

3.2.4 Metodología de análisis químico de tejido foliar.

Acorde al procedimiento estandarizado por Cenicaña (2022), la metodología de análisis químico de tejido foliar para el cultivo de caña es:

- Nitrógeno: Método Kjeldahl, que consiste en el empleo del proceso de ebullición, con uso de ácido sulfúrico concentrado que genera destrucción oxidativa de la materia orgánica de la muestra y reduce el nitrógeno orgánico a amoníaco, el amonio es capturado como bisulfato de amonio y es determinado por destilación alcalina y titulación (Romero, 1997).
- Fósforo: Método Colorimétrico, donde las cenizas son disueltas con ácido clorhídrico concentrado y diluidas en agua. La reacción con solución molibdovanadato amónico desarrolla color amarillo característico. La concentración del fósforo (P), es calculada mediante una calibración previa con fosfato patrón (Mateos & Santomá Boixeda, 2002).
- Calcio, Magnesio y Potasio: Método espectroscopía de absorción atómica, es uno de los métodos más empleado para determinación de metales, tiene especificidad, sensibilidad y facilidad de operación. En este método la solución muestra es directamente aspirada a una llama de flujo laminar. La llama tiene como función generar átomos en su estado fundamental, de los elementos presentes en la solución muestra. Temperaturas cercanas a los 1,500–3,000°C son suficientes para producir la atomización de un gran número de elementos, los que absorberán parte de la radiación proveniente de la fuente luminosa (Razmilic, 1993).
- Hierro, Cobre, Manganeso y Cinc: Método de espectroscopía de absorción atómica (mezcla nítrico-perclorica), Método espectroscopía de absorción atómica, es uno de los métodos más empleado para determinación de metales, tiene especificidad, sensibilidad y facilidad de operación. En este método la solución muestra es directamente aspirada a una llama de flujo laminar. La llama tiene como función generar átomos en su estado fundamental, de los elementos presentes en la solución muestra. Temperaturas cercanas a los 1,500–3,000°C son suficientes para producir la atomización de un gran número de elementos, los que absorberán parte de la radiación proveniente de la fuente luminosa (Razmilic, 1993).
- Determinación de Azufre: Método turbidimétrico. es una técnica analítica utilizada para determinar la forma en la que se atenúa la luz cuando se traslada mediante

una suspensión. Esto se produce gracias a los fenómenos de absorción y dispersión de la luz por causa de las partículas. Mediante la turbidimetría, se pueden deducir las dimensiones de las partículas presentes en una suspensión y demostrar la dependencia de la absorción y dispersión de la luz del tamaño de las partículas y su concentración en la suspensión (Briceño et al., 2018).

- **Determinación de Boro:** Método colorimétrico (de Azomethina-H), es una técnica colorimétrica que analiza el boro en forma de ácido bórico por la formación de un compuesto coloreado. La medición de la muestra se lleva a cabo por espectrofotometría de absorción molecular ultravioleta-visible. En presencia de ácido bórico la solución de Azomethina-H, incrementa su color amarillo en proporción a la cantidad de boro presente (Ravelo Polo, 2012).

3.2.5 Metodología de análisis químico de suelos.

Acorde al procedimiento estandarizado por Cenicaña (2022), la metodología de análisis químico de suelos es:

- **pH:** Determinación por método potenciométrico, basado en la medida del potencial eléctrico de un electrodo sumergido en una solución, a partir de allí se establece su concentración de manera directa o indirecta (Cabral & Leston Galizzi, 2006).
- **Conductividad Eléctrica (CE):** Determinación por Conductivimetría del extracto de saturación, esta técnica proporciona con exactitud la cantidad de sal presente en el suelo. Es la forma tradicional de medir la CE, se añade agua desionizada a la muestra de suelo hasta generar pasta saturada, se extrae el agua y se mide la CE de la solución obtenida (Ferrer, 2015).
- **Materia Orgánica (MO):** Digestión húmeda (Walkley-Black). Determinación por colorimetría, esta técnica consiste en la oxidación del suelo con solución de dicromato de potasio estandarizada, a partir de usar el calor generado por la dilución del ácido sulfúrico concentrado en la solución crómica. Se determina por cuantificación del color verde del ácido crómico reducido que es proporcional a la materia orgánica que reacciona (García Galvis & Ballesteros González, 2005).
- **Fósforo:** Extracción por Bray II. Determinación por colorimetría, la técnica se basa en la extracción del Fósforo (P) con solución de Fluoruro de Amonio (NH_4F) 0,003 N y Ácido Clorhídrico (HCl) 0,025 N. La determinación del P presente en el extracto

de la solución muestra, con el método de medición de color, por longitud de onda de lectura espectrofotométrica (Boschetti et al., 2003).

- Cationes Intercambiables (calcio, magnesio, sodio y potasio): Extracción con acetato de amonio, 1N, pH 7, técnica que consiste determinar la CIC según la cantidad de catión índice adsorbida, al generar el paso de esta solución por una muestra de suelo o la solución de cationes extraídos de la fase de intercambiable del suelo (Rodríguez Rodríguez et al., 2011). Determinación por espectroscopía de absorción atómica, uno de los métodos más empleado para determinación de metales, tiene especificidad, sensibilidad y facilidad de operación. En este método la solución muestra es directamente aspirada a una llama de flujo laminar. La llama tiene como función generar átomos en su estado fundamental, de los elementos presentes en la solución muestra. Temperaturas cercanas a los 1,500–3,000°C son suficientes para producir la atomización de un gran número de elementos, los que absorberán parte de la radiación proveniente de la fuente luminosa (Razmilic, 1993)
- Elementos menores (hierro, cobre, manganeso y cinc): Extracción por Mehlich I o doble ácido, técnica de extracción con solución mezcla de ácido clorhídrico y ácido sulfúrico, que solubiliza los elementos debido al pH ácido (Rua Joao, s. f.). Determinación por espectroscopía de absorción atómica, uno de los métodos más empleado para determinación de metales, tiene especificidad, sensibilidad y facilidad de operación. En este método la solución muestra es directamente aspirada a una llama de flujo laminar. La llama tiene como función generar átomos en su estado fundamental, de los elementos presentes en la solución muestra. Temperaturas cercanas a los 1,500–3,000°C son suficientes para producir la atomización de un gran número de elementos, los que absorberán parte de la radiación proveniente de la fuente luminosa (Razmilic, 1993).
- Boro: Extracción con agua caliente, técnica que consiste en disponer una muestra de suelos (2 g) previamente tamizado en malla de 2mm, depositar en recipiente con 10 mL de agua y llevarlos a microondas, subir la temperatura (de manera programada) cada 5 minutos hasta llegar a 100°C, mantener esta temperatura constante por 5 minutos, finalmente dejar enfriar a estado ambiental (Segura et al., 2010). Determinación por colorimetría (Azomethina-H), es una técnica colorimétrica que analiza el boro en forma de ácido bórico por la formación de un compuesto coloreado. La medición de la muestra se lleva a cabo por espectrofotometría de

absorción molecular ultravioleta-visible. En presencia de ácido bórico la solución de Azomethina-H, incrementa su color amarillo en proporción a la cantidad de boro presente (Ravelo Polo, 2012).

- Azufre: Extracción con fosfato de calcio, técnica basada en la utilización de solución de fosfato de calcio para extraer los sulfatos solubles y adsorbidos en la muestra de suelo, el calcio es usado por su capacidad floculante en coloides de suelo (Arbeláez Silva et al., 2021). Determinación por turbidimetría, es una técnica analítica utilizada para determinar la forma en la que se atenúa la luz cuando se traslada mediante una suspensión. Esto se produce gracias a los fenómenos de absorción y dispersión de la luz por causa de las partículas. Mediante la turbidimetría, se pueden deducir las dimensiones de las partículas presentes en una suspensión y demostrar la dependencia de la absorción y dispersión de la luz del tamaño de las partículas y su concentración en la suspensión (Briceño et al., 2018).

3.3 Determinación de las Normas DRIS.

3.3.1 Selección de población referencia.

Los resultados de los análisis químicos de tejido foliar fueron organizados acorde a los datos de productividad de las unidades de producción del cultivo de caña de azúcar (suertes) donde fueron tomados.

Posteriormente se llevó a cabo estadística descriptiva para definir los valores de media, desviación estándar, coeficiente de variación.

Con los resultados obtenidos de la estadística descriptiva, se dividió la base de datos en población de alta productividad (población referencia) y población de baja productividad, para proceder con los cálculos y definición de las normas DRIS y de índices de balance respectivos para cada elemento (Chacón Pardo, 2012; Herrera P., 2015; Piperas Vassílios et al., 2009; Rodríguez. Vianel & Rodríguez, 1997; Sánchez Galíndez et al., 2009; Sumner & Beaufils, 1975; Walworth & Sumner, 1987).

3.3.2 Determinación de normas DRIS de tejido foliar.

Para el cálculo de las normas DRIS se utilizó la metodología de Beaufils 1973, validada para muestreos del cultivo de caña de azúcar (Beaufils & Sumner, 1977) y empleada para otros cultivos como el caso de Palma de aceite, Plátano y Caucho (Chacón Pardo, 2012; González Gordon, 2017; Herrera P., 2015).

Con los resultados de los análisis químicos de tejido foliar de la población referencia, fueron calculados las relaciones directa e inversa entre los diferentes nutrientes (Mourão Filho, 2004), haciendo pares entre ellos.

La relación directa fue identificada por la aparición en el numerador del nutriente en revisión (A/B), mientras que la relación inversa fue en la cual el nutriente estudiado aparece en el denominador (B/A). Se aplicó estadística descriptiva a los datos obtenidos y la cantidad de posibles relaciones determinada por la ecuación:

$$RP=n*(n-1). \text{ Tomado de Herrera P. (2015)}$$

Donde, RP = número de relaciones posibles y, n=número de nutrientes en validación.

Posteriormente, procedió la selección de las normas DRIS basado en la prueba de comparación de varianzas (S^2), cuando el cociente entre la varianza de la población no referencia o de baja productividad S_1^2 (A/B) respecto a la varianza de la población referencia S_2^2 (A/B) presentó el mayor valor, acorde a la condición:

$$\left[\frac{S_1^2 (A/B)}{S_2^2 (A/B)} \right] > \left[\frac{S_1^2 (B/A)}{S_2^2 (B/A)} \right]$$

Adaptado de Herrera P. (2015)

La norma fue determinada por la relación A/B, en caso contrario la norma fue definida por la relación B/A.

3.4 Determinación de Índices de Balance de Nutrientes (IBN) de tejido foliar.

Posterior a la definición de las normas DRIS, fueron calculados los índices DRIS para cada nutriente individual.

El cálculo se realizó en 2 pasos: primero la función para la relación de cada par de nutrientes, luego la suma de funciones que involucra cada nutriente (Mourão Filho, 2004). Así los índices para cada nutriente, en un caso hipotético del nutriente A al N, se pudo calcular con las ecuaciones siguientes (Walworth & Sumner, 1987):

$$\text{Índice de A} = \frac{[f(A/B) + f(A/C) + f(A/D) \dots + f(A/N)]}{Z}$$

$$\text{Índice de B} = \frac{[-f(A/B) + f(B/C) + f(B/D) \dots + f(B/N)]}{Z}$$

$$\text{Índice de N} = \frac{[-f(A/N) - f(B/N) + f(C/N) \dots + f(M/N)]}{Z}$$

Tomado de Mourão Filho (2004).

Así, cuando A/B es mayor o igual a a/b,

$$f(A/B) = \left(\frac{A/B}{a/b} \right) - 1 * \frac{1000}{CV}$$

Adaptado de Mourão Filho (2004).

O, cuando A/B es menor que a/b,

$$f(A/B) = 1 - \left(\frac{a/b}{A/B} \right) * \frac{1000}{CV}$$

Adaptado de Mourão Filho (2004).

En la ecuación, A/B es la relación de nutrientes del tejido de la planta a ser diagnosticada, mientras a/b es el valor óptimo o norma para la relación dada, CV es el valor del coeficiente de variación para la norma y, Z es el número de funciones en la composición del índice el nutriente. Los valores para las otras funciones, tales como $f(A/C)$ y $f(A/D)$ son calculados de la misma manera, usando las normas y el CV apropiadas.

En resumen, un índice de nutrientes es la función promedio de todas las relaciones que contiene el nutriente dado. Los componentes de este valor promedio son ponderados por el CV recíproco de la población de alta productividad o población referencia (Basavaraj et al., 2016; Flores et al., 2022; González Gordon, 2017; Herrera P., 2015; Mourão Filho, 2004).

3.5 Variables de respuesta.

Como variables de respuesta se tendrá:

- Normas DRIS para los elementos en tejido foliar, Nitrógeno (N), Potasio (K), Fósforo (P), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg).
- Índices de balance para los nutrientes en tejido foliar, Nitrógeno (N), Potasio (K), Fósforo (P), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg).

3.6 Análisis estadístico de los resultados.

Acorde a la metodología y las variables a evaluar como respuesta, se utilizó:

- Estadística descriptiva.
- Análisis de varianza.
- Análisis de regresión múltiple.
- Análisis de componentes principales.

4. Resultados y Discusión.

4.1 Establecimiento Población referencia.

Acorde a los resultados promedio de productividad para las cañas cultivadas en el valle geográfico del río Cauca, el valor definido como referencia de alta productividad fue 130 TCH (Toneladas de caña por hectárea) (Cenicaña, 1995), asumido este valor como aceptado para alta productividad para las condiciones del valle del río Cauca, elección similar a lo definido en establecimiento de normas DRIS en Brasil, donde la producción referencia fue de 80 TCH (Flores et al., 2022). Todos los datos de productividad inferiores a 130 TCH se consideraron como baja productividad.

Los datos de producción fluctuaron para la variedad CC 85-92 desde 35.5 hasta 161.36 TCH, mientras para la variedad CC 01-1940 fluctuaron desde 44.74 hasta 165.39 TCH, y con su respectivo reporte de resultado de los análisis foliares conformaron la base de datos para el análisis estadístico.

Adicionalmente, la congruencia de datos referidos para población de alta productividad como mínimo el 10% del total de datos estudiados (Herrera P., 2015; Mourão Filho, 2004), los datos de las dos variedades respecto a alta productividad en la población referencia superan el 10% del total de datos.

4.2 Resultados análisis químico de suelos.

Acorde a las investigaciones realizadas por Cenicaña, los niveles de referencia de los elementos a nivel de suelo para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca, se clasifican según contenido como bajo, medio y alto (**Tabla 6.**).

Tabla 6. Niveles referencia para análisis químico de suelos en Caña de azúcar acorde a Cenicaña.* Valores definidos por el ingenio azucarero.

| Rango | pH | (g/Kg) | (mg/Kg) | Cmol/Kg | | |
|-------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|------------|
| | | MO | P Bray II | Ca* | Mg* | K |
| bajo | <5.5 | <20 | <5 | <3 | <1.5 | <0.15 |
| medio | 5.5 - 6.9 | 20- 40 | 5 - 10 | 3 - 6 | 1.5 - 2.5 | 0.15 - 0.3 |
| alto | >6.9 | >40 | >10 | >6 | >2.5 | >0.3 |

Fuente: Adaptado de Quintero Durán (1993).

Los resultados promedio para los análisis químicos de suelo, donde se estableció la variedad CC 85-92 se presentan en la **Tabla 7**. El pH estaba en el rango adecuado (disponibilidad alta de la mayor parte de los nutrimentos del suelo), acorde a lo planteado por Cenicaña (Cenicaña, 2002; Garrido Valero, 1994), y en nivel ligeramente ácido a neutro (IGAC, 2021), MO en nivel medio, el P al igual que Ca y Mg se presentaron en nivel alto, y el K se presentó en nivel medio.

Tabla 7. Resultados promedio análisis químico de suelos suertes sembradas con la variedad de caña CC 85-92, orden descendente en las filas para promedio general arriba, promedio población de alta productividad línea central, y, promedio de baja productividad línea inferior.

| pH | (g/Kg) | (mg/Kg) | Cmol/Kg | | |
|------|--------|-----------|---------|------|------|
| | MO | P Bray II | Ca | Mg | K |
| 6.58 | 22.5 | 35.72 | 12.43 | 5.34 | 0.24 |
| 6.90 | 25.5 | 58.74 | 13.72 | 5.72 | 0.26 |
| 6.53 | 22.0 | 32.07 | 12.23 | 5.28 | 0.24 |

Los resultados promedio para los análisis químicos de suelo, donde se estableció la variedad CC 01-1940 se presentan en la **Tabla 8**. El pH se presentó en el rango ligeramente ácido a neutro (IGAC, 2021), MO en nivel medio, el P en nivel alto para la población de alta productividad y bajo para la población de baja productividad, el Ca y Mg se presentaron en nivel alto, y el K se presentó en nivel medio (Garrido Valero, 1994; Quintero Duran, 1993).

Tabla 8. Resultados promedio análisis químico de suelos suertes sembradas con la variedad de caña CC 01-1940, orden descendente en las filas para promedio general arriba, promedio población de alta productividad línea central, y, promedio de baja productividad línea inferior.

| pH | (g/Kg) | (mg/Kg) | Cmol/Kg | | |
|------|--------|-----------|---------|------|------|
| | MO | P Bray II | Ca | Mg | K |
| 7.19 | 22.4 | 27.64 | 16.61 | 6.91 | 0.24 |
| 7.21 | 22.2 | 28.13 | 16.67 | 6.84 | 0.24 |
| 6.21 | 31.3 | 5.69 | 13.73 | 9.74 | 0.24 |

4.3 Resultados de Análisis químico de tejido foliar.

En relación con el contenido nivel foliar, según el rango definido por Cenicaña como adecuado para las variedades CC 85-92 y CC 01-1940 (**Tabla 9**).

Tabla 9. Contenido foliar óptimo de nutrimentos para cañas de 6 meses de edad variedades CC85-92 y CC 01-1940.

| Nutriente | (%) | | | | | (ppm) | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|-------|--------|-------|-----|-------|------|
| | N | P | K | Ca | Mg | S | Fe | Mn | Cu | Zn | B |
| CC 85-92 | 1.55 | 0.23 | 1.32 | 0.3 | 0.26 | 0.16 | 99.49 | 41.64 | 4.9 | 11.75 | 4.58 |
| CC 01-1940 | 1.96 | 0.25 | 1.71 | 0.36 | 0.21 | 0.16 | 103.56 | 40.64 | 6.4 | 13.72 | 1.82 |

Fuente: Adaptado de Cenicaña (2018).

Para la variedad CC 01-1940 (**Tabla 10**), la población referencia presentó valores de Nitrógeno (N) superiores al nivel definido como adecuado, Fósforo (P), Potasio (K) y Magnesio (Mg) por debajo del nivel adecuado y Calcio (Ca) en nivel adecuado.

Para la población de baja productividad de la variedad CC 01-1940, todos los nutrimentos analizados N, P, K, Ca y Mg tuvieron promedio inferior al nivel de referencia definido como adecuado.

Los resultados muestran que la diferencia de los valores promedio para elementos como el Nitrógeno y Magnesio fue altamente significativa ($<0.01 P$), el Potasio y Ca presentaron diferencias significativas ($<0.05P$), el Fosforo no presentó diferencia, para las poblaciones de alta productividad y baja productividad en la variedad CC 01-1940.

Tabla 10. Estadística descriptiva para contenido de nutrientes a nivel foliar para población de referencia y de baja productividad variedad CC 01-1940, *DS 0.05, **DS 0.01.

| | Población de alta productividad (A) | | | Población de baja productividad (a) | | |
|-----------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|
| | Media | Coef. Vari % | Desviación Estándar | Media | Coef. Vari % | Desviación Estándar |
| N** | 2.128 | 14.964 | 0.318 | 1.834 | 15.214 | 0.279 |
| P | 0.216 | 8.854 | 0.019 | 0.216 | 14.558 | 0.031 |
| (%MS) K* | 1.525 | 9.540 | 0.146 | 1.468 | 13.719 | 0.201 |
| Ca* | 0.369 | 15.428 | 0.057 | 0.341 | 24.682 | 0.084 |
| Mg | 0.171 | 17.804 | 0.030 | 0.148 | 30.063 | 0.044 |

Para el caso de la variedad CC 85-92 (**Tabla 11**), la población referencia presentó Nitrógeno (N) Fósforo (P), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) promedio inferior del nivel definido como adecuado, el Potasio (K) presentó valor superior al nivel definido como adecuado.

Para la población de baja productividad de la variedad CC 85-92, el Nitrógeno presentó nivel superior al definido como adecuado (Cenicaña, 2002, 2018a), el Fósforo (P), el Potasio (K), el Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) presentaron promedio inferior al nivel de referencia definido como adecuado (Cenicaña, 2002).

La media de Nitrógeno presentó diferencia altamente significativa ($<0.01P$), el Magnesio presentó diferencia significativa ($<0.05 P$), mientras el Fósforo, Potasio y Calcio no presentaron diferencias significativas entre la población de referencia y de baja productividad de la variedad CC 85-92.

Tabla 11. Promedio, Coeficiente de variación y desviación estándar para los resultados químicos de contenido de nutrientes a nivel foliar población de referencia y de baja productividad variedad CC 85-92, *DS 0.05, **DS 0.01.

| | Población de alta productividad (A) | | | Población de baja productividad (a) | | |
|----------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|
| | Media | Coef. Vari % | Desviación estándar | Media | Coef. Vari % | Desviación estándar |
| N** | 1.488 | 13.551 | 0.202 | 1.556 | 13.673 | 0.213 |
| P | 0.198 | 21.707 | 0.043 | 0.195 | 21.387 | 0.042 |
| (%MS) K | 1.369 | 10.674 | 0.146 | 1.356 | 12.146 | 0.165 |
| Ca | 0.249 | 16.644 | 0.041 | 0.249 | 20.236 | 0.050 |
| Mg* | 0.162 | 21.393 | 0.035 | 0.169 | 20.808 | 0.035 |

4.4 Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación DRIS.

El Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS por sus siglas en inglés), parte fundamentalmente de la definición de las normas, que son la referencia a partir de la selección de la relación de varianzas con mayor valor, definido para cada par de nutrientes (Bangroo et al., 2010; Flores et al., 2022; González Gordon, 2017; Herrera P., 2015; Reis Jr & Monnerat, 2002; Walworth & Sumner, 1987).

Éstas se seleccionan por cociente, es decir N/P, N/K o sus recíprocos. A pesar que se pueden tomar también las relaciones por producto cuando algunos de éstos nutrientes tienden a decrecer conforme aumenta la edad del tejido foliar y otros siguen creciendo, en este trabajo se tomaron muestras a una misma edad y en la misma hoja referencia (Franco Hermida et al., 2013; Walworth & Sumner, 1987).

4.4.1 Normas DRIS foliar.

Se procedió con estadística descriptiva para la población referencia y no referencia, específicamente hablando de media, coeficiente de variación y varianza (**Tabla 10 y 11**).

Posteriormente, se calculó el promedio por cociente de la relación dual entre los nutrimentos, para los resultados de los elementos analizados para la variedad CC 01-1940 (**Tabla 12**), tanto para la población referencia o de Alta productividad, como para la población de baja productividad.

Éste dato es necesario, para luego ser utilizado en el cálculo de las normas referencia para esta variedad, como se indica en el numeral **3.3.2**, donde el resultado de la división de las varianzas para las relaciones directa e inversa, es comparada para seleccionar la relación con el mayor valor (cociente) de las varianzas. Este resultado define, la relación dual que se convierte en la referencia o Norma para proceder con los siguientes cálculos.

Tabla 12. Relaciones duales por par de nutrimentos para definir normas a usar variedad CC 01-1940.

| | Población de alta productividad (A) | | | Población de baja productividad (a) | | |
|-------|-------------------------------------|--------------|----------|-------------------------------------|--------------|----------|
| | Media | Coef. Vari % | Varianza | Media | Coef. Vari % | Varianza |
| N/P | 9.886 | 0.149 | 2.157 | 8.588 | 0.173 | 2.202 |
| N/K | 1.399 | 0.190 | 0.071 | 1.284 | 0.247 | 0.100 |
| N/Ca | 5.901 | 0.171 | 1.022 | 5.632 | 0.246 | 1.927 |
| N/Mg | 12.733 | 0.158 | 4.040 | 13.116 | 0.234 | 9.426 |
| P/N | 0.104 | 0.170 | 0.000 | 0.120 | 0.165 | 0.000 |
| P/K | 0.142 | 0.134 | 0.000 | 0.152 | 0.284 | 0.002 |
| P/Ca | 0.603 | 0.172 | 0.011 | 0.665 | 0.246 | 0.027 |
| P/Mg | 1.314 | 0.211 | 0.077 | 1.545 | 0.224 | 0.120 |
| K/N | 0.746 | 0.229 | 0.029 | 0.823 | 0.235 | 0.037 |
| K/P | 7.180 | 0.123 | 0.783 | 6.942 | 0.198 | 1.890 |
| K/Ca | 4.349 | 0.233 | 1.024 | 4.571 | 0.265 | 1.468 |
| K/Mg | 9.471 | 0.258 | 5.988 | 10.865 | 0.317 | 11.828 |
| Ca/N | 0.175 | 0.186 | 0.001 | 0.188 | 0.239 | 0.002 |
| Ca/P | 1.704 | 0.164 | 0.078 | 1.595 | 0.253 | 0.162 |
| Ca/K | 0.242 | 0.228 | 0.003 | 0.241 | 0.378 | 0.008 |
| Ca/Mg | 2.186 | 0.152 | 0.111 | 2.425 | 0.290 | 0.494 |
| Mg/N | 0.081 | 0.161 | 0.000 | 0.081 | 0.284 | 0.001 |
| Mg/P | 0.792 | 0.197 | 0.024 | 0.687 | 0.294 | 0.041 |
| Mg/K | 0.113 | 0.256 | 0.001 | 0.107 | 0.503 | 0.003 |
| Mg/Ca | 0.467 | 0.134 | 0.004 | 0.448 | 0.303 | 0.018 |

Luego, se definieron las normas DRIS para la variedad de caña de azúcar CC 01-1940 (**Tabla 13**), por mayor valor de relación de varianzas acorde a lo indicado en el numeral **3.3.2** (Herrera P., 2015; Reis Jr & Monnerat, 2002; Walworth & Sumner, 1987).

Así, las normas de la variedad CC 01-1940 fueron definidas para las relaciones: **N/K, P/N, P/K, P/Ca, Ca/N, Ca/K, Mg/N, Mg/P, Mg/K y Mg/Ca**.

Tabla 13. Relación de varianzas y normas seleccionadas variedad CC 01-1940.

| Relación de nutrientes | Relación de varianzas Var(A)/Var(a) | Relación de varianzas Var(a)/Var(A) | Norma |
|------------------------|--|--|-------|
| N/P | 0.980 | 1.021 | 1.021 |
| N/K | 0.704 | 1.420 | 1.420 |
| N/Ca | 0.530 | 1.885 | 1.885 |
| N/Mg | 0.429 | 2.333 | 2.333 |
| P/N | 0.793 | 1.262 | 1.262 |
| P/K | 0.194 | 5.144 | 5.144 |
| P/Ca | 0.403 | 2.484 | 2.484 |
| P/Mg | 0.640 | 1.562 | 1.562 |
| K/N | 0.780 | 1.282 | 1.282 |
| K/P | 0.414 | 2.414 | 2.414 |
| K/Ca | 0.698 | 1.434 | 1.434 |
| K/Mg | 0.506 | 1.975 | 1.975 |
| Ca/N | 0.522 | 1.914 | 1.914 |
| Ca/P | 0.482 | 2.077 | 2.077 |
| Ca/K | 0.369 | 2.708 | 2.708 |
| Ca/Mg | 0.224 | 4.466 | 4.466 |
| Mg/N | 0.319 | 3.132 | 3.132 |
| Mg/P | 0.596 | 1.677 | 1.677 |
| Mg/K | 0.289 | 3.464 | 3.464 |
| Mg/Ca | 0.211 | 4.739 | 4.739 |
| | Norma seleccionada | | |

Posteriormente, se calculó el promedio por cociente de la relación dual entre los nutrimentos, para los resultados de los elementos analizados para la variedad CC 85-92 (**Tabla 14**), tanto para la población referencia o de Alta productividad, como para la población de baja productividad.

Éste dato es necesario, para luego ser utilizado en el cálculo de las normas referencia para esta variedad, como se indica en el numeral **3.3.2**, donde el resultado de la división de las varianzas para las relaciones directa e inversa, es comparada para seleccionar la relación con el mayor valor (cociente) de las varianzas. Este resultado define, la relación dual que se convierte en la referencia o Norma para proceder con los siguientes cálculos.

Tabla 14. Relaciones duales por par de nutrimentos para definir normas a usar variedad CC 85-92.

| | Población de alta productividad (A) | | | Población de baja productividad (a) | | |
|-------|-------------------------------------|--------------|----------|-------------------------------------|--------------|----------|
| | Media | Coef. Vari % | Varianza | Media | Coef. Vari % | Varianza |
| N/P | 7.797 | 0.201 | 2.452 | 8.396 | 0.284 | 5.682 |
| N/K | 1.095 | 0.149 | 0.027 | 1.163 | 0.171 | 0.039 |
| N/Ca | 6.119 | 0.201 | 1.516 | 6.467 | 0.218 | 1.985 |
| N/Mg | 9.497 | 0.222 | 4.447 | 9.568 | 0.224 | 4.577 |
| P/N | 0.133 | 0.204 | 0.001 | 0.127 | 0.247 | 0.001 |
| P/K | 0.144 | 0.196 | 0.001 | 0.145 | 0.216 | 0.001 |
| P/Ca | 0.817 | 0.294 | 0.058 | 0.809 | 0.273 | 0.049 |
| P/Mg | 1.266 | 0.282 | 0.127 | 1.194 | 0.267 | 0.101 |
| K/N | 0.934 | 0.152 | 0.020 | 0.884 | 0.163 | 0.021 |
| K/P | 7.198 | 0.202 | 2.109 | 7.257 | 0.236 | 2.924 |
| K/Ca | 5.656 | 0.205 | 1.346 | 5.678 | 0.245 | 1.935 |
| K/Mg | 8.814 | 0.238 | 4.406 | 8.433 | 0.259 | 4.772 |
| Ca/N | 0.170 | 0.197 | 0.001 | 0.162 | 0.226 | 0.001 |
| Ca/P | 1.325 | 0.281 | 0.138 | 1.340 | 0.314 | 0.177 |
| Ca/K | 0.184 | 0.209 | 0.001 | 0.187 | 0.268 | 0.003 |
| Ca/Mg | 1.593 | 0.257 | 0.168 | 1.510 | 0.208 | 0.099 |
| Mg/N | 0.110 | 0.210 | 0.001 | 0.110 | 0.215 | 0.001 |
| Mg/P | 0.862 | 0.322 | 0.077 | 0.903 | 0.302 | 0.074 |
| Mg/K | 0.120 | 0.246 | 0.001 | 0.127 | 0.293 | 0.001 |
| Mg/Ca | 0.665 | 0.232 | 0.024 | 0.690 | 0.205 | 0.020 |

Luego, se definieron las normas DRIS para la variedad de caña de azúcar CC 85-92 (**Tabla 15**), por mayor valor de relación de varianzas acorde a lo indicado en el numeral **3.3.2** (Herrera P., 2015; Reis Jr & Monnerat, 2002; Walworth & Sumner, 1987).

Así, las normas de la variedad CC 85-92 fueron definidas para las relaciones: **N/P**, **N/K**, **N/Ca**, **P/Mg**, **K/P**, **Ca/P**, **Ca/K**, **Ca/Mg**, **Mg/N** y **Mg/K**.

Tabla 15. Relación de varianzas y normas seleccionadas variedad CC 85-92.

| Relación de nutrientes | Relación de varianzas Var(A)/Var(a) | Relación de varianzas Var(a)/Var(A) | Norma |
|------------------------|--|--|-------|
| N/P | 0.432 | 2.317 | 2.317 |
| N/K | 0.678 | 1.475 | 1.475 |
| N/Ca | 0.764 | 1.309 | 1.309 |
| N/Mg | 0.972 | 1.029 | 1.029 |
| P/N | 0.748 | 1.337 | 1.337 |
| P/K | 0.825 | 1.213 | 1.213 |
| P/Ca | 1.183 | 0.845 | 1.183 |
| P/Mg | 1.255 | 0.797 | 1.255 |
| K/N | 0.963 | 1.038 | 1.038 |
| K/P | 0.721 | 1.386 | 1.386 |
| K/Ca | 0.696 | 1.438 | 1.438 |
| K/Mg | 0.923 | 1.083 | 1.083 |
| Ca/N | 0.841 | 1.189 | 1.189 |
| Ca/P | 0.781 | 1.280 | 1.280 |
| Ca/K | 0.585 | 1.709 | 1.709 |
| Ca/Mg | 1.696 | 0.590 | 1.696 |
| Mg/N | 0.962 | 1.039 | 1.039 |
| Mg/P | 1.038 | 0.963 | 1.038 |
| Mg/K | 0.627 | 1.595 | 1.595 |
| Mg/Ca | 1.185 | 0.844 | 1.185 |
| | Norma seleccionada | | |

Definidas las relaciones entre los pares de nutrimentos que representan las normas DRIS para cada variedad, se procede a calcular las funciones de balance de cada elemento.

Estas funciones, relacionan las normas y los coeficientes de variación de la población referencia con cada resultado de muestra foliar, según lo indicado en el numeral **3.4**, acorde a si el valor de la relación norma en la población referencia es mayor/igual o menor al de cada muestra, para las relaciones duales de nutrimentos definidos como norma.

4.4.2 Determinación de índices de balance de Nutrientes (IBN) para tejido foliar.

Con las normas DRIS calculadas y seleccionadas (por mayor valor de relación de varianza), se procedió a calcular los índices de balance de nutrientes (IBN) para N, P, K, Ca y Mg.

Primero fueron calculadas las funciones de balance de cada nutrimento con el procedimiento indicado en el numeral 3.4 (Chacón Pardo, 2012; González Gordon, 2017; Herrera P., 2015; López Montoya et al., 2018; Mourão Filho, 2004; Sumner & Beaufils, 1975; Walworth & Sumner, 1987).

Como ejemplo para la variedad CC 85-92, fueron tomados los datos correspondientes al análisis químico de tejido foliar de una de las unidades básicas de producción (suerte) y las normas DRIS seleccionadas para la variedad:

Normas **N/P, N/K, N/Ca, P/Mg, K/P, Ca/P, Ca/K, Ca/Mg, Mg/N y Mg/K.**

Valor relación resultados foliares de una suerte de la variedad CC 85-92 **N/P** = 8,610 y valor relación norma obtenida **N/P**=7,797, donde el valor de la relación de la muestra es mayor que el valor de la relación de la norma, aplica la formula:

$$f(A/B) = \left(\frac{A/B}{a/b} \right) - 1 * \frac{1000}{CV}$$

Adaptado de Mourão Filho (2004).

Así, reemplazando los valores en la fórmula:

$$f(N/P) = \left(\frac{8.610}{7.797} \right) - 1 * \frac{1000}{20,1}$$

$$f(N/P) = (1,1043 - 1) * (49,702) = 5,188$$

Valor relación resultados foliares de una suerte de la variedad CC 85-92 **N/K** = 1,134 y valor relación norma obtenida **N/K**=1,095, donde el valor de la relación de la muestra es mayor que el valor de la relación de la norma, aplica la formula:

$$f(A/B) = \left(\frac{A/B}{a/b} \right) - 1 * \frac{1000}{CV}$$

Adaptado de Mourão Filho (2004).

Así, reemplazando los valores en la fórmula:

$$f(N/K) = \left(\frac{1.134}{1,095} \right) - 1 * \frac{1000}{14,93}$$

$$f(N/K) = (1,0356 - 1) * (66,979) = 2,384$$

Valor relación resultados foliares de una suerte de la variedad CC 85-92 **N/Ca** = 5,463 y valor relación norma obtenida **N/Ca**=6,119, donde el valor de la relación de la muestra es menor que el valor de la relación de la norma, aplica la formula:

$$f(A/B) = 1 - \left(\frac{a/b}{A/B} \right) * \frac{1000}{CV}$$

Adaptado de Mourão Filho (2004).

Así, reemplazando los valores en la fórmula:

$$f(N/Ca) = 1 - \left(\frac{6,119}{5,463} \right) * \frac{1000}{20,12}$$

$$f(N/Ca) = (1 - 1,1201) * (49,702) = - 5,97$$

Valor relación resultados foliares de una suerte de la variedad CC 85-92 **P/Mg** = 1,095 y valor relación norma obtenida **P/Mg**=1,266, donde el valor de la relación de la muestra es menor que el valor de la relación de la norma, aplica la formula:

$$f(A/B) = 1 - \left(\frac{a/b}{A/B} \right) * \frac{1000}{CV}$$

Adaptado de Mourão Filho (2004).

Así, reemplazando los valores en la fórmula:

$$f(P/Mg) = 1 - \left(\frac{1,266}{1,095} \right) * \frac{1000}{28,18}$$

$$f(P/Mg) = (1 - 1,1562) * (35,4862) = - 5,54$$

Valor relación resultados foliares de una suerte de la variedad CC 85-92 **K/P** = 7,592 y valor relación norma obtenida **K/P**=7,198, donde el valor de la relación de la muestra es mayor que el valor de la relación de la norma, aplica la formula:

$$f(A/B) = \left(\frac{A/B}{a/b} \right) - 1 * \frac{1000}{CV}$$

Adaptado de Mourão Filho (2004).

Así, reemplazando los valores en la fórmula:

$$f(K/P) = \left(\frac{7,592}{7,198} \right) - 1 * \frac{1000}{20,18}$$

$$f(K/P) = (1,0547 - 1) * (49,554) = 2,711$$

Valor relación resultados foliares de una suerte de la variedad CC 85-92 **Ca/P** = 1,576 y valor relación norma obtenida **Ca/P**=1,325, donde el valor de la relación de la muestra es mayor que el valor de la relación de la norma, aplica la formula:

$$f(A/B) = \left(\frac{A/B}{a/b} \right) - 1 * \frac{1000}{CV}$$

Adaptado de Mourão Filho (2004).

Así, reemplazando los valores en la fórmula:

$$f(\text{Ca/P}) = \left(\frac{1,576}{1,325} \right) - 1 * \frac{1000}{28,05}$$

$$f(\text{Ca/P}) = (1,189 - 1) * (35,651) = 6,738$$

Valor relación resultados foliares de una suerte de la variedad CC 85-92 **Ca/K** = 0,208 y valor relación norma obtenida **Ca/K**= 0,184, donde el valor de la relación de la muestra es mayor que el valor de la relación de la norma, aplica la formula:

$$f(A/B) = \left(\frac{A/B}{a/b} \right) - 1 * \frac{1000}{CV}$$

Adaptado de Mourão Filho (2004).

Así, reemplazando los valores en la fórmula:

$$f(\text{Ca/K}) = \left(\frac{0,208}{0,184} \right) - 1 * \frac{1000}{20,87}$$

$$f(\text{Ca/K}) = (1,130 - 1) * (47,916) = 6,229$$

Valor relación resultados foliares de una suerte de la variedad CC 85-92 **Ca/Mg** = 1,726 y valor relación norma obtenida **Ca/Mg**= 1,593, donde el valor de la relación de la muestra es mayor que el valor de la relación de la norma, aplica la formula:

$$f(A/B) = \left(\frac{A/B}{a/b} \right) - 1 * \frac{1000}{CV}$$

Adaptado de Mourão Filho (2004).

Así, reemplazando los valores en la fórmula:

$$f(\text{Ca/Mg}) = \left(\frac{1,726}{1,593} \right) - 1 * \frac{1000}{25,73}$$

$$f(\text{Ca/Mg}) = (1,083 - 1) * (38,865) = 3,226$$

Valor relación resultados foliares de una suerte de la variedad CC 85-92 **Mg/N** = 0,106 y valor relación norma obtenida **Mg/N**= 0,110, donde el valor de la relación de la muestra es menor que el valor de la relación de la norma, aplica la formula:

$$f(A/B) = 1 - \left(\frac{a/b}{A/B} \right) * \frac{1000}{CV}$$

Adaptado de Mourão Filho (2004).

Así, reemplazando los valores en la fórmula:

$$f(\text{Mg/N}) = 1 - \left(\frac{0,110}{0,106} \right) * \frac{1000}{20,96}$$

$$f(\text{Mg/N}) = (1 - 1,038) * (47,710) = -1,813$$

Valor relación resultados foliares de una suerte de la variedad CC 85-92 **Mg/K** = 0,12027 y valor relación norma obtenida **Mg/K**= 0,12011, donde el valor de la relación de la muestra es mayor que el valor de la relación de la norma, aplica la formula:

$$f(A/B) = \left(\frac{A/B}{a/b} \right) - 1 * \frac{1000}{CV}$$

Adaptado de Mourão Filho (2004).

Así, reemplazando los valores en la fórmula:

$$f(\text{Mg/K}) = \left(\frac{0,12027}{0,12011} \right) - 1 * \frac{1000}{24,62}$$

$$f(\text{Mg/K}) = (1,00133 - 1) * (40,617) = 0,054$$

Obtenidas las funciones de los elementos:

Para el Nitrógeno se tienen, $f \text{ N/P}$, $f \text{ N/K}$, $f \text{ N/Ca}$ y $f \text{ Mg/N}$.

Para el Fósforo se tienen, $f \text{ P/Mg}$, $f \text{ N/P}$, $f \text{ K/P}$, y $f \text{ Ca/P}$.

Para el Potasio se tienen, $f \text{ K/P}$, $f \text{ N/K}$, $f \text{ Ca/K}$ y $f \text{ Mg/K}$.

Para el Calcio se tienen, $f \text{ Ca/P}$, $f \text{ Ca/K}$, $f \text{ Ca/Mg}$ y $f \text{ N/Ca}$.

Para el Magnesio se tienen, $f \text{ Mg/N}$, $f \text{ Mg/K}$, $f \text{ P/Mg}$ y $f \text{ Ca/Mg}$.

Luego de calculadas las funciones de balance para cada nutrimento, se procede a calcular los Índices de Balance de Nutrientes (IBN), los índices para cada nutriente, se calculan con el procedimiento indicado en el numeral 3.4 con las ecuaciones siguientes (Walworth & Sumner, 1987):

$$\text{Índice de N} = \frac{[f(\text{N/P}) + f(\text{N/K}) + f(\text{N/Ca}) - f(\text{Mg/N})]}{4}$$

$$\text{Índice de N} = \frac{[5,189 + 2,384 + (-5,97) - (-1,813)]}{4} = 0,86$$

$$\text{Índice de P} = \frac{[-f(\text{N/P}) + f(\text{P/Mg}) - f(\text{K/P}) - f(\text{Ca/P})]}{4}$$

$$\text{Índice de P} = \frac{[-(5,189) + (-5,54) - (2,711) - (6,738)]}{4} = -5,045$$

$$\text{Índice de K} = \frac{[-f(N/K) + f(K/P) - f(Ca/K) - f(Mg/K)]}{4}$$

$$\text{Índice de K} = \frac{[-(2,384) + (2,711) - (6,229) - (0,054)]}{4} = -1,489$$

$$\text{Índice de Ca} = \frac{[-f(N/Ca) + f(Ca/P) + f(Ca/K) + f(Ca/Mg)]}{4}$$

$$\text{Índice de Ca} = \frac{[-(-5,79) + (6,738) + (6,229) + (3,226)]}{4} = 5,496$$

$$\text{Índice de Mg} = \frac{[-f(P/Mg) - f(Ca/Mg) + f(Mg/N) + f(Mg/K)]}{4}$$

$$\text{Índice de Mg} = \frac{[-(-5,54) - (3,226) + (-1,813) + (0,054)]}{4} = 0,139$$

Es así, que para el ejemplo de la muestra de la variedad CC 85-92 los índices calculados para cada nutrimento fueron: **IN** = 0,86, **IP**= -5,045, **IK**= -1,489, **ICa**= 5,496 y el **IMg**= 0,139.

Donde los valores negativos para los índices de los nutrimentos indican deficiencia respecto a un nivel óptimo (índice cero), y a mayor valor negativo más marcada o notoria esta deficiencia (Chacón Pardo, 2012; da Silva Calheiros, Freire, Filho, Oliveira, et al., 2018; Flores et al., 2022; González Gordon, 2017; Herrera P., 2015; López Montoya et al., 2018; J. M. McCray et al., 2010; Nunes Guimarães et al., 2015; Walworth & Sumner, 1987).

Para los valores positivos de los índices, se indica nivel de exceso del nutrimento respecto al balance con los otros analizados, y a mayor valor positivo mayor el nivel de exceso del

nutrimento (da Silva Calheiros, Freire, Filho, Almeida de Oliveira, et al., 2018; Flores et al., 2022; González Gordon, 2017; Herrera P., 2015; López Montoya et al., 2018; Nunes Guimarães et al., 2015; Pereira da Silva et al., 2020; Walworth & Sumner, 1987)

Al generar la sumatoria de los valores absolutos para los índices de cada nutrimento, se obtiene el Índice de Balance de Nutrientes (IBN):

$$\mathbf{IBN = IN [0,86] + IP [-5,045] + IK [-1,489] + ICa [5,496] + IMg [0,139] = 13.029}$$

Este valor (IBN) indica lo alejado que estuvo el balance de los nutrimentos en la planta respecto al balance ideal (**IBN = 0**) de relacionamiento de éstos respecto a la obtención de altos rendimientos (da Silva Calheiros, Freire, Filho, Almeida de Oliveira, et al., 2018; Flores et al., 2022; Nunes Guimarães et al., 2015; Sumner & Beaufils, 1975; Walworth & Sumner, 1987).

Todos los Índices de Nutrimentos y los Índices de balance de Nutrientes (IBN), fueron calculados para las dos variedades en estudio CC 85-92 y CC 01-1940 (**Anexo A** y **Anexo B**).

Se obtuvo el promedio de los índices DRIS de cada nutrimento, IBN e IBNm para la variedad CC 01-1940 (**Tabla 16**), a partir de la tabla general de los cálculos (**Anexo A** y **Anexo B**).

Para la variedad CC 01-1940, los índices promedio negativos en los nutrimentos Mg y N, indican deficiencia. Los índices positivos (mayores a cero) en los nutrimentos P y K indican exceso (para el caso del Ca el índice indica nivel de relativo equilibrio), y en orden de relevancia de más a menos deficiente tenemos: **Mg>N>Ca>P>K**.

Similares resultados fueron encontrados en EEUU donde el **Mg** fue el más deficiente (J. M. McCray et al., 2010) y Suráfrica donde se identificó altas probabilidades de respuesta a la fertilización con **Mg** (Sumner & Beaufils, 1975).

Resultados diferenciales respecto a otros trabajos realizados en caña en Brasil, donde los nutrimentos definidos como más deficientes fueron **K** en 87.36% de las muestras testeadas, **P** con 81.82% (Nunes Guimarães et al., 2015).

Tabla 16. Índices DRIS foliares promedio para la variedad de caña de azúcar CC 01-1940, para las condiciones del valle geográfico del río Cauca.

| Nutriemento | Índice DRIS |
|-------------|-------------|
| N | -0.522 |
| P | 0.925 |
| K | 1.516 |
| Ca | 0.027 |
| Mg | -1.946 |
| IBN | 39.317 |
| IBNm | 7.863 |

Para el caso de la variedad CC 85-92 (**Tabla 17**), los índices promedio negativos para Ca, P y K, indican deficiencia. Los índices positivos (mayores a cero) en los nutrimentos Mg y N indican exceso. En orden de relevancia de más a menos deficiente tenemos: **Ca>P>K>Mg>N**, similar con resultados obtenidos para la variedad RB 867515 en Brasil cuyo orden de más a menos deficiente fue **Ca=P>K>Mg** (Flores et al., 2022) y elementos de mayor exceso **N** en 69.09%, y altas respuestas a la fertilización con Ca (da Silva Calheiros et al., 2021; da Silva Calheiros, Freire, Filho, Almeida de Oliveira, et al., 2018; Nunes Guimarães et al., 2015).

Resultados diferenciales respecto a otros trabajos realizados en caña, donde los nutrimentos definidos como más deficientes fueron **K** en 87.36% de las muestras testeadas (Nunes Guimarães et al., 2015) o para las variedades CTC 15 y RB 855453 donde en el orden de más a menos deficiente fue **K** (Pereira da Silva & Justino Chiaia, 2021).

Tabla 17. Índices DRIS foliares promedio para la variedad de caña de azúcar CC 85-92, para las condiciones del valle geográfico del río Cauca.

| Nutriemento | Índice DRIS |
|-------------|-------------|
| N | 2.063 |
| P | -1.007 |
| K | -0.915 |
| Ca | -1.636 |
| Mg | 1.495 |
| IBN | 39.306 |
| IBNm | 7.861 |

A pesar de que las dos variedades son manejadas a nivel nutricional de la misma forma (es decir que los planes de fertilización son los mismos tanto para la variedad CC 85-92, como para la variedad CC 01-1940), los resultados promedio para los índices de los 5 nutrimentos estudiados indican que las limitaciones están enmarcando comportamientos diferentes para cada una.

En este caso los elementos presentes en la reserva del suelo (fertilidad natural del suelo), reaccionan de manera diferencial para cada una de las variedades como se evidencia con el Ca, Mg y P, como se identificó en Brasil ante el aporte de Vinaza para las variedades CTC 15 y RB 855453 (Pereira da Silva & Justino Chiaia, 2021).

La deficiencia en el N para la variedad CC 01-1940 y en exceso para la variedad CC 85-92, indican que se debe regular las cantidades en la segunda respecto al nivel de productividad esperada.

En el caso del P, muestra deficiencia para la variedad CC 85-92, pero exceso para la variedad CC 01-1940.

El K, presenta deficiencia para la CC 85-92, pero exceso para la CC 01-1940.

El Ca presenta un equilibrio para la oferta del suelo (ya que no es aplicado como parte de la fertilización) en la CC 01-1940 (respecto a los demás nutrientes), pero deficiente para la CC 85-92.

Finalmente, el Mg como último nutrimento analizado, presenta comportamiento como más deficiente para la variedad CC 01-1940 mientras que el comportamiento es de exceso en la CC 85-92.

4.4.3 Interpretación de normas DRIS e Índices de Balance DRIS.

Obtenidas las normas DRIS para las dos variedades de caña (**Tabla 18**), las coincidencias se dan para las normas basadas en las relaciones: N/K, Ca/K, Mg/K y Mg/N.

Tabla 18. Normas DRIS definidas para las variedades CC 01-1940 y CC 85-92, con su respectivo valor para la relación dual.

| | | Norma DRIS | | | | | | | | |
|-------------------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CC 01-1940 | P/N | N/K | Ca/N | Mg/N | P/K | P/Ca | Mg/P | Ca/K | Mg/K | Mg/Ca |
| | 0.104 | 1.399 | 0.175 | 0.080 | 0.142 | 0.603 | 0.792 | 0.242 | 0.113 | 0.466 |
| CC 85-92 | N/P | N/K | N/Ca | Mg/N | K/P | Ca/P | P/Mg | Ca/K | Mg/K | Ca/Mg |
| | 7.797 | 1.095 | 6.119 | 0.110 | 7.198 | 1.325 | 1.266 | 0.184 | 0.120 | 1.593 |

El resto de las normas seleccionadas fueron para relaciones diferentes en las dos variedades.

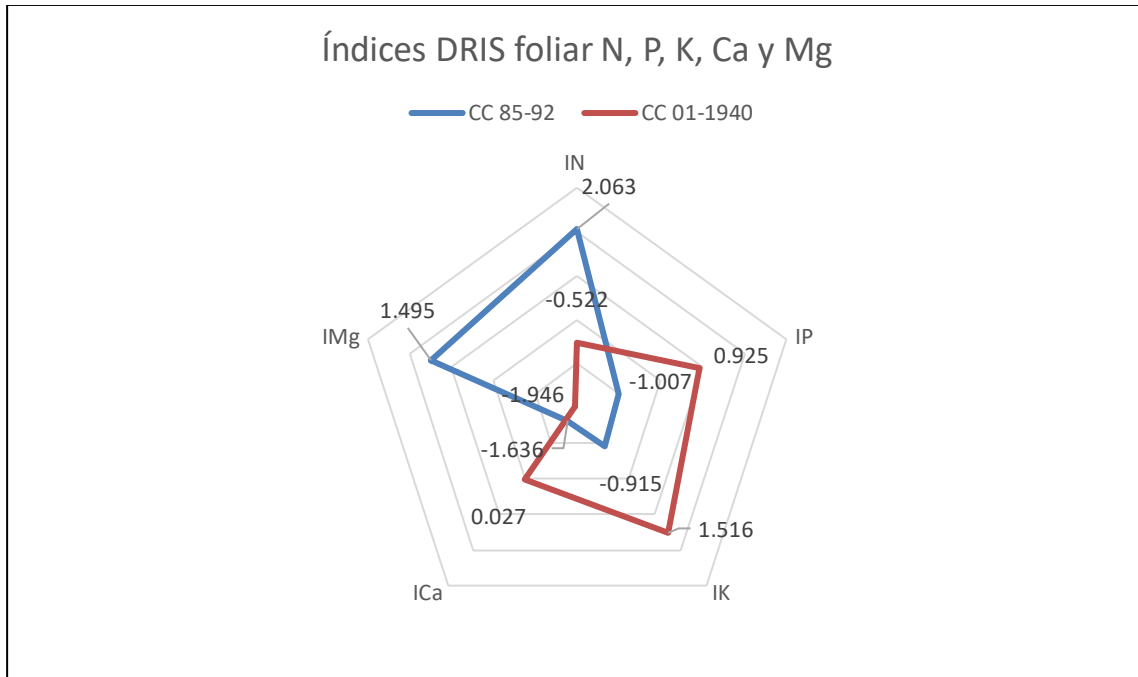
Para la variedad CC 85-92 las divergencias del resto de las normas seleccionadas, respondieron a las relaciones N/P, P/Mg, K/P, Ca/P, N/Ca, P/Mg, Ca/Mg.

Para el caso de la variedad CC 01-1940 las normas no coincidentes con la variedad CC 85-92, respondieron a las relaciones P/N, P/K, P/Ca, Ca/N, Mg/P y Ca/Mg.

Esta situación, corrobora lo dicho anteriormente sobre el concepto que las normas DRIS no son universales (Sumner & Beaufils, 1975; Walworth & Sumner, 1987), ante la ausencia de normas DRIS específicas para determinado cultivo se pueden usar unas existentes, sí las condiciones de producción son similares pero deben ajustarse (da Silva Calheiros et al., 2021; da Silva Calheiros, Freire, Filho, Almeida de Oliveira, et al., 2018; Piperas Vassílios et al., 2009; Reis Jr & Monnerat, 2002).

Al calcular los índices DRIS, la variedad CC 85-92 y la variedad CC 01-1940 presentaron valores medios diferentes para cada nutriente (**Figura 10**).

Figura 10. Comparativo promedio Índices DRIS foliar para las variedades de caña de azúcar CC 85-92 y CC 01-1940, en condiciones del valle geográfico del río Cauca.



En casos como N, K, Ca y Mg los valores tienen resultados contrastantes.

Mientras para la variedad CC 85-92 el valor del índice N fue positivo, resultado similar a lo obtenido en Brasil para la región de Dos Goytacazes y Goiás para la variedad RB 867515 (Flores et al., 2022; Reis Jr & Monnerat, 2002), para la variedad CC 01-1940 fue negativo.

El índice de K en la variedad CC 85-92 presentó valor negativo, resultado similar a lo obtenido en Brasil para la región de Dos Goytacazes y Goiás para la variedad RB 867515 (Flores et al., 2022; Reis Jr & Monnerat, 2002), y para la variedad CC 01-1940 fue positivo.

El índice de Ca para la variedad CC 85-92 presentó valor negativo, resultado similar a lo obtenido en Brasil para la región de Goiás variedad RB 867515 (Flores et al., 2022), mientras para la variedad CC 01-1940 el valor fue positivo muy cerca del valor de balance 0, resultado similar a lo obtenido en Brasil para la región de Dos Goytacazes (Reis Jr & Monnerat, 2002).

El índice de Mg en la variedad CC 85-92 presentó valor positivo, resultado similar a lo obtenido en Brasil para la región de Dos Goytacazes (Reis Jr & Monnerat, 2002), y en la

variedad CC 01-1940 el valor fue negativo, resultado similar a lo obtenido en Brasil para la región de Goiás variedad RB 867515 (Flores et al., 2022).

El índice de P negativo en la variedad CC 85-92, resultado similar a lo obtenido en Brasil para la región de Goiás variedad RB 867515 y Dos Goytacazes (Flores et al., 2022; Reis Junior & Monnerat, 2002), mientras en la variedad CC 01-1940 fue positivo, resultado similar a lo obtenido en Suráfrica (Piperas Vassílios et al., 2009; Sumner & Beaufils, 1975).

El Índice de Balance de Nutrientes (IBN) fue similar para las dos variedades: en la variedad CC 85-92 fue de 39,306 y para la variedad CC 01-1940 fue de 39,317, comportamiento similar para el valor medio (IBNm) en la variedad CC 85-92 fue de 7,861 y en la variedad CC 01-1940 fue de 7,863.

Para las dos variedades, de los 5 nutrimentos analizados 3 de ellos presentaron valores negativos correspondiente a deficiencia en una variedad y 2 en la otra.

Para la variedad CC 85-92, los nutrimentos que presentaron índices negativos fueron P, K y Ca, mientras que para la variedad CC 01-1940, los índices con valores negativos que indican deficiencia fueron N y Mg.

Los valores positivos que indicaron excesos para la variedad CC 85-92 fueron N y Mg, mientras para la variedad CC 01-1940 los valores positivos indicadores de exceso fueron P, K y Ca.

Acorde al cálculo de los índices DRIS, para la variedad CC 85-92 las deficiencias presentadas e identificadas por valores negativos, respecto a los nutrimentos analizados se presentaron en orden de más deficiente a menor deficiente **Ca>P>K** y, los índices DRIS que presentaron tendencia de exceso en orden de mayor exceso a menor exceso fueron **N>Mg**.

Para la variedad CC 01-1940 las deficiencias presentadas e identificadas por valores negativos, respecto a los nutrimentos analizados se presentaron en orden de más deficiente a menor deficiente **Mg>N** y, los índices DRIS que presentaron tendencia de exceso en orden de mayor exceso a menor exceso fueron **K>P>Ca**.

Al validar el comportamiento de los índices DRIS para cada nutrimento analizado se obtuvo que para la variedad CC 01-1940 (**Tabla 19**), el **K** se presentó como el de más frecuencia

de mayor exceso en 30.4% de los datos analizados, seguido por Mg con 22.5%, N con 21%, Ca con 18.8% y por último el P con tan sólo 7.2% de comportamiento como el de mayor exceso en los datos analizados.

A nivel de elemento más frecuente como de mayor deficiencia, el **Mg** fue el más frecuente con 31.9% de los datos analizados, seguido por Ca 26.1%, P con 18.1%, K con 16.7% y por último N con tan sólo 7.2% de los datos analizados.

Tabla 19. Frecuencias de positivos (>0), negativos (<0), más positivos (++) y más negativos (--), Índices DRIS para N, P, K, Ca y Mg variedad de caña CC 01-1940.

| | Frecuencias (%) | | | | |
|----|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| | IN | IP | IK | ICa | IMg |
| >0 | 58.7% | 50.5% | 52.6% | 50.5% | 39.8% |
| <0 | 41.3% | 49.5% | 47.4% | 49.5% | 60.2% |
| ++ | 21.0% | 7.2% | 30.4% | 18.8% | 22.5% |
| -- | 7.2% | 18.1% | 16.7% | 26.1% | 31.9% |

Para el comportamiento de los índices DRIS de nutrimentos en la variedad CC 85-92 (**Tabla 20**), el nutrimento que se presentó como el de más frecuencia en mayor exceso fue el **Mg** en 24.1% de los datos analizados, seguido por P 25.1%, N con 21.0%, K con 17.4% y por último Ca con 14.6% de comportamiento como el de mayor exceso en los datos analizados.

A nivel de elemento identificado como el de más frecuencia en mayor deficiencia, el **Ca** fue el de mayor figuración con 29.6% de los datos analizados, seguido por P 24.1%, K con 21.4%, Mg con 13.3% y por último N con 11.6% de los datos analizados.

Tabla 20. Frecuencias de positivos (>0), negativos (<0), más positivos (++) y más negativos (--), Índices DRIS para N, P, K, Ca y Mg variedad de caña CC 85-92.

| | Frecuencias (%) | | | | |
|----|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| | IN | IP | IK | ICa | IMg |
| >0 | 58.6% | 49.7% | 47.6% | 41.4% | 55.4% |
| <0 | 41.4% | 50.3% | 52.4% | 58.6% | 44.6% |
| ++ | 21.0% | 22.9% | 17.4% | 14.6% | 24.1% |
| -- | 11.6% | 24.1% | 21.4% | 29.6% | 13.3% |

4.4.4 Validación de Normas DRIS de caña de azúcar para resultados foliares en el valle geográfico del río Cauca.

La fortaleza de la metodología de diagnóstico nutricional para cultivos DRIS, radica en la interpretación del balance de los nutrientes por su relacionamiento dual (da Silva Calheiros, Freire, Filho, Almeida de Oliveira, et al., 2018; Flores et al., 2022; Pereira da Silva & Justino Chiaia, 2021; Piperas Vassílios et al., 2009; Reis Junior & Monnerat, 2002; Walworth & Sumner, 1987) validado sobre la población referencia de alta productividad.

Sin embargo, esta fortaleza crece al asimilar que dichas normas no tienen carácter universal (Chacón Pardo, 2012; Flores et al., 2022; Herrera P., 2015; Piperas Vassílios et al., 2009; Reis Junior & Monnerat, 2002; Villamil Carvajal et al., 2021), para materiales genéticos diferentes (variedades) y/o condiciones particulares edafoclimáticas (geográficas) que afectan directamente la respuesta suelo-planta-ambiente.

Al validar las normas existentes y publicadas para el cultivo de caña de azúcar a nivel mundial, aunque hay alguna similitud en las normas definidas para algunas relaciones duales entre nutrientes, la realidad es que son mayores las diferencias entre dichas normas (Reis Junior & Monnerat, 2002), como se evidencia en el comparativo para las variedades CC 01-1940 y CC 85-92 (**Tabla 18**).

Para el caso de la variedad CC 01-1940, la similitud con las normas DRIS generadas para el cultivo de caña de azúcar en latitudes diferentes (**Tabla 21**), se limita a las relaciones N/K, Ca/K (Reis Junior & Monnerat, 2002).

Para el restante de normas a nivel mundial, hay similitudes puntuales con alguna de las otras normas publicadas como: Ca/N para las definidas en EEUU y Brasil (Reis Junior & Monnerat, 2002), P/N y P/K para Suráfrica (Reis Junior & Monnerat, 2002), Mg/K para Suráfrica y EEUU (Reis Junior & Monnerat, 2002), y Mg/P para EEUU y Brasil (Reis Junior & Monnerat, 2002).

Tabla 21. Comparación de Normas DRIS para la variedad CC 01-1940 en el valle geográfico del río Cauca – Colombia y las definidas para Suráfrica por Beaufils & Sumner (1976), para EEUU por Elwali & Gascho (1984) y Reis Jr (1999).

| *CC 01-1940 (Colombia) | **Suráfrica | **EE. UU. | **Brasil |
|------------------------|-------------|-----------|----------|
| P/N | P/N | N/P | N/P |
| N/K | N/K | N/K | N/K |
| Ca/N | N/Ca | Ca/N | Ca/N |
| Mg/N | N/Mg | Mg/N | N/Mg |
| P/K | P/K | K/P | K/P |
| P/Ca | Ca/P | Ca/P | Ca/P |
| Mg/P | P/Mg | Mg/P | Mg/P |
| Ca/K | Ca/K | Ca/K | Ca/K |
| Mg/K | Mg/K | Mg/K | K/Mg |
| Mg/Ca | Ca/Mg | Ca/Mg | Ca/Mg |

*Este estudio, **Adaptado de Reis Jr. & Monnerat (2002)

Fuente: Adaptado de Reis Jr. & Monnerat (2002).

Para el caso de la variedad CC 85-92, la similitud con las normas DRIS generadas para el cultivo de caña de azúcar en latitudes diferentes (**Tabla 22**), estuvo definida para las normas seleccionadas en las relaciones: N/K, Ca/P, Ca/K y Ca/Mg (Reis Junior & Monnerat, 2002).

Para las otras normas DRIS, hay similitudes puntuales con alguna de las normas publicadas para el cultivo de caña de azúcar como: N/P definidas para EEUU y Brasil (Reis Junior & Monnerat, 2002), N/Ca y P/Mg con Suráfrica (Reis Junior & Monnerat, 2002), K/P para las definidas en EEUU y Brasil (Reis Junior & Monnerat, 2002), y Mg/K para Suráfrica y EEUU (Reis Junior & Monnerat, 2002).

Validando las normas DRIS definidas para las variedades CC 85-92 y CC 01-1940 bajo las condiciones del valle del río Cauca, podemos decir que sólo dos de las 10 normas DRIS seleccionadas correspondientes a las relaciones duales **N/K** y **Ca/K** son universales, porque coinciden entre las dos variedades evaluadas en este trabajo y las publicadas en otras partes del mundo (Flores et al., 2022; Pereira da Silva & Justino Chiaia, 2021; Reis Junior & Monnerat, 2002; Walworth & Sumner, 1987).

Tabla 22. Comparación de Normas DRIS para la variedad CC 85-92 en el valle geográfico del río Cauca – Colombia y las definidas para Suráfrica por Beaufils & Sumner (1976), para EEUU por Elwali & Gascho (1984) y Reis Jr (1999).

| *CC 85-92 (Colombia) | **Suráfrica | **EEUU | **Brasil |
|----------------------|-------------|--------|----------|
| N/P | P/N | N/P | N/P |
| N/K | N/K | N/K | N/K |
| N/Ca | N/Ca | Ca/N | Ca/N |
| Mg/N | N/Mg | Mg/N | N/Mg |
| K/P | P/K | K/P | K/P |
| Ca/P | Ca/P | Ca/P | Ca/P |
| P/Mg | P/Mg | Mg/P | Mg/P |
| Ca/K | Ca/K | Ca/K | Ca/K |
| Mg/K | Mg/K | Mg/K | K/Mg |
| Ca/Mg | Ca/Mg | Ca/Mg | Ca/Mg |

*Este estudio, **Adaptado de Reis Jr. & Monnerat (2002)

Fuente: Adaptado de Reis Jr. & Monnerat (2002)

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Se obtuvieron las normas DRIS en las condiciones del valle geográfico del río Cauca para la variedad de caña CC 85-92 **N/P** 7.797, **N/K** 1.095, **N/Ca** 6.119, **Mg/N** 0.110, **K/P** 7.198, **Ca/P** 1.325, **P/Mg** 1.266, **Ca/K** 0.184, **Mg/K** 0.120, **Ca/Mg** 1.593, y la variedad de caña CC 01-1940 **P/N** 0.104, **N/K** 1.399, **Ca/N** 0.175, **Mg/N** 0.080, **P/K** 0.142, **P/Ca** 0.603, **Mg/P** 0.792, **Ca/K** 0.242, **Mg/K** 0.113, y **Mg/Ca** 0.466. Estas normas cumplen con la premisa de no universalidad (Chacón Pardo, 2012; da Silva Calheiros, Freire, Filho, Almeida de Oliveira, et al., 2018; Flores et al., 2022; González Gordon, 2017; Herrera P., 2015; Sumner & Beaufils, 1975; Walworth & Sumner, 1987) e indican que debe revalidarse el plan de fertilización de estas dos variedades, para obtener altas producciones y reducir aplicaciones excesivas de algunos nutrimentos.

Se generaron los Índices de Nutrimentos para N, P, K, Ca, Mg y los Índices de Balance de Nutrientes (IBN), en las condiciones del valle geográfico del río Cauca para la variedad CC 85-92 **IN** 2.063, **IP** -1.007, **IK** -0.915, **ICa** -1.636, **IMg** 1.495, **IBN** 39.306, y la variedad CC 01-1940 **IN** -0.522, **IP** 0.925, **IK** 1.516, **ICa** 0.027, **IMg** -1.946, **IBN** 39.317.

Se validó la correlación de los Índices DRIS, el Índice de Balance de Nutrientes (IBN), los niveles foliares para los 5 nutrimentos N, P, K, Ca, Mg, con el resultado de alta productividad en Toneladas de Caña por Hectárea (TCH), en la población referencia para las variedades de caña CC 85-92 (**Anexo C**) y CC 01-1940 (**Anexo D**) en condiciones del valle geográfico del río Cauca.

Para la variedad de caña CC 85-92, la correlación fue negativa (afecta el TCH) de los Índices foliares de Nitrógeno (IN), Calcio (ICa), y de los niveles foliares de Nitrógeno (%N)

y Calcio (%Ca). La correlación fue positiva (favorece el TCH) para los Índices de Fósforo (IP), Potasio (IK), Magnesio (IMg), IBN, y de los niveles foliares de Fósforo (%P), Potasio (%K) y Magnesio (%Mg).

Para la variedad de caña CC 01-1940, la correlación fue negativa (afecta el TCH) de los Índices foliares de Nitrógeno (IN), Magnesio (IMg), y de los niveles foliares de Nitrógeno (%N), Fósforo (%P), Calcio (%Ca) y Magnesio (%Mg). La correlación fue positiva (favorece el TCH) para los Índices de Fósforo (IP), Potasio (IK), Calcio (ICa), IBN, y de los niveles foliares de Potasio (%K).

La fertilización empleada para las variedades de caña de azúcar CC 85-92 y CC 01-1940 en condiciones del valle geográfico del río Cauca, presentó mayor frecuencia como excesos de Nitrógeno en el balance a nivel foliar, con más del 58% de las suertes aplicadas en las dos variedades, y este nutrimento presentó correlación negativa con el TCH para las dos variedades.

5.2 Recomendaciones

Acorde a los resultados obtenidos, es necesario implementar cambios en los planes de fertilización del cultivo de la caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca ,para las variedades CC 85-92 y CC 01-1940.

Se debe reducir el aporte de aquellos elementos que marcaron exceso como Nitrógeno en la variedad CC 85-92 (ya que su uso cultural contempla dosis desde 350 hasta 600 Kg/Ha y su ajuste generaría impacto positivo en costos de producción a los productores) y que presentó correlación negativa con el TCH.

Es aconsejable realizar la caracterización de las normas DRIS para las principales variedades sembradas en la zona del valle geográfico del río Cauca, que permitan balancear de mejor manera la fertilización.

Es importante incluir aquellos nutrimentos que no se incluyeron en el presente trabajo (S, B, Zn, Mo, Cu, Fe, Mn) que tienen importantes funciones fisiológicas, aportando al enfoque sostenible del uso de los fertilizantes.

Es importante el manejo del plan de fertilización de manera particular para cada variedad, dada las diferencias evidenciadas tanto en las normas DRIS establecidas, como en los índices de balance nutricional obtenidos.

A. Anexo: Producción, Índices DRIS foliar, Índice de balance nutricional (IBN) y orden de deficiencia de nutrimentos para la variedad de caña de azúcar CC 85-92.

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha más deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|-------|--------|--------|--------|-------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 161 | 0.86 | -5.05 | -1.44 | 5.50 | 0.13 | 12.98 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 161 | 1.13 | -1.34 | 7.82 | 4.75 | -12.36 | 27.40 | Mg | > | P | > | N | > | Ca | > | K |
| 154 | 3.73 | 2.41 | 4.77 | -6.20 | -4.72 | 21.84 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 154 | 4.63 | 0.16 | -4.88 | -1.71 | 1.80 | 13.18 | K | > | Ca | > | P | > | Mg | > | N |
| 148 | 1.47 | 3.15 | -0.39 | -5.27 | 1.03 | 11.31 | Ca | > | K | > | Mg | > | N | > | P |
| 148 | 1.84 | 19.86 | 9.40 | -24.31 | -6.80 | 62.22 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 148 | 3.92 | 1.32 | -8.33 | 9.68 | -6.58 | 29.83 | K | > | Mg | > | P | > | N | > | Ca |
| 146 | 9.72 | 4.76 | -3.11 | -11.04 | -0.34 | 28.97 | Ca | > | K | > | Mg | > | P | > | N |
| 146 | 12.22 | 16.76 | -3.12 | -14.69 | -11.17 | 57.96 | Ca | > | Mg | > | K | > | N | > | P |
| 146 | -6.32 | 19.10 | 3.27 | -21.15 | 5.10 | 54.95 | Ca | > | N | > | K | > | Mg | > | P |
| 146 | 3.82 | 10.49 | -5.08 | -8.26 | -0.97 | 28.61 | Ca | > | K | > | Mg | > | N | > | P |
| 146 | -0.20 | -4.71 | -4.35 | -4.57 | 13.83 | 27.66 | P | > | Ca | > | K | > | N | > | Mg |
| 146 | -3.89 | 1.21 | 6.36 | -2.63 | -1.04 | 15.13 | N | > | Ca | > | Mg | > | P | > | K |
| 146 | -3.66 | -3.71 | 9.24 | -6.93 | 5.05 | 28.58 | Ca | > | P | > | N | > | Mg | > | K |
| 146 | -4.97 | 18.17 | 4.70 | -15.07 | -2.82 | 45.73 | Ca | > | N | > | Mg | > | K | > | P |
| 146 | -2.70 | 14.75 | 5.22 | -12.18 | -5.09 | 39.95 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 146 | -0.42 | 23.14 | 0.24 | -19.30 | -3.66 | 46.76 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 146 | -1.51 | 16.44 | -3.07 | -10.99 | -0.86 | 32.87 | Ca | > | K | > | N | > | Mg | > | P |
| 144 | -4.90 | 3.72 | -7.86 | -8.49 | 17.52 | 42.48 | Ca | > | K | > | N | > | P | > | Mg |
| 144 | -1.40 | 6.77 | 17.59 | -25.05 | 2.09 | 52.91 | Ca | > | N | > | Mg | > | P | > | K |
| 144 | 1.46 | 1.19 | -10.49 | -13.59 | 21.43 | 48.16 | Ca | > | K | > | P | > | N | > | Mg |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrientes (izquierda a derecha más deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|--|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 144 | 0.20 | 3.45 | 4.49 | -7.85 | -0.28 | 16.28 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 144 | -3.24 | -0.14 | -14.63 | -0.60 | 18.60 | 37.20 | K | > | N | > | Ca | > | P | > | Mg |
| 144 | 1.11 | 3.17 | -9.89 | -11.58 | 17.20 | 42.95 | Ca | > | K | > | N | > | P | > | Mg |
| 144 | -7.43 | 4.14 | 1.61 | -10.53 | 12.20 | 35.91 | Ca | > | N | > | K | > | P | > | Mg |
| 144 | -4.24 | 1.61 | -1.98 | -5.47 | 10.08 | 23.38 | Ca | > | N | > | K | > | P | > | Mg |
| 144 | -13.57 | 10.48 | -2.61 | 4.22 | 1.48 | 32.36 | N | > | K | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 144 | -3.51 | 7.63 | -2.78 | 1.41 | -2.75 | 18.09 | N | > | K | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 144 | -11.12 | 4.32 | -6.60 | 7.41 | 6.00 | 35.45 | N | > | K | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 144 | -9.85 | 0.96 | -5.09 | 6.76 | 7.22 | 29.87 | N | > | K | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 144 | 2.14 | 8.35 | 8.95 | -18.22 | -1.22 | 38.88 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 144 | 3.49 | 7.89 | 7.53 | -16.49 | -2.42 | 37.81 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 144 | 0.44 | 2.39 | -4.33 | -5.26 | 6.77 | 19.19 | Ca | > | K | > | N | > | P | > | Mg |
| 144 | 3.87 | 0.02 | -1.52 | -7.37 | 5.00 | 17.78 | Ca | > | K | > | P | > | N | > | Mg |
| 144 | -9.99 | -12.26 | -5.47 | 22.01 | 5.71 | 55.44 | P | > | N | > | K | > | Mg | > | Ca |
| 144 | -8.77 | -14.73 | 6.87 | 12.77 | 3.85 | 46.99 | P | > | N | > | Mg | > | K | > | Ca |
| 144 | -8.56 | -0.95 | 11.42 | 2.01 | -3.92 | 26.86 | N | > | Mg | > | P | > | Ca | > | K |
| 144 | -8.60 | -5.97 | -1.62 | 11.76 | 4.43 | 32.37 | N | > | P | > | K | > | Mg | > | Ca |
| 144 | -12.69 | 2.59 | 16.62 | 11.40 | -17.91 | 61.21 | Mg | > | N | > | P | > | Ca | > | K |
| 144 | -16.94 | 1.01 | 22.24 | 10.53 | -16.85 | 67.58 | N | > | Mg | > | P | > | Ca | > | K |
| 144 | -9.14 | -0.95 | 15.56 | 13.49 | -18.95 | 58.09 | Mg | > | N | > | P | > | Ca | > | K |
| 144 | -9.68 | -1.93 | 16.20 | 9.09 | -13.68 | 50.58 | Mg | > | N | > | P | > | Ca | > | K |
| 144 | -11.34 | 15.47 | 2.53 | 3.76 | -10.41 | 43.51 | N | > | Mg | > | K | > | Ca | > | P |
| 144 | -12.44 | 15.37 | 6.34 | 1.69 | -10.96 | 46.81 | N | > | Mg | > | Ca | > | K | > | P |
| 144 | -12.83 | 8.42 | 11.97 | 1.42 | -8.97 | 43.61 | N | > | Mg | > | Ca | > | P | > | K |
| 144 | -6.94 | 8.22 | 11.81 | -0.66 | -12.43 | 40.05 | Mg | > | N | > | Ca | > | P | > | K |
| 142 | 6.48 | -11.10 | 11.94 | -11.46 | 4.14 | 45.12 | Ca | > | P | > | Mg | > | N | > | K |
| 142 | 6.34 | -5.23 | 0.75 | -5.12 | 3.25 | 20.69 | P | > | Ca | > | K | > | Mg | > | N |
| 142 | 9.87 | -20.80 | 9.82 | -2.25 | 3.35 | 46.09 | P | > | Ca | > | Mg | > | K | > | N |
| 142 | -7.17 | -8.80 | 15.34 | -0.41 | 1.03 | 32.76 | P | > | N | > | Ca | > | Mg | > | K |
| 142 | -24.06 | 21.78 | 2.33 | 4.16 | -4.22 | 56.54 | N | > | Mg | > | K | > | Ca | > | P |
| 142 | -4.67 | -2.56 | 9.29 | -2.38 | 0.32 | 19.21 | N | > | P | > | Ca | > | Mg | > | K |
| 140 | 4.87 | -1.90 | -3.18 | -4.37 | 4.58 | 18.90 | Ca | > | K | > | P | > | Mg | > | N |
| 140 | -1.93 | 6.09 | -21.56 | 6.08 | 11.32 | 46.98 | K | > | N | > | Ca | > | P | > | Mg |
| 140 | 0.36 | 5.74 | -9.23 | 4.17 | -1.04 | 20.55 | K | > | Mg | > | N | > | Ca | > | P |
| 139 | -1.11 | -28.21 | 1.14 | 8.76 | 19.43 | 58.65 | P | > | N | > | K | > | Ca | > | Mg |
| 139 | -2.08 | -25.80 | 2.10 | 10.45 | 15.32 | 55.76 | P | > | N | > | K | > | Ca | > | Mg |
| 139 | -0.27 | -25.53 | -2.30 | 4.54 | 23.57 | 56.22 | P | > | K | > | N | > | Ca | > | Mg |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 139 | 4.81 | 13.04 | -6.87 | -9.15 | -1.82 | 35.68 | Ca | > | K | > | Mg | > | N | > | P |
| 139 | -4.69 | 17.78 | -1.24 | -11.27 | -0.57 | 35.56 | Ca | > | N | > | K | > | Mg | > | P |
| 139 | 19.32 | 6.14 | -15.69 | -10.21 | 0.45 | 51.80 | K | > | Ca | > | Mg | > | P | > | N |
| 138 | 13.36 | -14.06 | -13.66 | 7.49 | 6.87 | 55.44 | P | > | K | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 138 | 10.70 | -7.43 | -10.72 | 3.94 | 3.52 | 36.32 | K | > | P | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 138 | -10.37 | 2.66 | 8.67 | 1.58 | -2.54 | 25.83 | N | > | Mg | > | Ca | > | P | > | K |
| 138 | 1.00 | -24.22 | 3.68 | 4.66 | 14.88 | 48.43 | P | > | N | > | K | > | Ca | > | Mg |
| 138 | 6.24 | -35.15 | 1.12 | 5.42 | 22.37 | 70.30 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 138 | -3.52 | -19.73 | -1.85 | -4.50 | 29.60 | 59.20 | P | > | Ca | > | N | > | K | > | Mg |
| 138 | 3.45 | -0.09 | -0.02 | -7.48 | 4.13 | 15.17 | Ca | > | P | > | K | > | N | > | Mg |
| 138 | -7.65 | -16.07 | -10.18 | 4.07 | 29.83 | 67.80 | P | > | K | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 138 | -1.40 | -7.63 | -2.19 | 6.72 | 4.50 | 22.44 | P | > | K | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 137 | 4.11 | -8.47 | 1.69 | -2.07 | 4.74 | 21.08 | P | > | Ca | > | K | > | N | > | Mg |
| 137 | 4.49 | -0.51 | -12.27 | 4.61 | 3.68 | 25.56 | K | > | P | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 137 | 3.35 | 2.30 | -6.68 | 0.62 | 0.41 | 13.36 | K | > | Mg | > | Ca | > | P | > | N |
| 137 | 2.81 | 2.12 | -10.98 | 5.04 | 1.01 | 21.95 | K | > | Mg | > | P | > | N | > | Ca |
| 137 | 2.05 | -2.16 | -6.21 | 7.84 | -1.51 | 19.77 | K | > | P | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 137 | -2.47 | 0.60 | -5.43 | 6.50 | 0.81 | 15.81 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 137 | 14.28 | 8.01 | -17.63 | 19.88 | -24.54 | 84.34 | Mg | > | K | > | P | > | N | > | Ca |
| 137 | 16.83 | 3.56 | -10.45 | 18.73 | -28.68 | 78.25 | Mg | > | K | > | P | > | N | > | Ca |
| 136 | -6.33 | -17.22 | -4.29 | 8.78 | 19.06 | 55.69 | P | > | N | > | K | > | Ca | > | Mg |
| 136 | -4.46 | -8.68 | -6.56 | 8.80 | 10.89 | 39.39 | P | > | K | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 136 | -1.38 | -13.55 | -12.78 | 10.55 | 17.16 | 55.42 | P | > | K | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 136 | 7.24 | 20.03 | -8.28 | -10.38 | -8.61 | 54.55 | Ca | > | Mg | > | K | > | N | > | P |
| 136 | 6.74 | 30.72 | -6.05 | -19.84 | -11.56 | 74.92 | Ca | > | Mg | > | K | > | N | > | P |
| 136 | -4.23 | 17.19 | 7.16 | -12.68 | -7.44 | 48.71 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 135 | 10.67 | 1.85 | 10.03 | 2.49 | -25.04 | 50.07 | Mg | > | P | > | Ca | > | K | > | N |
| 135 | 7.88 | -6.34 | 3.25 | 10.71 | -15.50 | 43.68 | Mg | > | P | > | K | > | N | > | Ca |
| 135 | 8.12 | 1.29 | 2.69 | 11.99 | -24.10 | 48.20 | Mg | > | P | > | K | > | N | > | Ca |
| 135 | 8.25 | -4.77 | 2.44 | 18.33 | -24.25 | 58.05 | Mg | > | P | > | K | > | N | > | Ca |
| 135 | -2.71 | 2.67 | -0.03 | 3.22 | -3.15 | 11.78 | Mg | > | N | > | K | > | P | > | Ca |
| 134 | -11.56 | 14.92 | -2.18 | 1.79 | -2.98 | 33.43 | N | > | Mg | > | K | > | Ca | > | P |
| 134 | 7.60 | 4.49 | 3.26 | -11.78 | -3.58 | 30.72 | Ca | > | Mg | > | K | > | P | > | N |
| 134 | 15.41 | 8.20 | 3.75 | -18.73 | -8.63 | 54.73 | Ca | > | Mg | > | K | > | P | > | N |
| 134 | 11.08 | 7.66 | 6.96 | -20.70 | -5.00 | 51.41 | Ca | > | Mg | > | K | > | P | > | N |
| 133 | -7.91 | -19.28 | 12.47 | 10.35 | 4.37 | 54.38 | P | > | N | > | Mg | > | Ca | > | K |
| 133 | -5.48 | 1.25 | 8.08 | 2.70 | -6.54 | 24.05 | Mg | > | N | > | P | > | Ca | > | K |
| 133 | -1.51 | -15.83 | 10.28 | 3.97 | 3.08 | 34.68 | P | > | N | > | Mg | > | Ca | > | K |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 133 | -12.53 | 6.84 | 2.13 | 5.75 | -2.19 | 29.45 | N | > | Mg | > | K | > | Ca | > | P |
| 133 | -0.20 | -4.69 | 3.47 | 0.04 | 1.37 | 9.77 | P | > | N | > | Ca | > | Mg | > | K |
| 133 | 2.73 | -3.77 | 10.43 | -0.64 | -8.74 | 26.31 | Mg | > | P | > | Ca | > | N | > | K |
| 133 | -3.15 | -1.79 | 6.92 | 5.82 | -7.80 | 25.48 | Mg | > | N | > | P | > | Ca | > | K |
| 133 | 7.51 | -2.64 | -2.50 | 3.35 | -5.71 | 21.71 | Mg | > | P | > | K | > | Ca | > | N |
| 133 | 1.53 | 2.31 | 4.58 | 0.09 | -8.50 | 17.01 | Mg | > | Ca | > | N | > | P | > | K |
| 133 | 1.63 | -8.64 | 1.71 | 3.89 | 1.42 | 17.29 | P | > | Mg | > | N | > | K | > | Ca |
| 133 | 2.37 | -3.39 | 6.17 | 0.65 | -5.80 | 18.38 | Mg | > | P | > | Ca | > | N | > | K |
| 133 | 0.72 | -6.66 | 1.82 | 5.63 | -1.51 | 16.34 | P | > | Mg | > | N | > | K | > | Ca |
| 133 | 1.64 | -5.20 | 8.10 | 3.73 | -8.27 | 26.93 | Mg | > | P | > | N | > | Ca | > | K |
| 133 | -1.23 | 7.69 | -3.38 | -1.04 | -2.04 | 15.38 | K | > | Mg | > | N | > | Ca | > | P |
| 133 | 5.36 | 11.74 | 1.60 | -3.48 | -15.22 | 37.40 | Mg | > | Ca | > | K | > | N | > | P |
| 132 | 1.09 | -6.44 | 9.50 | -12.84 | 8.69 | 38.55 | Ca | > | P | > | N | > | Mg | > | K |
| 132 | -0.23 | -6.41 | -1.36 | -10.18 | 18.17 | 36.34 | Ca | > | P | > | K | > | N | > | Mg |
| 132 | -1.06 | -8.34 | -8.98 | -7.01 | 25.38 | 50.77 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 132 | -5.90 | -5.92 | 11.41 | -9.33 | 9.75 | 42.31 | Ca | > | P | > | N | > | Mg | > | K |
| 132 | -0.56 | -1.59 | -5.48 | -10.31 | 17.94 | 35.87 | Ca | > | K | > | P | > | N | > | Mg |
| 132 | 1.27 | 18.51 | -2.52 | -16.09 | -1.17 | 39.56 | Ca | > | K | > | Mg | > | N | > | P |
| 132 | 0.06 | 8.36 | -5.80 | -5.88 | 3.27 | 23.37 | Ca | > | K | > | N | > | Mg | > | P |
| 132 | 0.83 | 17.10 | 3.08 | -16.56 | -4.45 | 42.02 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 131 | 15.20 | -4.45 | 5.22 | -8.81 | -7.16 | 40.85 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 131 | 10.52 | -2.06 | -1.79 | -5.14 | -1.54 | 21.05 | Ca | > | P | > | K | > | Mg | > | N |
| 131 | -2.88 | -6.61 | -8.92 | 5.20 | 13.21 | 36.83 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 131 | -1.71 | -8.01 | 2.18 | -1.26 | 8.80 | 21.97 | P | > | N | > | Ca | > | K | > | Mg |
| 131 | 4.25 | -9.44 | -0.93 | -1.13 | 7.24 | 22.99 | P | > | Ca | > | K | > | N | > | Mg |
| 131 | 7.13 | -13.37 | 3.49 | 1.18 | 1.58 | 26.75 | P | > | Ca | > | Mg | > | K | > | N |
| 131 | 2.67 | -6.10 | -15.20 | 15.53 | 3.11 | 42.61 | K | > | P | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 131 | -9.64 | -9.85 | -6.48 | 23.47 | 2.51 | 51.96 | P | > | N | > | K | > | Mg | > | Ca |
| 131 | -3.02 | -12.17 | -8.35 | 18.26 | 5.28 | 47.10 | P | > | K | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 131 | 1.03 | 6.47 | -0.10 | -1.78 | -5.63 | 15.01 | Mg | > | Ca | > | K | > | N | > | P |
| 131 | 3.50 | 6.23 | 2.80 | -5.88 | -6.64 | 25.05 | Mg | > | Ca | > | K | > | N | > | P |
| 131 | 9.63 | 15.12 | 12.72 | -12.30 | -25.17 | 74.93 | Mg | > | Ca | > | N | > | K | > | P |
| 131 | 9.50 | 9.24 | 0.39 | -5.77 | -13.35 | 38.24 | Mg | > | Ca | > | K | > | P | > | N |
| 131 | 2.12 | -0.83 | -0.92 | -2.53 | 2.16 | 8.55 | Ca | > | K | > | P | > | N | > | Mg |
| 131 | -5.92 | 5.07 | 11.28 | -15.62 | 5.19 | 43.08 | Ca | > | N | > | P | > | Mg | > | K |
| 131 | 4.00 | -3.64 | -3.44 | 17.47 | -14.40 | 42.95 | Mg | > | P | > | K | > | N | > | Ca |
| 131 | -2.61 | -4.71 | -5.23 | 9.32 | 3.23 | 25.10 | K | > | P | > | N | > | Mg | > | Ca |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 131 | -7.99 | -0.99 | 5.84 | 5.53 | -2.40 | 22.75 | N | > | Mg | > | P | > | Ca | > | K |
| 130 | -10.96 | 12.86 | -4.68 | -2.43 | 5.20 | 36.13 | N | > | K | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 130 | -5.92 | 8.52 | -6.76 | -1.62 | 5.79 | 28.62 | K | > | N | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 130 | -7.99 | 12.26 | 11.94 | -9.86 | -6.36 | 48.40 | Ca | > | N | > | Mg | > | K | > | P |
| 130 | -14.09 | 12.12 | 6.36 | -3.59 | -0.80 | 36.96 | N | > | Ca | > | Mg | > | K | > | P |
| 130 | -8.68 | 9.81 | -16.59 | 7.96 | 7.51 | 50.55 | K | > | N | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 130 | -0.86 | 1.17 | 0.76 | 2.70 | -2.81 | 8.30 | Mg | > | N | > | K | > | P | > | Ca |
| 130 | 3.02 | -4.95 | 3.94 | 2.07 | -3.70 | 17.69 | P | > | Mg | > | Ca | > | N | > | K |
| 130 | -3.34 | -0.32 | 1.62 | 1.76 | -1.58 | 8.61 | N | > | Mg | > | P | > | K | > | Ca |
| 130 | -8.28 | 5.55 | 3.01 | 1.36 | -4.86 | 23.06 | N | > | Mg | > | Ca | > | K | > | P |
| 130 | 1.39 | -3.04 | 3.45 | 0.89 | -0.83 | 9.61 | P | > | Mg | > | Ca | > | N | > | K |
| 130 | -2.07 | -0.15 | 2.45 | 1.42 | -1.62 | 7.70 | N | > | Mg | > | P | > | Ca | > | K |
| 130 | -5.11 | 5.01 | -3.16 | 3.31 | 2.40 | 18.99 | N | > | K | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 130 | 10.14 | -9.13 | 11.12 | -4.70 | -7.42 | 42.52 | P | > | Mg | > | Ca | > | N | > | K |
| 130 | 9.61 | -1.34 | 3.27 | -6.51 | -5.04 | 25.77 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 129 | 4.08 | 1.96 | 0.66 | -10.81 | 4.12 | 21.63 | Ca | > | K | > | P | > | N | > | Mg |
| 129 | 14.34 | -3.95 | -11.39 | -1.07 | 2.07 | 32.81 | K | > | P | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 129 | 11.80 | 6.36 | -14.43 | -6.78 | 3.05 | 42.41 | K | > | Ca | > | Mg | > | P | > | N |
| 129 | 13.73 | -14.61 | -8.76 | 6.72 | 2.92 | 46.73 | P | > | K | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 129 | 18.44 | -5.67 | 1.24 | -4.86 | -9.16 | 39.37 | Mg | > | P | > | Ca | > | K | > | N |
| 129 | 20.88 | -9.17 | 5.94 | -1.33 | -16.31 | 53.64 | Mg | > | P | > | Ca | > | K | > | N |
| 129 | 13.77 | -3.33 | -3.58 | -1.31 | -5.55 | 27.54 | Mg | > | K | > | P | > | Ca | > | N |
| 129 | 19.84 | -16.37 | 17.54 | -4.59 | -16.42 | 74.77 | Mg | > | P | > | Ca | > | K | > | N |
| 129 | 22.80 | -20.80 | 14.81 | -2.45 | -14.35 | 75.22 | P | > | Mg | > | Ca | > | K | > | N |
| 129 | -1.97 | 0.05 | -13.28 | -3.72 | 18.93 | 37.95 | K | > | Ca | > | N | > | P | > | Mg |
| 129 | -0.77 | -2.15 | -9.68 | -2.51 | 15.10 | 30.20 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 129 | -5.74 | -3.61 | -7.60 | -10.30 | 27.26 | 54.53 | Ca | > | K | > | N | > | P | > | Mg |
| 129 | -2.21 | -3.58 | -3.45 | -11.57 | 20.80 | 41.60 | Ca | > | P | > | K | > | N | > | Mg |
| 129 | -2.31 | -11.67 | -9.78 | -4.57 | 28.33 | 56.65 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 129 | -7.09 | -2.48 | -3.48 | -7.52 | 20.56 | 41.12 | Ca | > | N | > | K | > | P | > | Mg |
| 129 | 22.19 | 3.51 | 5.04 | -12.06 | -18.69 | 61.49 | Mg | > | Ca | > | P | > | K | > | N |
| 129 | 13.50 | 6.18 | 4.19 | -11.15 | -12.72 | 47.74 | Mg | > | Ca | > | K | > | P | > | N |
| 129 | 4.20 | 16.31 | -1.08 | -3.74 | -15.69 | 41.03 | Mg | > | Ca | > | K | > | N | > | P |
| 129 | -6.96 | -12.24 | 16.12 | 3.14 | -0.05 | 38.51 | P | > | N | > | Mg | > | Ca | > | K |
| 129 | -2.93 | 3.92 | -20.14 | 12.06 | 7.08 | 46.15 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 129 | 1.08 | 14.70 | -5.03 | -1.75 | -9.00 | 31.56 | Mg | > | K | > | Ca | > | N | > | P |
| 129 | 1.73 | 6.99 | -49.24 | 24.48 | 16.04 | 98.48 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 128 | 8.59 | 2.54 | -15.06 | -2.17 | 6.10 | 34.45 | K | > | Ca | > | P | > | Mg | > | N |
| 128 | 0.97 | -13.89 | 2.48 | 4.82 | 5.61 | 27.77 | P | > | N | > | K | > | Ca | > | Mg |
| 128 | -5.77 | -3.73 | -7.43 | 12.46 | 4.46 | 33.84 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 128 | -1.14 | -4.27 | -6.27 | 8.46 | 3.22 | 23.35 | K | > | P | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 128 | -3.31 | -8.43 | -4.72 | 19.74 | -3.29 | 39.48 | P | > | K | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 128 | -2.23 | -0.33 | -4.46 | 3.21 | 3.81 | 14.05 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 128 | -0.65 | 0.44 | -2.79 | -5.48 | 8.48 | 17.85 | Ca | > | K | > | N | > | P | > | Mg |
| 128 | -0.91 | 5.28 | -10.89 | -7.95 | 14.48 | 39.52 | K | > | Ca | > | N | > | P | > | Mg |
| 128 | 1.43 | -6.18 | -7.54 | -1.58 | 13.88 | 30.61 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 127 | -4.61 | 5.97 | -2.36 | -2.75 | 3.75 | 19.43 | N | > | Ca | > | K | > | Mg | > | P |
| 127 | 1.42 | 13.92 | 2.60 | -14.55 | -3.39 | 35.87 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 127 | 3.63 | -12.90 | -0.66 | -2.11 | 12.04 | 31.33 | P | > | Ca | > | K | > | N | > | Mg |
| 127 | 3.29 | -13.29 | -10.10 | 6.34 | 13.77 | 46.79 | P | > | K | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 127 | 20.03 | -9.98 | 9.17 | -19.92 | 0.70 | 59.80 | Ca | > | P | > | Mg | > | K | > | N |
| 127 | 2.99 | 14.44 | -3.22 | 1.15 | -15.36 | 37.16 | Mg | > | K | > | Ca | > | N | > | P |
| 127 | -0.29 | 8.45 | 0.82 | -6.99 | -1.98 | 18.54 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 127 | 8.49 | 6.78 | 0.20 | -8.60 | -6.87 | 30.94 | Ca | > | Mg | > | K | > | P | > | N |
| 127 | 16.70 | -5.01 | -3.67 | -4.39 | -3.64 | 33.41 | P | > | Ca | > | K | > | Mg | > | N |
| 127 | 8.51 | -10.62 | 4.17 | -4.74 | 2.67 | 30.72 | P | > | Ca | > | Mg | > | K | > | N |
| 127 | 14.65 | -5.67 | 4.15 | -6.30 | -6.83 | 37.61 | Mg | > | Ca | > | P | > | K | > | N |
| 127 | 11.68 | -12.14 | -1.74 | 2.02 | 0.18 | 27.78 | P | > | K | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 127 | 3.82 | -5.83 | 10.75 | -5.85 | -2.88 | 29.14 | Ca | > | P | > | Mg | > | N | > | K |
| 127 | 9.93 | -11.82 | 9.89 | -6.39 | -1.60 | 39.62 | P | > | Ca | > | Mg | > | K | > | N |
| 126 | -9.38 | -1.27 | -6.38 | 4.59 | 12.44 | 34.07 | N | > | K | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 126 | 6.83 | -19.58 | 9.38 | -3.32 | 6.69 | 45.81 | P | > | Ca | > | Mg | > | N | > | K |
| 126 | 0.40 | -14.07 | 7.92 | -2.85 | 8.60 | 33.84 | P | > | Ca | > | N | > | K | > | Mg |
| 126 | -1.82 | -18.08 | 10.75 | -4.64 | 13.80 | 49.09 | P | > | Ca | > | N | > | K | > | Mg |
| 126 | 3.54 | 9.10 | 13.84 | -18.13 | -8.34 | 52.95 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 126 | 0.18 | 8.66 | -8.98 | -7.10 | 7.24 | 32.14 | K | > | Ca | > | N | > | Mg | > | P |
| 126 | -6.96 | -9.90 | 18.94 | 0.05 | -2.12 | 37.97 | P | > | N | > | Mg | > | Ca | > | K |
| 126 | -8.47 | 3.09 | 11.09 | -3.67 | -2.04 | 28.36 | N | > | Ca | > | Mg | > | P | > | K |
| 126 | -4.27 | -1.45 | 10.97 | -4.67 | -0.58 | 21.94 | Ca | > | N | > | P | > | Mg | > | K |
| 126 | 7.56 | 0.52 | -18.39 | 6.93 | 3.39 | 36.79 | K | > | P | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 126 | -1.30 | 10.76 | -8.88 | 0.12 | -0.70 | 21.76 | K | > | N | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 126 | -1.31 | 5.59 | -4.05 | 0.25 | -0.48 | 11.68 | K | > | N | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 126 | -7.58 | -6.29 | -23.30 | 23.62 | 13.55 | 74.33 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 126 | 0.30 | -2.19 | 2.29 | -0.20 | -0.21 | 5.18 | P | > | Mg | > | Ca | > | N | > | K |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|-------|-------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 126 | 1.89 | 2.08 | -4.31 | -2.13 | 2.47 | 12.88 | K | > | Ca | > | N | > | P | > | Mg |
| 126 | -16.26 | 4.82 | -26.28 | 32.89 | 4.83 | 85.07 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 126 | -0.04 | 3.20 | -15.23 | 7.23 | 4.85 | 30.55 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 125 | -0.54 | -4.89 | 12.11 | -6.21 | -0.47 | 24.23 | Ca | > | P | > | N | > | Mg | > | K |
| 125 | -7.39 | -9.30 | 3.66 | 7.78 | 5.26 | 33.38 | P | > | N | > | K | > | Mg | > | Ca |
| 125 | 0.60 | 1.54 | -0.88 | -5.55 | 4.30 | 12.86 | Ca | > | K | > | N | > | P | > | Mg |
| 125 | 7.27 | 3.65 | -1.25 | -13.21 | 3.54 | 28.92 | Ca | > | K | > | Mg | > | P | > | N |
| 125 | -6.60 | 7.32 | -3.96 | -2.43 | 5.66 | 25.97 | N | > | K | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 125 | 4.70 | 9.68 | 1.78 | -14.93 | -1.22 | 32.31 | Ca | > | Mg | > | K | > | N | > | P |
| 125 | -0.22 | -1.12 | -3.04 | -1.83 | 6.21 | 12.41 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 125 | 6.58 | -2.56 | -3.25 | -4.90 | 4.13 | 21.41 | Ca | > | K | > | P | > | Mg | > | N |
| 125 | 13.49 | 3.77 | 3.95 | -18.71 | -2.50 | 42.41 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 125 | 4.40 | -3.21 | 5.30 | -6.59 | 0.10 | 19.60 | Ca | > | P | > | Mg | > | N | > | K |
| 125 | -0.15 | -2.82 | 3.22 | -3.05 | 2.80 | 12.02 | Ca | > | P | > | N | > | Mg | > | K |
| 125 | 1.96 | 0.73 | -5.78 | -0.03 | 3.12 | 11.62 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 125 | -8.12 | 2.87 | 10.65 | -0.74 | -4.65 | 27.04 | N | > | Mg | > | Ca | > | P | > | K |
| 125 | 22.81 | -10.97 | 6.03 | -9.90 | -7.97 | 57.68 | P | > | Ca | > | Mg | > | K | > | N |
| 125 | 14.17 | -13.76 | 1.17 | -2.81 | 1.23 | 33.13 | P | > | Ca | > | K | > | Mg | > | N |
| 125 | 19.25 | -10.88 | -0.51 | -3.36 | -4.49 | 38.49 | P | > | Mg | > | Ca | > | K | > | N |
| 125 | 25.22 | -23.37 | 8.65 | -5.00 | -5.50 | 67.73 | P | > | Mg | > | Ca | > | K | > | N |
| 125 | 22.38 | -22.11 | -2.44 | -0.06 | 2.23 | 49.21 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 125 | -4.05 | 8.09 | -2.84 | -0.29 | -0.92 | 16.18 | N | > | K | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 125 | 2.44 | -6.67 | -5.34 | 2.83 | 6.73 | 24.01 | P | > | K | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 125 | -1.48 | -5.40 | -3.47 | 4.60 | 5.75 | 20.70 | P | > | K | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 125 | -6.28 | 9.89 | -2.09 | -1.48 | -0.03 | 19.77 | N | > | K | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 125 | -3.26 | 8.04 | -7.60 | 1.39 | 1.42 | 21.71 | K | > | N | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 125 | -3.82 | 2.65 | -19.07 | 0.53 | 19.71 | 45.78 | K | > | N | > | Ca | > | P | > | Mg |
| 125 | -0.56 | 1.59 | -0.11 | -2.19 | 1.27 | 5.72 | Ca | > | N | > | K | > | Mg | > | P |
| 125 | 2.45 | 4.89 | -4.49 | -5.51 | 2.66 | 20.01 | Ca | > | K | > | N | > | Mg | > | P |
| 125 | -1.19 | 6.82 | -16.35 | 2.45 | 8.27 | 35.08 | K | > | N | > | Ca | > | P | > | Mg |
| 125 | -11.85 | 3.40 | -12.20 | 2.97 | 17.67 | 48.08 | K | > | N | > | Ca | > | P | > | Mg |
| 125 | 9.64 | -2.76 | 0.64 | -2.12 | -5.40 | 20.55 | Mg | > | P | > | Ca | > | K | > | N |
| 125 | 5.38 | -2.01 | -5.73 | 10.17 | -7.81 | 31.11 | Mg | > | K | > | P | > | N | > | Ca |
| 125 | 10.84 | 0.56 | -2.59 | -1.93 | -6.87 | 22.81 | Mg | > | K | > | Ca | > | P | > | N |
| 125 | 10.38 | -4.62 | -8.51 | 6.60 | -3.85 | 33.96 | K | > | P | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 125 | 5.87 | -3.25 | -16.73 | -8.89 | 23.00 | 57.74 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 125 | 7.85 | -5.62 | -2.71 | -9.97 | 10.45 | 36.60 | Ca | > | P | > | K | > | N | > | Mg |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 124 | 12.37 | -9.92 | -14.26 | 6.17 | 5.63 | 48.35 | K | > | P | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 124 | 16.37 | -8.73 | -4.04 | 1.96 | -5.56 | 36.66 | P | > | Mg | > | K | > | Ca | > | N |
| 124 | 4.74 | 1.16 | 14.18 | -13.73 | -6.36 | 40.18 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 124 | 0.00 | 7.29 | 18.59 | -15.52 | -10.37 | 51.78 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 124 | 2.58 | 6.76 | 3.85 | -7.38 | -5.81 | 26.37 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 124 | -0.21 | -0.04 | 13.27 | -6.23 | -6.79 | 26.54 | Mg | > | Ca | > | N | > | P | > | K |
| 124 | 2.76 | 6.99 | 8.62 | -7.48 | -10.89 | 36.74 | Mg | > | Ca | > | N | > | P | > | K |
| 124 | -3.52 | 16.86 | 13.59 | -11.46 | -15.46 | 60.90 | Mg | > | Ca | > | N | > | K | > | P |
| 123 | 5.87 | -0.16 | -7.67 | -2.98 | 4.94 | 21.61 | K | > | Ca | > | P | > | Mg | > | N |
| 123 | 5.91 | 3.25 | 2.45 | -4.75 | -6.87 | 23.23 | Mg | > | Ca | > | K | > | P | > | N |
| 123 | 2.41 | 6.60 | -9.18 | -13.37 | 13.54 | 45.08 | Ca | > | K | > | N | > | P | > | Mg |
| 123 | 0.03 | 10.95 | -3.98 | -19.18 | 12.18 | 46.32 | Ca | > | K | > | N | > | P | > | Mg |
| 123 | -8.74 | 7.88 | -0.21 | -10.27 | 11.35 | 38.46 | Ca | > | N | > | K | > | P | > | Mg |
| 123 | -6.94 | 2.95 | -4.35 | -6.87 | 15.20 | 36.31 | N | > | Ca | > | K | > | P | > | Mg |
| 123 | -4.96 | 2.79 | 0.70 | -8.46 | 9.92 | 26.83 | Ca | > | N | > | K | > | P | > | Mg |
| 123 | 9.13 | -6.20 | 2.20 | -9.27 | 4.14 | 30.95 | Ca | > | P | > | K | > | Mg | > | N |
| 123 | 8.13 | -4.94 | 5.26 | -11.09 | 2.64 | 32.05 | Ca | > | P | > | Mg | > | K | > | N |
| 123 | -8.33 | -17.26 | 11.07 | -1.71 | 16.22 | 54.59 | P | > | N | > | Ca | > | K | > | Mg |
| 123 | 4.99 | -14.60 | 4.80 | -3.28 | 8.09 | 35.76 | P | > | Ca | > | K | > | N | > | Mg |
| 123 | 2.62 | 8.35 | 2.81 | -16.26 | 2.48 | 32.51 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 123 | -0.04 | 0.50 | 10.01 | -11.13 | 0.65 | 22.34 | Ca | > | N | > | P | > | Mg | > | K |
| 122 | 8.22 | -14.72 | 7.31 | -9.58 | 8.76 | 48.58 | P | > | Ca | > | K | > | N | > | Mg |
| 122 | 0.76 | -2.22 | 13.82 | -20.81 | 8.46 | 46.06 | Ca | > | P | > | N | > | Mg | > | K |
| 122 | 4.91 | 2.18 | 10.22 | -9.56 | -7.76 | 34.63 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 122 | -2.67 | 3.84 | 1.23 | -2.99 | 0.59 | 11.32 | Ca | > | N | > | Mg | > | K | > | P |
| 122 | -3.27 | 4.83 | -0.48 | 3.22 | -4.29 | 16.08 | Mg | > | N | > | K | > | Ca | > | P |
| 122 | -5.08 | 2.06 | 4.66 | -2.63 | 0.99 | 15.42 | N | > | Ca | > | Mg | > | P | > | K |
| 122 | -1.70 | 10.64 | -6.49 | -7.05 | 4.60 | 30.48 | Ca | > | K | > | N | > | Mg | > | P |
| 122 | 12.85 | 2.27 | 2.64 | 10.20 | -27.95 | 55.90 | Mg | > | P | > | K | > | Ca | > | N |
| 122 | 9.92 | 11.90 | 3.74 | 5.69 | -31.25 | 62.50 | Mg | > | K | > | Ca | > | N | > | P |
| 122 | 5.68 | -9.62 | -7.62 | 12.30 | -0.74 | 35.95 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 122 | 9.25 | -1.19 | -0.58 | -0.75 | -6.73 | 18.50 | Mg | > | P | > | Ca | > | K | > | N |
| 122 | 2.03 | 12.77 | 8.82 | -2.80 | -20.82 | 47.25 | Mg | > | Ca | > | N | > | K | > | P |
| 122 | -3.02 | 11.74 | 10.54 | 3.39 | -22.66 | 51.34 | Mg | > | N | > | Ca | > | K | > | P |
| 122 | 5.16 | 17.52 | 15.75 | -0.77 | -37.67 | 76.87 | Mg | > | Ca | > | N | > | K | > | P |
| 122 | -3.21 | -1.04 | -0.78 | 13.73 | -8.70 | 27.46 | Mg | > | N | > | P | > | K | > | Ca |
| 122 | 3.09 | 17.21 | 8.60 | 2.94 | -31.84 | 63.69 | Mg | > | Ca | > | N | > | K | > | P |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrientes (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|--|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 122 | -10.91 | 17.30 | -0.07 | -0.41 | -5.90 | 34.59 | N | > | Mg | > | Ca | > | K | > | P |
| 121 | 0.28 | -3.22 | 5.75 | 6.41 | -9.21 | 24.87 | Mg | > | P | > | N | > | K | > | Ca |
| 121 | -0.19 | -2.76 | -1.12 | 6.79 | -2.72 | 13.59 | P | > | Mg | > | K | > | N | > | Ca |
| 121 | 1.22 | -1.26 | 1.36 | 4.23 | -5.55 | 13.63 | Mg | > | P | > | N | > | K | > | Ca |
| 121 | -0.70 | -0.08 | 3.69 | 4.20 | -7.11 | 15.78 | Mg | > | N | > | P | > | K | > | Ca |
| 121 | -2.52 | -1.78 | -6.78 | 9.02 | 2.06 | 22.15 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 121 | -4.08 | -0.46 | -1.48 | 5.71 | 0.31 | 12.04 | N | > | K | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 121 | 1.67 | -8.25 | -8.09 | 8.04 | 6.64 | 32.69 | P | > | K | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 121 | -0.42 | 0.07 | -3.94 | 6.45 | -2.16 | 13.04 | K | > | Mg | > | N | > | P | > | Ca |
| 121 | -8.67 | -1.81 | 3.73 | 2.97 | 3.79 | 20.97 | N | > | P | > | Ca | > | K | > | Mg |
| 121 | 1.46 | -3.95 | -2.33 | -6.38 | 5.46 | 19.58 | Ca | > | P | > | K | > | N | > | Mg |
| 121 | 20.17 | -10.17 | -13.76 | 5.10 | 20.29 | 69.49 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 121 | -1.65 | -4.73 | 7.56 | -15.04 | 5.21 | 34.18 | Ca | > | P | > | N | > | Mg | > | K |
| 121 | -5.50 | -5.23 | 7.87 | -14.55 | 0.39 | 33.54 | Ca | > | N | > | P | > | Mg | > | K |
| 121 | 4.86 | -9.42 | -0.87 | -7.45 | 12.62 | 35.23 | P | > | Ca | > | K | > | N | > | Mg |
| 121 | -3.72 | 7.69 | -1.24 | -7.46 | 4.71 | 24.82 | Ca | > | N | > | K | > | Mg | > | P |
| 121 | 4.78 | -0.20 | -3.60 | -3.09 | 9.99 | 21.66 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 120 | 5.72 | -9.71 | -2.83 | -0.78 | 7.61 | 26.64 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 120 | -2.61 | -7.42 | 3.67 | -1.03 | 7.38 | 22.12 | P | > | N | > | Ca | > | K | > | Mg |
| 120 | -3.91 | -4.09 | 4.17 | 2.88 | 0.96 | 16.01 | P | > | N | > | Mg | > | Ca | > | K |
| 120 | 12.09 | 7.37 | 10.32 | -40.80 | 11.03 | 81.61 | Ca | > | P | > | K | > | Mg | > | N |
| 120 | 10.43 | 10.90 | 0.15 | -28.05 | 6.56 | 56.09 | Ca | > | K | > | Mg | > | N | > | P |
| 120 | 6.59 | 2.54 | -8.89 | -35.46 | 35.23 | 88.70 | Ca | > | K | > | P | > | N | > | Mg |
| 120 | -5.12 | 11.98 | -13.84 | -4.79 | 11.76 | 47.49 | K | > | N | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 120 | 23.34 | -16.72 | 5.47 | -7.05 | -5.03 | 57.60 | P | > | Ca | > | Mg | > | K | > | N |
| 120 | 10.15 | 1.16 | 0.64 | -7.28 | -4.66 | 23.89 | Ca | > | Mg | > | K | > | P | > | N |
| 120 | 8.40 | -7.09 | -1.45 | -3.33 | 3.45 | 23.72 | P | > | Ca | > | K | > | Mg | > | N |
| 120 | 0.52 | 0.29 | -2.11 | -5.81 | 7.10 | 15.84 | Ca | > | K | > | P | > | N | > | Mg |
| 120 | 4.88 | 4.78 | 2.08 | -11.11 | -0.63 | 23.49 | Ca | > | Mg | > | K | > | P | > | N |
| 120 | 2.44 | 5.49 | -1.79 | -6.45 | 0.31 | 16.49 | Ca | > | K | > | Mg | > | N | > | P |
| 120 | 2.26 | -1.77 | 5.84 | -10.73 | 4.40 | 24.99 | Ca | > | P | > | N | > | Mg | > | K |
| 120 | -0.42 | 0.26 | 10.88 | -12.72 | 1.99 | 26.28 | Ca | > | N | > | P | > | Mg | > | K |
| 120 | -0.27 | -3.54 | 2.07 | -0.40 | 2.14 | 8.43 | P | > | Ca | > | N | > | K | > | Mg |
| 120 | 0.78 | -5.49 | 3.58 | -3.98 | 5.11 | 18.95 | P | > | Ca | > | N | > | K | > | Mg |
| 120 | 3.16 | -5.94 | 1.62 | -7.68 | 8.84 | 27.24 | Ca | > | P | > | K | > | N | > | Mg |
| 120 | -0.97 | -3.33 | -0.66 | -3.95 | 8.91 | 17.82 | Ca | > | P | > | N | > | K | > | Mg |
| 120 | 6.69 | 0.15 | 6.25 | -2.11 | -10.98 | 26.18 | Mg | > | Ca | > | P | > | K | > | N |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 120 | 2.33 | 0.02 | 11.30 | 0.83 | -14.47 | 28.94 | Mg | > | P | > | Ca | > | N | > | K |
| 120 | 3.16 | -3.83 | 14.50 | -1.60 | -12.24 | 35.33 | Mg | > | P | > | Ca | > | N | > | K |
| 120 | 4.11 | -6.67 | 9.38 | 0.50 | -7.33 | 27.99 | Mg | > | P | > | Ca | > | N | > | K |
| 120 | 2.08 | -11.56 | -1.08 | 8.61 | 1.95 | 25.27 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 120 | -4.12 | -20.35 | -11.79 | 24.58 | 11.68 | 72.52 | P | > | K | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 120 | 9.30 | -3.89 | 13.86 | -10.01 | -9.26 | 46.32 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 120 | 4.55 | -1.46 | 5.39 | -2.55 | -5.93 | 19.89 | Mg | > | Ca | > | P | > | N | > | K |
| 120 | 2.07 | -12.00 | 11.51 | 8.27 | -9.84 | 43.68 | P | > | Mg | > | N | > | Ca | > | K |
| 120 | 2.53 | -7.89 | 20.43 | -5.06 | -10.01 | 45.91 | Mg | > | P | > | Ca | > | N | > | K |
| 120 | -2.08 | -4.47 | 1.81 | 13.72 | -8.98 | 31.06 | Mg | > | P | > | N | > | K | > | Ca |
| 120 | 3.88 | -4.16 | 3.27 | 4.64 | -7.63 | 23.59 | Mg | > | P | > | K | > | N | > | Ca |
| 120 | -7.66 | 14.27 | 0.44 | -10.69 | 3.65 | 36.69 | Ca | > | N | > | K | > | Mg | > | P |
| 120 | -1.94 | 17.26 | -3.47 | -10.00 | -1.85 | 34.53 | Ca | > | K | > | N | > | Mg | > | P |
| 120 | -8.20 | -0.30 | -15.53 | 13.92 | 10.11 | 48.06 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 120 | -9.85 | 11.27 | -12.36 | 8.89 | 2.05 | 44.41 | K | > | N | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 119 | 13.10 | 6.44 | -11.90 | -8.11 | 0.47 | 40.02 | K | > | Ca | > | Mg | > | P | > | N |
| 119 | 17.40 | 5.62 | -11.45 | -2.20 | -9.37 | 46.03 | K | > | Mg | > | Ca | > | P | > | N |
| 119 | -19.39 | 24.77 | -11.34 | 0.21 | 5.74 | 61.44 | N | > | K | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 119 | -9.62 | 20.64 | -15.21 | -5.96 | 10.15 | 61.57 | K | > | N | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 119 | -8.89 | 29.45 | -6.73 | -12.57 | -1.25 | 58.89 | Ca | > | N | > | K | > | Mg | > | P |
| 119 | -5.87 | 22.57 | -9.99 | -6.47 | -0.23 | 45.13 | K | > | Ca | > | N | > | Mg | > | P |
| 119 | -2.22 | 15.07 | -0.75 | -13.44 | 1.34 | 32.83 | Ca | > | N | > | K | > | Mg | > | P |
| 119 | -5.35 | 16.48 | -15.03 | -9.07 | 12.97 | 58.90 | K | > | Ca | > | N | > | Mg | > | P |
| 119 | -7.61 | 15.00 | -9.58 | -8.89 | 11.08 | 52.16 | K | > | Ca | > | N | > | Mg | > | P |
| 119 | -1.43 | 9.08 | -13.46 | -7.62 | 13.43 | 45.02 | K | > | Ca | > | N | > | P | > | Mg |
| 119 | -5.01 | 10.24 | -9.47 | -6.95 | 11.19 | 42.85 | K | > | Ca | > | N | > | P | > | Mg |
| 119 | -1.92 | 14.07 | -3.50 | -13.78 | 5.12 | 38.38 | Ca | > | K | > | N | > | Mg | > | P |
| 119 | 1.21 | 12.27 | -2.96 | -15.22 | 4.70 | 36.36 | Ca | > | K | > | N | > | Mg | > | P |
| 119 | 1.26 | 17.60 | -7.21 | -14.30 | 2.65 | 43.02 | Ca | > | K | > | N | > | Mg | > | P |
| 119 | -2.33 | 19.08 | -6.17 | -14.24 | 3.67 | 45.50 | Ca | > | K | > | N | > | Mg | > | P |
| 119 | 5.95 | 7.93 | 4.29 | -17.72 | -0.45 | 36.33 | Ca | > | Mg | > | K | > | N | > | P |
| 119 | 6.24 | 6.41 | -4.41 | -11.30 | 3.06 | 31.41 | Ca | > | K | > | Mg | > | N | > | P |
| 119 | 2.86 | 11.56 | -0.80 | -13.85 | 0.23 | 29.30 | Ca | > | K | > | Mg | > | N | > | P |
| 119 | 8.41 | 13.61 | -2.38 | -29.25 | 9.61 | 63.26 | Ca | > | K | > | N | > | Mg | > | P |
| 119 | -3.46 | 19.27 | -1.75 | -16.14 | 2.08 | 42.70 | Ca | > | N | > | K | > | Mg | > | P |
| 118 | -11.88 | 3.32 | -15.11 | 9.05 | 14.62 | 53.98 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 118 | 8.63 | 4.99 | -1.55 | -7.46 | -4.61 | 27.24 | Ca | > | Mg | > | K | > | P | > | N |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 118 | 10.93 | 0.51 | 2.96 | -11.73 | -2.66 | 28.79 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 118 | 14.47 | -4.31 | 0.25 | -6.56 | -3.85 | 29.43 | Ca | > | P | > | Mg | > | K | > | N |
| 118 | -1.45 | -2.37 | 11.01 | -20.00 | 12.82 | 47.65 | Ca | > | P | > | N | > | K | > | Mg |
| 118 | 4.71 | -10.89 | 16.09 | -17.30 | 7.40 | 56.40 | Ca | > | P | > | N | > | Mg | > | K |
| 118 | 11.22 | 3.23 | 8.03 | -22.02 | -0.47 | 44.97 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 118 | 1.83 | 15.02 | 1.26 | -17.83 | -0.28 | 36.22 | Ca | > | Mg | > | K | > | N | > | P |
| 118 | 0.67 | 9.33 | -5.80 | -10.76 | 6.55 | 33.11 | Ca | > | K | > | N | > | Mg | > | P |
| 118 | 4.83 | -7.97 | -2.19 | 6.59 | -1.26 | 22.83 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 118 | 5.42 | -5.00 | -2.13 | -1.80 | 3.51 | 17.85 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 118 | 10.14 | -7.21 | -10.63 | 0.81 | 6.90 | 35.70 | K | > | P | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 118 | 7.87 | -3.74 | 1.50 | -3.88 | -1.74 | 18.73 | Ca | > | P | > | Mg | > | K | > | N |
| 118 | 10.02 | -4.85 | 11.65 | -9.89 | -6.93 | 43.32 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 118 | 3.59 | -2.64 | -1.34 | -3.64 | 4.02 | 15.23 | Ca | > | P | > | K | > | N | > | Mg |
| 118 | 6.21 | 1.03 | -5.87 | -2.50 | 1.12 | 16.72 | K | > | Ca | > | P | > | Mg | > | N |
| 118 | 7.59 | 4.40 | 3.06 | -4.99 | -10.07 | 30.12 | Mg | > | Ca | > | K | > | P | > | N |
| 118 | 13.23 | 11.92 | -9.64 | -12.83 | -2.68 | 50.31 | Ca | > | K | > | Mg | > | P | > | N |
| 118 | 3.07 | -10.76 | 2.64 | 4.29 | 0.76 | 21.52 | P | > | Mg | > | K | > | N | > | Ca |
| 118 | 5.06 | -11.16 | -2.34 | 4.89 | 3.55 | 27.00 | P | > | K | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 118 | 4.22 | -7.17 | -4.33 | 7.97 | -0.69 | 24.38 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 118 | 6.48 | -8.26 | -0.09 | 4.89 | -3.03 | 22.74 | P | > | Mg | > | K | > | Ca | > | N |
| 118 | -0.24 | -8.45 | 2.76 | 3.59 | 2.34 | 17.38 | P | > | N | > | Mg | > | K | > | Ca |
| 118 | 1.47 | 3.52 | 26.11 | -17.80 | -13.31 | 62.22 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 118 | -0.23 | -8.41 | 3.97 | 9.00 | -4.33 | 25.94 | P | > | Mg | > | N | > | K | > | Ca |
| 118 | -0.37 | -5.97 | 6.19 | 1.49 | -1.33 | 15.35 | P | > | Mg | > | N | > | Ca | > | K |
| 118 | -0.13 | -10.82 | 15.42 | 2.49 | -6.96 | 35.82 | P | > | Mg | > | N | > | Ca | > | K |
| 118 | -2.41 | -6.43 | 10.23 | 4.20 | -5.59 | 28.85 | P | > | Mg | > | N | > | Ca | > | K |
| 118 | 4.19 | -18.64 | -3.71 | 22.05 | -3.89 | 52.47 | P | > | Mg | > | K | > | N | > | Ca |
| 118 | 3.68 | -14.70 | 7.02 | 7.75 | -3.74 | 36.89 | P | > | Mg | > | N | > | K | > | Ca |
| 118 | 4.18 | -11.41 | 3.69 | 6.59 | -3.05 | 28.93 | P | > | Mg | > | K | > | N | > | Ca |
| 118 | -3.10 | 5.66 | -0.13 | 4.09 | -6.52 | 19.51 | Mg | > | N | > | K | > | Ca | > | P |
| 118 | 0.79 | -7.86 | 4.05 | 7.18 | -4.16 | 24.04 | P | > | Mg | > | N | > | K | > | Ca |
| 118 | 1.67 | -12.02 | 3.00 | 12.89 | -5.53 | 35.11 | P | > | Mg | > | N | > | K | > | Ca |
| 118 | 11.70 | -4.05 | -7.21 | -4.35 | 3.92 | 31.24 | K | > | Ca | > | P | > | Mg | > | N |
| 118 | 14.69 | 4.56 | -3.98 | -11.52 | -3.74 | 38.50 | Ca | > | K | > | Mg | > | P | > | N |
| 118 | 8.69 | 6.92 | -3.19 | -6.89 | -5.53 | 31.22 | Ca | > | Mg | > | K | > | P | > | N |
| 118 | 10.72 | -2.35 | 1.92 | -6.52 | -3.76 | 25.27 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 118 | 8.32 | -4.38 | -29.26 | 4.62 | 20.70 | 67.27 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 118 | 8.23 | -2.43 | -18.73 | -9.31 | 22.23 | 60.92 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 118 | -0.69 | 3.92 | -3.49 | -7.46 | 7.72 | 23.29 | Ca | > | K | > | N | > | P | > | Mg |
| 118 | -6.11 | 19.19 | -6.23 | -10.21 | 3.36 | 45.10 | Ca | > | K | > | N | > | Mg | > | P |
| 118 | -4.04 | 18.72 | -7.98 | -11.40 | 4.70 | 46.85 | Ca | > | K | > | N | > | Mg | > | P |
| 118 | 15.97 | -4.79 | 7.59 | -11.80 | -6.97 | 47.12 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 118 | 7.78 | -2.63 | 11.40 | -9.15 | -7.41 | 38.37 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 118 | 13.48 | -5.27 | 13.77 | -11.04 | -10.94 | 54.50 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 118 | 7.00 | 6.70 | -0.33 | -10.66 | -2.70 | 27.39 | Ca | > | Mg | > | K | > | P | > | N |
| 118 | 3.76 | -3.88 | 8.92 | -5.13 | -3.68 | 25.37 | Ca | > | P | > | Mg | > | N | > | K |
| 118 | 6.54 | -2.23 | 9.50 | -8.46 | -5.35 | 32.08 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 118 | -6.18 | 12.89 | -1.08 | -3.56 | -2.08 | 25.79 | N | > | Ca | > | Mg | > | K | > | P |
| 118 | 0.56 | -5.60 | 15.88 | -5.43 | -5.41 | 32.87 | P | > | Ca | > | Mg | > | N | > | K |
| 118 | 8.52 | 6.26 | -5.91 | -4.90 | -3.97 | 29.57 | K | > | Ca | > | Mg | > | P | > | N |
| 118 | 4.62 | -1.76 | 2.44 | -5.90 | 0.60 | 15.31 | Ca | > | P | > | Mg | > | K | > | N |
| 117 | 7.54 | 3.67 | -13.57 | -10.60 | 12.95 | 48.33 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 117 | 8.59 | 9.52 | -10.31 | -18.14 | 10.34 | 56.89 | Ca | > | K | > | N | > | P | > | Mg |
| 117 | -4.65 | 17.91 | -0.36 | -13.27 | 0.37 | 36.56 | Ca | > | N | > | K | > | Mg | > | P |
| 117 | -2.25 | 17.26 | 3.95 | -17.77 | -1.20 | 42.42 | Ca | > | N | > | Mg | > | K | > | P |
| 117 | -10.29 | 8.03 | 4.25 | -2.30 | 0.30 | 25.18 | N | > | Ca | > | Mg | > | K | > | P |
| 117 | -16.75 | 19.53 | 14.91 | -12.50 | -5.19 | 68.87 | N | > | Ca | > | Mg | > | K | > | P |
| 117 | -11.38 | 13.22 | 7.28 | -8.47 | -0.65 | 40.99 | N | > | Ca | > | Mg | > | K | > | P |
| 117 | -10.81 | 9.26 | 10.47 | -4.44 | -4.49 | 39.48 | N | > | Mg | > | Ca | > | P | > | K |
| 117 | -11.11 | 10.65 | 0.01 | -2.96 | 3.41 | 28.13 | N | > | Ca | > | K | > | Mg | > | P |
| 117 | -7.88 | 13.45 | 7.36 | -7.34 | -5.58 | 41.62 | N | > | Ca | > | Mg | > | K | > | P |
| 117 | -11.81 | 0.06 | 3.98 | 0.25 | 7.52 | 23.62 | N | > | P | > | Ca | > | K | > | Mg |
| 117 | 5.19 | 4.54 | 12.26 | -15.14 | -6.85 | 43.99 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 117 | 7.81 | 5.27 | 8.97 | -16.08 | -5.97 | 44.10 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 117 | 9.22 | 1.01 | 8.51 | -14.18 | -4.57 | 37.49 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 117 | 8.99 | 13.31 | 2.41 | -22.61 | -2.10 | 49.42 | Ca | > | Mg | > | K | > | N | > | P |
| 117 | 5.04 | -10.04 | 17.39 | -2.90 | -9.49 | 44.86 | P | > | Mg | > | Ca | > | N | > | K |
| 117 | 2.94 | -1.47 | 8.70 | -1.54 | -8.62 | 23.27 | Mg | > | Ca | > | P | > | N | > | K |
| 117 | 9.55 | -10.01 | 12.63 | -6.11 | -6.06 | 44.36 | P | > | Ca | > | Mg | > | N | > | K |
| 117 | 5.23 | -15.29 | -1.65 | -0.28 | 11.99 | 34.45 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 117 | 9.43 | -2.32 | 15.19 | -12.56 | -9.74 | 49.23 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 117 | 7.47 | -11.46 | 2.83 | -5.48 | 6.64 | 33.88 | P | > | Ca | > | K | > | Mg | > | N |
| 117 | 2.96 | 5.66 | 17.17 | -3.63 | -22.16 | 51.58 | Mg | > | Ca | > | N | > | P | > | K |
| 117 | 19.42 | -2.72 | -10.47 | 2.06 | -8.28 | 42.95 | K | > | Mg | > | P | > | Ca | > | N |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 117 | -6.97 | 17.76 | -1.49 | 1.28 | -10.57 | 38.07 | Mg | > | N | > | K | > | Ca | > | P |
| 117 | -3.85 | 4.00 | -4.27 | 1.99 | 2.14 | 16.25 | K | > | N | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 117 | -7.09 | 3.98 | -15.72 | 7.56 | 11.26 | 45.61 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 117 | 16.16 | -3.52 | 23.52 | -26.48 | -9.68 | 79.36 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 117 | 10.16 | 6.95 | 11.99 | -19.86 | -9.23 | 58.18 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 117 | 14.79 | 5.41 | 11.15 | -23.17 | -8.19 | 62.71 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 117 | 29.79 | 0.43 | 26.53 | -42.12 | -14.63 | 113.50 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 116 | 11.02 | 12.57 | 16.14 | -31.97 | -7.77 | 79.48 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 116 | 13.53 | 7.42 | -5.35 | -13.38 | -2.22 | 41.90 | Ca | > | K | > | Mg | > | P | > | N |
| 116 | 1.25 | -5.37 | -2.55 | 8.01 | -1.34 | 18.53 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 116 | 0.56 | 3.07 | -0.24 | -0.50 | -2.89 | 7.27 | Mg | > | Ca | > | K | > | N | > | P |
| 116 | 6.36 | -5.97 | 1.55 | -9.17 | 7.23 | 30.28 | Ca | > | P | > | K | > | N | > | Mg |
| 116 | 9.04 | -6.00 | 6.28 | -15.08 | 5.76 | 42.16 | Ca | > | P | > | Mg | > | K | > | N |
| 116 | 5.54 | 5.20 | 20.66 | -24.50 | -6.90 | 62.79 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 116 | 2.90 | -5.35 | -12.31 | 6.97 | 7.79 | 35.31 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 115 | -14.94 | 12.41 | -8.95 | 9.88 | 1.60 | 47.78 | N | > | K | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 115 | -22.55 | 22.37 | -6.84 | 8.42 | -1.39 | 61.57 | N | > | K | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 115 | -19.19 | 11.56 | -4.35 | 9.15 | 2.83 | 47.08 | N | > | K | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 115 | 23.78 | -10.55 | 4.67 | -8.71 | -9.19 | 56.90 | P | > | Mg | > | Ca | > | K | > | N |
| 115 | 17.62 | 5.47 | 0.66 | -11.67 | -12.08 | 47.50 | Mg | > | Ca | > | K | > | P | > | N |
| 115 | -4.98 | 12.08 | -22.62 | 2.62 | 12.91 | 55.21 | K | > | N | > | Ca | > | P | > | Mg |
| 115 | -4.30 | 6.06 | -1.86 | -8.94 | 9.04 | 30.20 | Ca | > | N | > | K | > | P | > | Mg |
| 115 | -3.74 | 5.59 | -4.83 | -6.36 | 9.35 | 29.87 | Ca | > | K | > | N | > | P | > | Mg |
| 114 | -6.79 | 2.13 | 8.61 | -1.56 | -2.39 | 21.48 | N | > | Mg | > | Ca | > | P | > | K |
| 114 | -4.03 | 0.34 | 2.26 | -1.04 | 2.47 | 10.14 | N | > | Ca | > | P | > | K | > | Mg |
| 114 | -0.52 | -4.35 | -11.93 | 5.89 | 10.92 | 33.62 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 114 | -0.04 | 0.82 | -16.58 | 13.63 | 2.16 | 33.23 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 114 | -10.10 | -9.64 | 17.13 | -0.32 | 2.92 | 40.11 | N | > | P | > | Ca | > | Mg | > | K |
| 114 | -9.07 | -14.47 | 5.21 | 4.73 | 13.59 | 47.08 | P | > | N | > | Ca | > | K | > | Mg |
| 114 | -6.82 | -13.36 | -12.93 | 8.58 | 24.53 | 66.22 | P | > | K | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 114 | 0.40 | -21.93 | -17.45 | 15.61 | 23.38 | 78.76 | P | > | K | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 114 | -2.16 | -23.05 | -27.84 | 7.61 | 45.45 | 106.12 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 114 | 16.30 | 1.58 | 3.06 | -9.26 | -11.69 | 41.90 | Mg | > | Ca | > | P | > | K | > | N |
| 114 | 4.51 | 14.03 | 6.30 | -6.26 | -18.59 | 49.70 | Mg | > | Ca | > | N | > | K | > | P |
| 114 | -5.01 | 17.32 | 5.40 | -6.91 | -10.80 | 45.45 | Mg | > | Ca | > | N | > | K | > | P |
| 114 | -6.12 | 20.24 | 5.44 | -6.78 | -12.78 | 51.36 | Mg | > | Ca | > | N | > | K | > | P |
| 114 | -6.24 | 12.29 | 11.12 | -7.15 | -10.02 | 46.81 | Mg | > | Ca | > | N | > | K | > | P |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 114 | -2.99 | 0.13 | 3.10 | 2.24 | -2.47 | 10.93 | N | > | Mg | > | P | > | Ca | > | K |
| 114 | -6.92 | 15.21 | 0.29 | -1.68 | -6.90 | 31.00 | N | > | Mg | > | Ca | > | K | > | P |
| 114 | -8.90 | 20.27 | -2.62 | -3.19 | -5.55 | 40.54 | N | > | Mg | > | Ca | > | K | > | P |
| 114 | -0.04 | 11.70 | 5.90 | -11.95 | -5.60 | 35.20 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 114 | -2.71 | 18.74 | 0.47 | -10.33 | -6.16 | 38.42 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 114 | -1.61 | 10.40 | 13.17 | -13.00 | -8.96 | 47.13 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 114 | -5.49 | 12.67 | 3.38 | -5.68 | -4.86 | 32.08 | Ca | > | N | > | Mg | > | K | > | P |
| 114 | -7.01 | 22.90 | 11.26 | -12.22 | -14.94 | 68.34 | Mg | > | Ca | > | N | > | K | > | P |
| 114 | 2.95 | -2.78 | 1.91 | 2.87 | -4.95 | 15.46 | Mg | > | P | > | K | > | Ca | > | N |
| 114 | 2.79 | -3.69 | 14.24 | 0.39 | -13.73 | 34.84 | Mg | > | P | > | Ca | > | N | > | K |
| 114 | 7.85 | -6.97 | -12.44 | 4.73 | 6.84 | 38.83 | K | > | P | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 114 | 2.95 | -0.32 | -11.25 | -1.23 | 9.84 | 25.60 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 114 | -1.45 | 6.17 | -12.74 | 2.09 | 5.93 | 28.37 | K | > | N | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 114 | -7.65 | 6.66 | -20.00 | 11.03 | 9.95 | 55.29 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 114 | -5.81 | 6.76 | -21.82 | 10.21 | 10.66 | 55.25 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 114 | 6.42 | -2.91 | -14.57 | 3.55 | 7.51 | 34.95 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 114 | 1.82 | -1.50 | -0.46 | -3.98 | 4.12 | 11.87 | Ca | > | P | > | K | > | N | > | Mg |
| 114 | -4.76 | 2.38 | 12.30 | -13.57 | 3.65 | 36.66 | Ca | > | N | > | P | > | Mg | > | K |
| 114 | -6.31 | 1.08 | -7.59 | 5.45 | 7.37 | 27.81 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 114 | 9.49 | -14.09 | -4.48 | 2.05 | 7.04 | 37.14 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 113 | 4.09 | 7.80 | -0.28 | -7.28 | -4.33 | 23.78 | Ca | > | Mg | > | K | > | N | > | P |
| 113 | 2.92 | 1.59 | 9.43 | -10.88 | -3.06 | 27.87 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 113 | -6.00 | 9.87 | 5.31 | -5.00 | -4.18 | 30.37 | N | > | Ca | > | Mg | > | K | > | P |
| 113 | -0.01 | 2.81 | -12.69 | 18.05 | -8.16 | 41.73 | K | > | Mg | > | N | > | P | > | Ca |
| 113 | -0.37 | 14.39 | -6.46 | -6.87 | -0.70 | 28.79 | Ca | > | K | > | Mg | > | N | > | P |
| 113 | 4.72 | 1.97 | -2.45 | -5.79 | 1.54 | 16.48 | Ca | > | K | > | Mg | > | P | > | N |
| 113 | 5.21 | -0.90 | 3.83 | -5.44 | -2.70 | 18.09 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 113 | -0.74 | 2.01 | -4.08 | -1.83 | 4.65 | 13.31 | K | > | Ca | > | N | > | P | > | Mg |
| 113 | 5.49 | 2.03 | 6.16 | -8.38 | -5.30 | 27.37 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 113 | 11.17 | 1.54 | 2.33 | -5.89 | -9.15 | 30.07 | Mg | > | Ca | > | P | > | K | > | N |
| 113 | 5.06 | 1.11 | -9.36 | 1.66 | 1.53 | 18.72 | K | > | P | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 113 | -1.13 | 6.90 | -0.80 | 3.82 | -8.79 | 21.44 | Mg | > | N | > | K | > | Ca | > | P |
| 112 | -1.37 | 3.35 | 1.58 | -0.18 | -3.39 | 9.87 | Mg | > | N | > | Ca | > | K | > | P |
| 112 | -10.73 | -17.09 | -6.33 | 16.64 | 17.50 | 68.28 | P | > | N | > | K | > | Ca | > | Mg |
| 112 | -2.10 | -5.56 | -1.29 | 0.65 | 8.29 | 17.89 | P | > | N | > | K | > | Ca | > | Mg |
| 112 | 2.87 | -5.89 | -4.77 | 3.30 | 4.49 | 21.33 | P | > | K | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 112 | -6.33 | -2.07 | -12.57 | 14.03 | 6.94 | 41.93 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| | N | P | K | Ca | Mg | | |
| 112 | 7.40 | 4.45 | 8.84 | -15.85 | -4.83 | 41.37 | Ca > Mg > P > N > K |
| 112 | 12.72 | 1.41 | -11.21 | 2.35 | -5.27 | 32.96 | K > Mg > P > Ca > N |
| 112 | -6.22 | 13.98 | 6.86 | -12.01 | -2.61 | 41.68 | Ca > N > Mg > K > P |
| 112 | -7.53 | 3.96 | 5.70 | -9.52 | 7.39 | 34.10 | Ca > N > P > K > Mg |
| 112 | -5.47 | 2.82 | -2.89 | 0.19 | 5.36 | 16.72 | N > K > Ca > P > Mg |
| 112 | 4.97 | 3.66 | -5.60 | 6.96 | -9.99 | 31.18 | Mg > K > P > N > Ca |
| 112 | -0.34 | 8.86 | -2.20 | 3.55 | -9.87 | 24.83 | Mg > K > N > Ca > P |
| 112 | 3.62 | 8.19 | -9.57 | 6.48 | -8.72 | 36.57 | K > Mg > N > Ca > P |
| 112 | 5.02 | 0.50 | -14.13 | 11.25 | -2.64 | 33.53 | K > Mg > P > N > Ca |
| 112 | 2.32 | -0.10 | -17.39 | 15.37 | -0.21 | 35.39 | K > Mg > P > N > Ca |
| 112 | 3.45 | 6.89 | -0.95 | 4.87 | -14.26 | 30.42 | Mg > K > N > Ca > P |
| 112 | 4.81 | 2.14 | -5.44 | 6.17 | -7.67 | 26.23 | Mg > K > P > N > Ca |
| 112 | -0.66 | -5.15 | 0.29 | -3.38 | 8.91 | 18.39 | P > Ca > N > K > Mg |
| 112 | -4.73 | -8.71 | 2.66 | 1.07 | 9.72 | 26.89 | P > N > Ca > K > Mg |
| 112 | 3.16 | -13.39 | 0.43 | -4.49 | 14.28 | 35.76 | P > Ca > K > N > Mg |
| 112 | 12.77 | -14.40 | 8.28 | 9.04 | -15.69 | 60.18 | Mg > P > K > Ca > N |
| 112 | 15.50 | -15.41 | 12.77 | 4.07 | -16.93 | 64.68 | Mg > P > Ca > K > N |
| 112 | 12.62 | -13.76 | 2.72 | 5.13 | -6.72 | 40.95 | P > Mg > K > Ca > N |
| 112 | 11.06 | -15.98 | 2.37 | 10.37 | -7.82 | 47.60 | P > Mg > K > Ca > N |
| 112 | 6.71 | 1.94 | 0.55 | 4.23 | -13.42 | 26.85 | Mg > K > P > Ca > N |
| 112 | -4.77 | 6.98 | -2.71 | -6.83 | 7.33 | 28.62 | Ca > N > K > P > Mg |
| 112 | -1.18 | -5.58 | -10.73 | 10.60 | 6.89 | 34.97 | K > P > N > Mg > Ca |
| 112 | 1.43 | 0.11 | -14.19 | 7.28 | 5.37 | 28.38 | K > P > N > Mg > Ca |
| 112 | -6.56 | 13.25 | -7.97 | -8.70 | 9.98 | 46.46 | Ca > K > N > Mg > P |
| 112 | -8.17 | 14.28 | -8.98 | -0.25 | 3.11 | 34.80 | K > N > Ca > Mg > P |
| 112 | -1.39 | 4.01 | -15.43 | 6.05 | 6.75 | 33.63 | K > N > P > Ca > Mg |
| 112 | -2.43 | 8.49 | -9.66 | -3.40 | 7.00 | 30.98 | K > Ca > N > Mg > P |
| 112 | -5.35 | 7.11 | -8.60 | 2.93 | 3.92 | 27.90 | K > N > Ca > Mg > P |
| 112 | 21.43 | 18.93 | 28.22 | -52.00 | -16.58 | 137.16 | Ca > Mg > P > N > K |
| 112 | 7.61 | 11.63 | -0.95 | -16.44 | -1.84 | 38.48 | Ca > Mg > K > N > P |
| 112 | 14.40 | 13.00 | 4.91 | -25.42 | -6.88 | 64.60 | Ca > Mg > K > P > N |
| 112 | 14.82 | 11.38 | 9.71 | -23.55 | -12.36 | 71.82 | Ca > Mg > K > P > N |
| 112 | 7.43 | 14.89 | 0.37 | -19.94 | -2.74 | 45.37 | Ca > Mg > K > N > P |
| 112 | 9.65 | 15.27 | 9.26 | -25.08 | -9.10 | 68.36 | Ca > Mg > K > N > P |
| 112 | 10.75 | 9.91 | 3.66 | -17.36 | -6.96 | 48.64 | Ca > Mg > K > P > N |
| 112 | 5.22 | 8.03 | -2.88 | -8.53 | -1.85 | 26.52 | Ca > K > Mg > N > P |
| 112 | -7.83 | 4.37 | -12.53 | 11.96 | 4.04 | 40.73 | K > N > Mg > P > Ca |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 111 | 6.54 | 10.54 | 10.11 | -18.15 | -9.04 | 54.38 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 111 | 4.26 | 3.96 | 8.60 | -9.16 | -7.66 | 33.63 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 111 | 0.76 | 7.01 | 8.53 | -6.75 | -9.55 | 32.60 | Mg | > | Ca | > | N | > | P | > | K |
| 111 | 0.37 | 10.40 | 5.51 | -5.52 | -10.76 | 32.56 | Mg | > | Ca | > | N | > | K | > | P |
| 111 | -5.03 | -5.06 | -3.42 | 4.67 | 8.85 | 27.03 | P | > | N | > | K | > | Ca | > | Mg |
| 111 | -6.23 | 5.96 | 6.06 | -8.57 | 2.78 | 29.60 | Ca | > | N | > | Mg | > | P | > | K |
| 111 | -2.17 | -0.95 | 8.01 | -3.21 | -1.68 | 16.01 | Ca | > | N | > | Mg | > | P | > | K |
| 111 | 10.23 | -0.72 | 9.62 | -16.15 | -2.99 | 39.70 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 111 | 4.62 | -11.30 | 8.28 | 1.87 | -3.48 | 29.55 | P | > | Mg | > | Ca | > | N | > | K |
| 111 | 3.73 | -0.12 | 11.44 | 0.93 | -15.98 | 32.21 | Mg | > | P | > | Ca | > | N | > | K |
| 111 | -2.02 | -3.91 | -9.37 | 3.84 | 11.45 | 30.59 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 111 | -2.28 | 5.70 | -12.61 | 7.00 | 2.19 | 29.78 | K | > | N | > | Mg | > | P | > | Ca |
| 111 | 1.46 | 5.08 | 1.69 | -4.57 | -3.66 | 16.46 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 111 | 7.22 | -1.81 | 2.55 | -6.73 | -1.23 | 19.54 | Ca | > | P | > | Mg | > | K | > | N |
| 111 | -6.64 | 2.02 | -9.20 | 0.93 | 12.88 | 31.66 | K | > | N | > | Ca | > | P | > | Mg |
| 111 | -5.43 | 10.96 | 6.98 | -15.03 | 2.51 | 40.91 | Ca | > | N | > | Mg | > | K | > | P |
| 111 | -2.16 | 11.88 | -12.07 | 0.09 | 2.26 | 28.46 | K | > | N | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 111 | 9.15 | -12.16 | 5.71 | -8.22 | 5.52 | 40.76 | P | > | Ca | > | Mg | > | K | > | N |
| 111 | -2.62 | -26.31 | 2.21 | 15.48 | 11.23 | 57.86 | P | > | N | > | K | > | Mg | > | Ca |
| 111 | -1.71 | -37.62 | -7.24 | 30.91 | 15.67 | 93.15 | P | > | K | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 110 | -30.10 | -21.16 | -37.24 | 54.25 | 34.26 | 177.00 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 110 | -8.72 | -24.33 | -15.75 | 15.65 | 33.15 | 97.59 | P | > | K | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 110 | -3.89 | -2.67 | 12.74 | -5.28 | -0.89 | 25.47 | Ca | > | N | > | P | > | Mg | > | K |
| 110 | 0.55 | 5.52 | 2.37 | -4.75 | -3.69 | 16.87 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 110 | -3.16 | -2.30 | -1.07 | 7.68 | -1.15 | 15.37 | N | > | P | > | Mg | > | K | > | Ca |
| 110 | -8.72 | 9.52 | -8.33 | 5.45 | 2.08 | 34.10 | N | > | K | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 110 | -1.80 | 5.28 | -2.84 | 2.67 | -3.31 | 15.90 | Mg | > | K | > | N | > | Ca | > | P |
| 110 | -11.16 | 22.94 | -6.97 | 0.62 | -5.43 | 47.12 | N | > | K | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 110 | 16.35 | -8.31 | 20.46 | -13.33 | -15.17 | 73.64 | Mg | > | Ca | > | P | > | N | > | K |
| 110 | 6.91 | -2.75 | 13.47 | -9.73 | -7.90 | 40.76 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 110 | 0.49 | -2.55 | 4.99 | -5.67 | 2.75 | 16.46 | Ca | > | P | > | N | > | Mg | > | K |
| 110 | -0.33 | 8.76 | 10.72 | 3.75 | -22.89 | 46.45 | Mg | > | N | > | Ca | > | P | > | K |
| 110 | 2.56 | 8.69 | 23.64 | -5.76 | -29.14 | 69.79 | Mg | > | Ca | > | N | > | P | > | K |
| 110 | 4.26 | 7.69 | 17.92 | -5.12 | -24.74 | 59.73 | Mg | > | Ca | > | N | > | P | > | K |
| 110 | -4.50 | -0.78 | -5.35 | -1.50 | 12.14 | 24.27 | K | > | N | > | Ca | > | P | > | Mg |
| 110 | 9.32 | -8.77 | -5.92 | -9.27 | 14.63 | 47.91 | Ca | > | P | > | K | > | N | > | Mg |
| 110 | 2.37 | -4.91 | -19.06 | 0.91 | 20.70 | 47.96 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|-------|-------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 110 | 9.03 | 8.51 | -30.36 | -11.67 | 24.48 | 84.05 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 110 | -0.88 | 1.26 | -12.29 | 9.22 | 2.69 | 26.34 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 110 | -6.25 | -7.10 | 11.04 | -0.78 | 3.08 | 28.25 | P | > | N | > | Ca | > | Mg | > | K |
| 110 | 14.97 | -3.99 | 8.02 | -10.33 | -8.66 | 45.96 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 110 | -4.97 | -1.39 | 13.57 | -3.02 | -4.20 | 27.14 | N | > | Mg | > | Ca | > | P | > | K |
| 110 | -11.83 | -14.82 | 6.51 | 15.97 | 4.17 | 53.30 | P | > | N | > | Mg | > | K | > | Ca |
| 110 | -6.34 | -9.23 | 13.62 | -1.69 | 3.64 | 34.52 | P | > | N | > | Ca | > | Mg | > | K |
| 110 | 5.80 | 8.13 | 1.97 | -7.12 | -8.77 | 31.79 | Mg | > | Ca | > | K | > | N | > | P |
| 110 | 9.55 | -0.43 | -10.16 | -0.13 | 1.16 | 21.43 | K | > | P | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 109 | -10.29 | 5.85 | 5.93 | 1.25 | -2.73 | 26.05 | N | > | Mg | > | Ca | > | P | > | K |
| 109 | -6.67 | 0.76 | -0.26 | -1.03 | 7.19 | 15.91 | N | > | Ca | > | K | > | P | > | Mg |
| 109 | -12.67 | 8.99 | 1.00 | 4.51 | -1.82 | 28.99 | N | > | Mg | > | K | > | Ca | > | P |
| 109 | -9.88 | 6.35 | 5.46 | 1.77 | -3.71 | 27.17 | N | > | Mg | > | Ca | > | K | > | P |
| 109 | -9.28 | 10.36 | 2.52 | -0.89 | -2.71 | 25.76 | N | > | Mg | > | Ca | > | K | > | P |
| 109 | -6.63 | 8.32 | 3.20 | -3.80 | -1.08 | 23.04 | N | > | Ca | > | Mg | > | K | > | P |
| 109 | -2.91 | -8.88 | 5.35 | 1.38 | 5.06 | 23.58 | P | > | N | > | Ca | > | Mg | > | K |
| 109 | -2.17 | -0.28 | -0.68 | -6.66 | 9.79 | 19.59 | Ca | > | N | > | K | > | P | > | Mg |
| 109 | 11.31 | -13.03 | -22.83 | -3.43 | 27.98 | 78.58 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 109 | 7.40 | -7.35 | -18.75 | -10.36 | 29.05 | 72.90 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 109 | 8.32 | -3.03 | -20.26 | -8.05 | 23.02 | 62.68 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 108 | -8.00 | 9.90 | 7.13 | -3.02 | -6.02 | 34.07 | N | > | Mg | > | Ca | > | K | > | P |
| 108 | -4.38 | 3.74 | 2.77 | -3.37 | 1.24 | 15.49 | N | > | Ca | > | Mg | > | K | > | P |
| 108 | -8.62 | 5.30 | 13.74 | -4.95 | -5.47 | 38.08 | N | > | Mg | > | Ca | > | P | > | K |
| 108 | -3.36 | -4.53 | 3.85 | 0.57 | 3.47 | 15.78 | P | > | N | > | Ca | > | Mg | > | K |
| 108 | -5.59 | 1.74 | 8.39 | -4.88 | 0.34 | 20.95 | N | > | Ca | > | Mg | > | P | > | K |
| 108 | -2.77 | 1.59 | 4.58 | -2.43 | -0.98 | 12.35 | N | > | Ca | > | Mg | > | P | > | K |
| 108 | -4.85 | 5.66 | -0.51 | -1.38 | 1.08 | 13.48 | N | > | Ca | > | K | > | Mg | > | P |
| 108 | 2.12 | -3.13 | -7.29 | 1.09 | 7.22 | 20.85 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 108 | -21.34 | 12.64 | 6.20 | -5.21 | 7.72 | 53.11 | N | > | Ca | > | K | > | Mg | > | P |
| 108 | -20.40 | 18.44 | 15.26 | -15.61 | 2.32 | 72.02 | N | > | Ca | > | Mg | > | K | > | P |
| 108 | -18.91 | 20.13 | 11.78 | -17.56 | 4.56 | 72.94 | N | > | Ca | > | Mg | > | K | > | P |
| 108 | -25.37 | 26.06 | 7.13 | -9.21 | 1.40 | 69.16 | N | > | Ca | > | Mg | > | K | > | P |
| 108 | -23.56 | 28.25 | 9.43 | -12.62 | -1.51 | 75.37 | N | > | Ca | > | Mg | > | K | > | P |
| 108 | -18.76 | -0.23 | 1.67 | 9.82 | 7.49 | 37.97 | N | > | P | > | K | > | Mg | > | Ca |
| 108 | -22.57 | 17.03 | 4.85 | -2.21 | 2.91 | 49.57 | N | > | Ca | > | Mg | > | K | > | P |
| 108 | -25.61 | 14.38 | 4.16 | 3.62 | 3.45 | 51.22 | N | > | Mg | > | Ca | > | K | > | P |
| 108 | 4.10 | -2.88 | 8.37 | -6.85 | -2.74 | 24.94 | Ca | > | P | > | Mg | > | N | > | K |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 108 | 3.82 | -2.15 | 1.80 | -2.02 | -1.44 | 11.24 | P | > | Ca | > | Mg | > | K | > | N |
| 108 | 2.68 | -5.78 | -5.93 | 4.24 | 4.79 | 23.42 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 108 | 10.90 | -6.28 | 5.10 | -8.29 | -1.43 | 31.99 | Ca | > | P | > | Mg | > | K | > | N |
| 108 | 0.62 | 5.50 | -5.52 | 9.49 | -10.10 | 31.25 | Mg | > | K | > | N | > | P | > | Ca |
| 108 | 9.25 | -5.06 | -3.81 | 0.37 | -0.75 | 19.24 | P | > | K | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 108 | 8.76 | -0.66 | -0.59 | -19.84 | 12.32 | 42.17 | Ca | > | P | > | K | > | N | > | Mg |
| 108 | 6.75 | 12.54 | 4.24 | 2.02 | -25.56 | 51.11 | Mg | > | Ca | > | K | > | N | > | P |
| 108 | -0.31 | 7.23 | -13.07 | -3.03 | 9.18 | 32.81 | K | > | Ca | > | N | > | P | > | Mg |
| 108 | 1.03 | 9.98 | -5.09 | -2.67 | -3.24 | 22.00 | K | > | Mg | > | Ca | > | N | > | P |
| 108 | 3.49 | -5.59 | -5.06 | 8.65 | -1.48 | 24.27 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 108 | 8.40 | -14.33 | 1.81 | 9.80 | -5.68 | 40.03 | P | > | Mg | > | K | > | N | > | Ca |
| 108 | 6.11 | -34.13 | 5.41 | 13.13 | 9.48 | 68.27 | P | > | K | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 108 | -0.18 | 0.19 | -17.74 | -1.03 | 18.76 | 37.90 | K | > | Ca | > | N | > | P | > | Mg |
| 108 | 2.56 | 2.84 | -7.98 | -11.61 | 14.20 | 39.19 | Ca | > | K | > | N | > | P | > | Mg |
| 108 | 3.96 | 6.57 | -2.37 | -13.53 | 5.37 | 31.81 | Ca | > | K | > | N | > | Mg | > | P |
| 108 | 10.73 | 1.90 | 16.02 | -17.34 | -11.30 | 57.29 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 108 | 11.48 | -2.41 | 16.47 | -18.57 | -6.96 | 55.90 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 108 | 6.16 | 8.31 | 9.62 | -14.74 | -9.35 | 48.19 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 108 | 15.78 | 4.27 | 10.06 | -26.17 | -3.93 | 60.20 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 108 | 3.99 | 15.42 | 5.12 | -14.11 | -10.41 | 49.05 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 108 | -1.47 | -0.36 | -4.02 | 2.14 | 3.71 | 11.70 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 108 | 5.69 | -26.13 | 13.73 | 2.20 | 4.51 | 52.26 | P | > | Ca | > | Mg | > | N | > | K |
| 108 | 11.20 | -21.84 | 10.47 | 0.68 | -0.51 | 44.69 | P | > | Mg | > | Ca | > | K | > | N |
| 108 | 4.14 | -7.60 | -4.00 | 3.80 | 3.67 | 23.21 | P | > | K | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 108 | 7.33 | -3.00 | -0.80 | -1.88 | -1.64 | 14.65 | P | > | Ca | > | Mg | > | K | > | N |
| 108 | 10.27 | 3.62 | -4.10 | 3.15 | -12.94 | 34.08 | Mg | > | K | > | Ca | > | P | > | N |
| 108 | 11.18 | -6.44 | -14.75 | 16.84 | -6.83 | 56.04 | K | > | Mg | > | P | > | N | > | Ca |
| 107 | 4.36 | 4.95 | 9.17 | -24.28 | 5.80 | 48.55 | Ca | > | N | > | P | > | Mg | > | K |
| 107 | 10.75 | -5.74 | 6.26 | -16.52 | 5.25 | 44.52 | Ca | > | P | > | Mg | > | K | > | N |
| 107 | 5.16 | 7.56 | 15.47 | -25.81 | -2.37 | 56.37 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 107 | 7.09 | -3.62 | 14.08 | -21.99 | 4.44 | 51.23 | Ca | > | P | > | Mg | > | N | > | K |
| 107 | 4.23 | -7.24 | 18.70 | 3.60 | -19.29 | 53.05 | Mg | > | P | > | Ca | > | N | > | K |
| 107 | -1.84 | -7.41 | 23.26 | 9.23 | -23.24 | 64.98 | Mg | > | P | > | N | > | Ca | > | K |
| 107 | -3.15 | 1.49 | 8.13 | -0.19 | -6.28 | 19.24 | Mg | > | N | > | Ca | > | P | > | K |
| 107 | 7.42 | -24.77 | 0.28 | 13.53 | 3.54 | 49.53 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 107 | 13.14 | -4.63 | -0.16 | -4.42 | -3.93 | 26.29 | P | > | Ca | > | Mg | > | K | > | N |
| 107 | 6.63 | -3.66 | -1.57 | -6.67 | 5.28 | 23.81 | Ca | > | P | > | K | > | Mg | > | N |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrientes (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|-------|--------|--------|-------|-------|--|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 107 | 9.08 | 0.13 | 2.92 | -9.51 | -2.61 | 24.24 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 107 | 13.73 | -9.89 | 0.47 | 4.36 | -8.67 | 37.12 | P | > | Mg | > | K | > | Ca | > | N |
| 107 | -1.45 | 5.17 | -7.31 | -1.60 | 5.19 | 20.72 | K | > | Ca | > | N | > | P | > | Mg |
| 107 | -4.57 | 5.90 | -10.41 | 0.11 | 8.97 | 29.97 | K | > | N | > | Ca | > | P | > | Mg |
| 107 | -4.92 | 5.05 | -4.55 | -6.10 | 10.53 | 31.15 | Ca | > | N | > | K | > | P | > | Mg |
| 107 | -2.69 | -0.65 | -9.37 | 1.82 | 10.88 | 25.41 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 107 | 0.18 | 4.26 | -3.87 | -6.64 | 6.06 | 21.01 | Ca | > | K | > | N | > | P | > | Mg |
| 107 | -2.56 | 3.89 | -5.96 | -3.49 | 8.12 | 24.01 | K | > | Ca | > | N | > | P | > | Mg |
| 107 | -0.75 | 0.81 | -8.01 | -3.24 | 11.18 | 23.99 | K | > | Ca | > | N | > | P | > | Mg |
| 107 | 3.39 | -1.03 | -3.03 | -4.85 | 5.52 | 17.82 | Ca | > | K | > | P | > | N | > | Mg |
| 107 | 4.16 | 2.86 | -11.67 | -4.02 | 8.67 | 31.39 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 107 | -0.12 | 0.64 | -11.92 | 2.52 | 8.88 | 24.09 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 107 | -4.08 | 6.68 | -2.09 | -2.93 | 2.43 | 18.22 | N | > | Ca | > | K | > | Mg | > | P |
| 107 | -1.56 | 0.08 | -0.88 | -2.89 | 5.26 | 10.68 | Ca | > | N | > | K | > | P | > | Mg |
| 107 | 5.33 | 7.90 | -8.59 | -6.94 | 2.30 | 31.05 | K | > | Ca | > | Mg | > | N | > | P |
| 107 | -1.81 | 9.22 | -10.52 | 0.04 | 3.07 | 24.66 | K | > | N | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 107 | 2.70 | -0.77 | -6.55 | -0.70 | 5.33 | 16.06 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 107 | 9.12 | -1.44 | -1.93 | -10.16 | 4.41 | 27.07 | Ca | > | K | > | P | > | Mg | > | N |
| 107 | 2.98 | -5.98 | -3.97 | -2.14 | 9.12 | 24.19 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 107 | 6.18 | 1.07 | 0.92 | -9.74 | 1.57 | 19.48 | Ca | > | K | > | P | > | Mg | > | N |
| 107 | 2.15 | -0.20 | -0.38 | -5.66 | 4.09 | 12.47 | Ca | > | K | > | P | > | N | > | Mg |
| 107 | -3.09 | 2.31 | -7.21 | 3.48 | 4.51 | 20.60 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 107 | 0.96 | 4.48 | -6.17 | 0.23 | 0.51 | 12.34 | K | > | Ca | > | Mg | > | N | > | P |
| 107 | -4.36 | 5.43 | -18.39 | 6.52 | 10.80 | 45.50 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 107 | -3.03 | 10.12 | -17.63 | 5.37 | 5.16 | 41.31 | K | > | N | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 107 | -2.82 | 7.79 | -16.05 | 1.82 | 9.26 | 37.74 | K | > | N | > | Ca | > | P | > | Mg |
| 107 | -2.92 | 11.35 | -10.12 | -1.81 | 3.50 | 29.71 | K | > | N | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 107 | -0.24 | 2.87 | -8.16 | 2.23 | 3.31 | 16.80 | K | > | N | > | Ca | > | P | > | Mg |
| 107 | 3.61 | -6.72 | -21.64 | 10.10 | 14.66 | 56.73 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 107 | -2.31 | 8.30 | -17.02 | 4.67 | 6.36 | 38.66 | K | > | N | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 107 | 0.86 | -1.44 | -2.82 | -1.99 | 5.39 | 12.49 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 107 | -5.38 | -4.27 | -12.34 | 10.93 | 11.06 | 43.98 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 107 | 1.04 | 9.00 | -4.67 | -13.29 | 7.92 | 35.92 | Ca | > | K | > | N | > | Mg | > | P |
| 107 | -4.41 | 10.79 | -9.38 | -6.46 | 9.46 | 40.50 | K | > | Ca | > | N | > | Mg | > | P |
| 107 | -0.09 | 12.74 | -2.47 | -15.71 | 5.53 | 36.55 | Ca | > | K | > | N | > | Mg | > | P |
| 107 | -1.63 | -2.50 | 11.63 | -7.20 | -0.30 | 23.26 | Ca | > | P | > | N | > | Mg | > | K |
| 107 | 3.77 | 5.88 | 10.44 | -13.99 | -6.10 | 40.18 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 107 | -5.35 | 11.84 | 10.01 | -11.47 | -5.03 | 43.70 | Ca | > | N | > | Mg | > | K | > | P |
| 107 | -4.59 | 7.82 | 16.71 | -13.37 | -6.57 | 49.06 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 107 | -6.46 | 11.15 | 1.92 | -3.56 | -3.05 | 26.14 | N | > | Ca | > | Mg | > | K | > | P |
| 107 | -3.56 | 10.63 | 18.10 | -17.91 | -7.26 | 57.46 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 107 | 6.04 | 2.63 | 4.69 | -8.87 | -4.50 | 26.73 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 107 | 4.02 | -1.46 | -3.73 | 0.42 | 0.76 | 10.39 | K | > | P | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 107 | 1.96 | -0.48 | -0.24 | -5.10 | 3.87 | 11.65 | Ca | > | P | > | K | > | N | > | Mg |
| 107 | 0.06 | -0.18 | 1.72 | -1.51 | -0.09 | 3.56 | Ca | > | P | > | Mg | > | N | > | K |
| 107 | 2.89 | 0.25 | 8.94 | -8.24 | -3.84 | 24.16 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 107 | -4.60 | 2.52 | 4.53 | -4.66 | 2.21 | 18.51 | Ca | > | N | > | Mg | > | P | > | K |
| 107 | -3.05 | -3.59 | 6.58 | -1.27 | 1.33 | 15.82 | P | > | N | > | Ca | > | Mg | > | K |
| 107 | 1.42 | -2.44 | 5.05 | -4.53 | 0.50 | 13.93 | Ca | > | P | > | Mg | > | N | > | K |
| 107 | -3.37 | 0.52 | 0.29 | -3.17 | 5.73 | 13.08 | N | > | Ca | > | K | > | P | > | Mg |
| 107 | -1.05 | -4.42 | 7.69 | -8.10 | 5.88 | 27.14 | Ca | > | P | > | N | > | Mg | > | K |
| 107 | -5.55 | -8.78 | 5.02 | 6.07 | 3.24 | 28.66 | P | > | N | > | Mg | > | K | > | Ca |
| 107 | 8.03 | -6.65 | 4.76 | -3.82 | -2.32 | 25.57 | P | > | Ca | > | Mg | > | K | > | N |
| 107 | 6.99 | -15.39 | 4.43 | -5.17 | 9.14 | 41.11 | P | > | Ca | > | K | > | N | > | Mg |
| 107 | 7.74 | -9.72 | 14.10 | -14.29 | 2.16 | 48.01 | Ca | > | P | > | Mg | > | N | > | K |
| 107 | 4.89 | 10.30 | 5.31 | -21.16 | 0.66 | 42.31 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 107 | 8.20 | 6.01 | -9.66 | -7.77 | 3.22 | 34.86 | K | > | Ca | > | Mg | > | P | > | N |
| 107 | 6.99 | 3.79 | -2.64 | -12.64 | 4.49 | 30.55 | Ca | > | K | > | P | > | Mg | > | N |
| 107 | 6.79 | 3.62 | -6.99 | -11.90 | 8.47 | 37.77 | Ca | > | K | > | P | > | N | > | Mg |
| 107 | 6.12 | 4.34 | 6.66 | -19.13 | 2.02 | 38.27 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 107 | 5.09 | 5.23 | 7.77 | -21.78 | 3.69 | 43.56 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 107 | 6.32 | -1.40 | 1.40 | -10.17 | 3.84 | 23.13 | Ca | > | P | > | K | > | Mg | > | N |
| 107 | 8.49 | -1.00 | -0.46 | 8.22 | 3.67 | 21.83 | P | > | K | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 107 | 9.71 | -5.20 | -1.29 | 4.58 | 10.39 | 31.17 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 107 | 13.09 | -20.56 | 4.59 | 5.48 | 9.10 | 52.83 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 107 | -6.38 | -2.43 | 8.95 | -0.77 | 0.63 | 19.16 | N | > | P | > | Ca | > | Mg | > | K |
| 106 | 2.90 | 5.44 | 8.76 | -6.28 | -10.82 | 34.19 | Mg | > | Ca | > | N | > | P | > | K |
| 106 | 1.02 | 5.72 | 7.51 | -3.33 | -10.92 | 28.50 | Mg | > | Ca | > | N | > | P | > | K |
| 106 | 13.61 | -15.60 | -57.26 | 21.37 | 37.88 | 145.72 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 106 | 13.37 | -8.97 | -4.06 | -3.52 | 3.19 | 33.11 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 106 | -13.99 | 18.01 | 2.71 | -0.92 | -5.81 | 41.44 | N | > | Mg | > | Ca | > | K | > | P |
| 106 | -11.06 | 8.77 | 9.50 | -2.07 | -5.14 | 36.53 | N | > | Mg | > | Ca | > | P | > | K |
| 106 | -8.17 | 7.99 | 5.28 | -0.99 | -4.12 | 26.55 | N | > | Mg | > | Ca | > | K | > | P |
| 106 | -10.26 | 14.00 | -6.47 | 5.68 | -2.95 | 39.35 | N | > | K | > | Mg | > | Ca | > | P |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrientes (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 106 | -7.74 | 3.81 | 0.62 | 3.39 | -0.08 | 15.65 | N | > | Mg | > | K | > | Ca | > | P |
| 106 | -9.04 | 6.26 | 8.33 | -0.80 | -4.76 | 29.19 | N | > | Mg | > | Ca | > | P | > | K |
| 106 | -9.22 | 8.59 | -1.37 | 3.40 | -1.40 | 23.98 | N | > | Mg | > | K | > | Ca | > | P |
| 106 | -4.90 | 8.82 | -2.95 | -12.99 | 12.02 | 41.69 | Ca | > | N | > | K | > | P | > | Mg |
| 106 | 1.09 | -16.10 | 9.53 | 3.51 | 1.96 | 32.19 | P | > | N | > | Mg | > | Ca | > | K |
| 106 | 9.93 | -17.94 | -5.38 | 12.57 | 0.82 | 46.64 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 106 | 7.61 | -20.98 | -0.76 | 10.56 | 3.58 | 43.49 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 106 | 9.58 | 2.96 | 6.56 | -17.99 | -1.11 | 38.20 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 106 | 14.82 | -2.66 | 24.47 | -26.49 | -10.13 | 78.57 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 106 | 2.03 | -1.89 | 8.82 | -11.37 | 2.41 | 26.51 | Ca | > | P | > | N | > | Mg | > | K |
| 106 | 3.19 | 3.14 | 7.91 | -17.92 | 3.68 | 35.83 | Ca | > | P | > | N | > | Mg | > | K |
| 106 | 5.63 | 10.81 | -2.44 | -13.21 | -0.80 | 32.90 | Ca | > | K | > | Mg | > | N | > | P |
| 106 | 1.82 | 7.06 | -8.86 | -4.48 | 4.45 | 26.67 | K | > | Ca | > | N | > | Mg | > | P |
| 106 | 6.33 | 9.83 | 1.92 | -12.45 | -5.64 | 36.18 | Ca | > | Mg | > | K | > | N | > | P |
| 106 | 3.06 | 5.38 | -7.84 | -0.17 | -0.43 | 16.88 | K | > | Mg | > | Ca | > | N | > | P |
| 105 | 6.50 | -21.77 | 6.83 | -3.12 | 11.57 | 49.79 | P | > | Ca | > | N | > | K | > | Mg |
| 105 | 1.47 | -10.78 | 3.04 | -5.40 | 11.67 | 32.36 | P | > | Ca | > | N | > | K | > | Mg |
| 105 | -0.88 | 5.25 | 13.28 | -16.83 | -0.81 | 37.06 | Ca | > | N | > | Mg | > | P | > | K |
| 105 | 1.31 | -9.66 | -10.66 | -1.34 | 20.36 | 43.34 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 105 | 1.58 | -14.54 | -5.51 | -2.05 | 20.51 | 44.19 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 105 | 16.91 | -14.09 | -16.42 | 1.54 | 22.25 | 71.21 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 105 | 26.99 | -8.16 | -34.41 | 13.94 | 36.36 | 119.86 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 104 | -6.48 | 5.66 | -0.65 | -8.05 | 9.53 | 30.37 | Ca | > | N | > | K | > | P | > | Mg |
| 104 | 2.57 | 5.44 | -20.58 | 2.24 | 10.34 | 41.16 | K | > | Ca | > | N | > | P | > | Mg |
| 104 | -5.70 | 8.27 | -8.81 | -7.55 | 13.78 | 44.10 | K | > | Ca | > | N | > | P | > | Mg |
| 104 | 8.17 | -23.88 | -1.18 | 11.98 | 4.91 | 50.11 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 104 | -0.18 | 15.65 | 7.29 | -16.31 | -6.45 | 45.88 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 104 | 2.79 | 5.85 | 1.30 | -8.09 | -1.84 | 19.87 | Ca | > | Mg | > | K | > | N | > | P |
| 104 | -17.03 | 9.25 | -4.78 | 6.44 | 6.12 | 43.61 | N | > | K | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 104 | -4.10 | 3.60 | -3.68 | -2.99 | 7.18 | 21.55 | N | > | K | > | Ca | > | P | > | Mg |
| 103 | -9.06 | 9.99 | 7.30 | -3.50 | -4.74 | 34.59 | N | > | Mg | > | Ca | > | K | > | P |
| 103 | -10.83 | 11.34 | -1.00 | -2.17 | 2.66 | 28.00 | N | > | Ca | > | K | > | Mg | > | P |
| 103 | 26.27 | -6.15 | -0.59 | -5.70 | -13.83 | 52.55 | Mg | > | P | > | Ca | > | K | > | N |
| 103 | 0.96 | -3.06 | -0.33 | -7.73 | 8.89 | 20.96 | Ca | > | P | > | K | > | N | > | Mg |
| 103 | 13.76 | 2.57 | -19.12 | 4.76 | 20.38 | 60.59 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 103 | 2.83 | 6.51 | -0.74 | -1.47 | 8.63 | 20.19 | Ca | > | K | > | N | > | P | > | Mg |
| 103 | 9.54 | 10.40 | -6.01 | 8.48 | 10.81 | 45.24 | K | > | Ca | > | N | > | P | > | Mg |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 103 | 0.24 | -3.83 | -1.88 | 6.40 | -0.92 | 13.27 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 103 | 12.99 | -18.33 | -14.14 | 4.16 | 15.32 | 64.94 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 103 | 7.48 | -19.12 | -15.45 | 15.88 | 11.21 | 69.12 | P | > | K | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 103 | -2.36 | 9.85 | -13.59 | 1.82 | 4.28 | 31.90 | K | > | N | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 103 | 3.55 | -9.67 | -0.34 | -5.46 | 11.92 | 30.95 | P | > | Ca | > | K | > | N | > | Mg |
| 103 | 20.85 | -9.20 | -1.66 | -9.64 | -0.35 | 41.70 | Ca | > | P | > | K | > | Mg | > | N |
| 103 | 6.53 | 2.62 | -3.76 | -5.17 | -0.22 | 18.31 | Ca | > | K | > | Mg | > | P | > | N |
| 103 | 12.47 | -2.72 | -13.71 | 1.71 | 2.25 | 32.86 | K | > | P | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 102 | 3.11 | -11.60 | 10.04 | 0.00 | -1.56 | 26.32 | P | > | Mg | > | Ca | > | N | > | K |
| 102 | 4.63 | -6.74 | 7.61 | -5.79 | 0.28 | 25.05 | P | > | Ca | > | Mg | > | N | > | K |
| 102 | 1.26 | -11.58 | 12.32 | -4.24 | 2.24 | 31.63 | P | > | Ca | > | N | > | Mg | > | K |
| 102 | 0.12 | -1.29 | 2.87 | -9.60 | 7.90 | 21.78 | Ca | > | P | > | N | > | K | > | Mg |
| 102 | 6.28 | -12.42 | 6.84 | -7.13 | 6.43 | 39.10 | P | > | Ca | > | N | > | Mg | > | K |
| 102 | 7.80 | -3.50 | 22.01 | -16.94 | -9.36 | 59.62 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 102 | 8.87 | -8.27 | 15.90 | -11.12 | -5.37 | 49.53 | Ca | > | P | > | Mg | > | N | > | K |
| 102 | 2.45 | 10.97 | 6.58 | -10.96 | -9.05 | 40.01 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 101 | 8.79 | 2.46 | -14.38 | -5.22 | 8.34 | 39.19 | K | > | Ca | > | P | > | Mg | > | N |
| 101 | 10.19 | 3.04 | 0.41 | -8.29 | -5.36 | 27.29 | Ca | > | Mg | > | K | > | P | > | N |
| 101 | -0.29 | 6.59 | -5.91 | -1.97 | 1.58 | 16.35 | K | > | Ca | > | N | > | Mg | > | P |
| 101 | -0.48 | -1.83 | -2.38 | -5.00 | 9.69 | 19.39 | Ca | > | K | > | P | > | N | > | Mg |
| 101 | 1.55 | -3.59 | -1.67 | -3.87 | 7.58 | 18.26 | Ca | > | P | > | K | > | N | > | Mg |
| 101 | 0.78 | -2.40 | 10.30 | -6.45 | -2.22 | 22.15 | Ca | > | P | > | Mg | > | N | > | K |
| 101 | 0.81 | -0.71 | -2.19 | -7.43 | 9.52 | 20.66 | Ca | > | K | > | P | > | N | > | Mg |
| 100 | 7.28 | -0.75 | -20.27 | -7.40 | 21.14 | 56.84 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 100 | 1.07 | 3.18 | -0.64 | -14.87 | 11.26 | 31.02 | Ca | > | K | > | N | > | P | > | Mg |
| 100 | 8.26 | -5.57 | -25.96 | 6.19 | 17.07 | 63.05 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 100 | 6.55 | -1.25 | -5.27 | -9.48 | 9.44 | 31.99 | Ca | > | K | > | P | > | N | > | Mg |
| 99 | 9.55 | -0.18 | 4.38 | 1.72 | -15.47 | 31.31 | Mg | > | P | > | Ca | > | K | > | N |
| 99 | 11.57 | -5.18 | -1.33 | 6.99 | -12.06 | 37.13 | Mg | > | P | > | K | > | Ca | > | N |
| 99 | 19.42 | -1.94 | 9.77 | -9.42 | -17.84 | 58.39 | Mg | > | Ca | > | P | > | K | > | N |
| 99 | -11.38 | 11.29 | -16.94 | 5.99 | 11.05 | 56.65 | K | > | N | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 99 | -16.46 | 12.06 | -7.73 | 1.87 | 10.27 | 48.39 | N | > | K | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 99 | 2.90 | 4.24 | -22.74 | 6.49 | 9.11 | 45.48 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 99 | 25.56 | 4.24 | -54.26 | 16.61 | 36.43 | 137.09 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 99 | 15.74 | 13.24 | -38.12 | 9.28 | 27.61 | 103.98 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 99 | 1.68 | 4.42 | 1.45 | -2.50 | -5.05 | 15.10 | Mg | > | Ca | > | K | > | N | > | P |
| 99 | -3.72 | 3.66 | -14.89 | 10.84 | 4.11 | 37.21 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 99 | 3.11 | -0.35 | -0.85 | -2.70 | 0.79 | 7.79 | Ca | > | K | > | P | > | Mg | > | N |
| 99 | 1.05 | 0.32 | -1.70 | -4.28 | 4.60 | 11.94 | Ca | > | K | > | P | > | N | > | Mg |
| 97 | 11.83 | -30.79 | 7.26 | 3.04 | 8.66 | 61.59 | P | > | Ca | > | K | > | Mg | > | N |
| 97 | 20.57 | -34.48 | 5.04 | 3.56 | 5.31 | 68.97 | P | > | Ca | > | K | > | Mg | > | N |
| 97 | -1.69 | 6.22 | 6.11 | -4.22 | -6.42 | 24.67 | Mg | > | Ca | > | N | > | K | > | P |
| 97 | 3.91 | -13.26 | 16.14 | -17.90 | 0.84 | 52.06 | Ca | > | P | > | Mg | > | N | > | K |
| 97 | 2.51 | 0.88 | 5.98 | -2.09 | -1.92 | 13.37 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 97 | 2.44 | 9.74 | 3.26 | -4.15 | -11.29 | 30.88 | Mg | > | Ca | > | N | > | K | > | P |
| 96 | 10.68 | -16.34 | 5.94 | 1.81 | -2.09 | 36.86 | P | > | Mg | > | Ca | > | K | > | N |
| 96 | 5.39 | -9.51 | 0.66 | 0.53 | 2.93 | 19.01 | P | > | Ca | > | K | > | Mg | > | N |
| 96 | -0.08 | -4.72 | 5.02 | 2.39 | -2.61 | 14.83 | P | > | Mg | > | N | > | Ca | > | K |
| 96 | 14.85 | -15.03 | 9.10 | -6.02 | -2.91 | 47.90 | P | > | Ca | > | Mg | > | K | > | N |
| 95 | 1.36 | 0.08 | -13.82 | -4.99 | 17.37 | 37.62 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 95 | -0.21 | -8.96 | 6.84 | -4.37 | 6.69 | 27.06 | P | > | Ca | > | N | > | Mg | > | K |
| 95 | 1.06 | -10.93 | -1.23 | 6.64 | 4.46 | 24.31 | P | > | K | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 95 | -1.82 | -3.77 | -6.61 | 7.11 | 5.10 | 24.41 | K | > | P | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 95 | -11.48 | 5.45 | -1.99 | 10.96 | -2.95 | 32.83 | N | > | Mg | > | K | > | P | > | Ca |
| 95 | 6.47 | -1.03 | -21.55 | -1.69 | 17.79 | 48.53 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 95 | 1.82 | -5.66 | -29.27 | 2.51 | 30.61 | 69.87 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 95 | -2.67 | 8.05 | -18.73 | -0.11 | 13.46 | 43.03 | K | > | N | > | Ca | > | P | > | Mg |
| 95 | 3.32 | -3.47 | -1.29 | -11.11 | 12.56 | 31.75 | Ca | > | P | > | K | > | N | > | Mg |
| 95 | 0.71 | 2.29 | -21.06 | -7.02 | 25.08 | 56.16 | K | > | Ca | > | N | > | P | > | Mg |
| 95 | 2.82 | 2.75 | -21.59 | -4.59 | 20.61 | 52.36 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 95 | 1.29 | 1.52 | -28.29 | 3.75 | 21.73 | 56.57 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 94 | 4.91 | 8.04 | 1.14 | -1.87 | -12.22 | 28.19 | Mg | > | Ca | > | K | > | N | > | P |
| 94 | 15.65 | -8.82 | 9.31 | -5.35 | -10.78 | 49.90 | Mg | > | P | > | Ca | > | K | > | N |
| 93 | 9.81 | -13.68 | -3.01 | 2.17 | 4.70 | 33.37 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 92 | -14.91 | 6.91 | -16.55 | 7.26 | 17.29 | 62.93 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 92 | -6.60 | 8.16 | -11.98 | 1.80 | 8.62 | 37.17 | K | > | N | > | Ca | > | P | > | Mg |
| 92 | -5.59 | 1.93 | -10.58 | 5.96 | 8.29 | 32.35 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 92 | -8.43 | -1.07 | -15.22 | 4.55 | 20.18 | 49.45 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 92 | 1.67 | 2.51 | 5.00 | -6.02 | -3.15 | 18.35 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 92 | 2.15 | 7.54 | -2.52 | -12.36 | 5.20 | 29.75 | Ca | > | K | > | N | > | Mg | > | P |
| 92 | 12.32 | -13.47 | -1.01 | -11.21 | 13.36 | 51.37 | P | > | Ca | > | K | > | N | > | Mg |
| 91 | 1.27 | 7.27 | -3.72 | 0.29 | -5.11 | 17.65 | Mg | > | K | > | Ca | > | N | > | P |
| 91 | 2.32 | -6.81 | -9.92 | 7.24 | 7.16 | 33.44 | K | > | P | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 91 | 0.73 | 2.83 | 1.55 | -5.05 | -0.06 | 10.22 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 91 | 2.57 | 18.66 | 7.20 | -12.72 | -15.72 | 56.88 | Mg | > | Ca | > | N | > | K | > | P |
| 91 | 21.51 | -11.29 | -7.38 | 7.60 | -10.43 | 58.20 | P | > | Mg | > | K | > | Ca | > | N |
| 91 | 1.37 | 0.33 | 1.94 | -1.73 | -1.91 | 7.28 | Mg | > | Ca | > | P | > | N | > | K |
| 91 | 5.35 | -3.70 | -4.43 | 4.46 | -1.69 | 19.63 | K | > | P | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 90 | 6.54 | -9.73 | 0.05 | 10.83 | -7.69 | 34.84 | P | > | Mg | > | K | > | N | > | Ca |
| 90 | 2.01 | -4.76 | 2.27 | 11.61 | -11.13 | 31.79 | Mg | > | P | > | N | > | K | > | Ca |
| 90 | 5.37 | -9.78 | 10.14 | 3.28 | -9.01 | 37.59 | P | > | Mg | > | Ca | > | N | > | K |
| 90 | 2.87 | -8.26 | 5.73 | 6.29 | -6.63 | 29.78 | P | > | Mg | > | N | > | K | > | Ca |
| 90 | 2.55 | -4.35 | 0.68 | 6.07 | -4.95 | 18.59 | Mg | > | P | > | K | > | N | > | Ca |
| 90 | 11.70 | 6.89 | 3.04 | -8.16 | -13.46 | 43.25 | Mg | > | Ca | > | K | > | P | > | N |
| 90 | 3.89 | -2.74 | -0.38 | 3.55 | -4.31 | 14.86 | Mg | > | P | > | K | > | Ca | > | N |
| 89 | 1.07 | 2.62 | 5.81 | -9.65 | 0.15 | 19.31 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 89 | 4.15 | -8.38 | 6.37 | -9.36 | 7.23 | 35.48 | Ca | > | P | > | N | > | K | > | Mg |
| 88 | 0.62 | 9.43 | 2.96 | -6.16 | -6.86 | 26.04 | Mg | > | Ca | > | N | > | K | > | P |
| 88 | 0.80 | 10.97 | 1.49 | -7.52 | -5.74 | 26.52 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 88 | 0.59 | -2.59 | -0.71 | 0.41 | -9.38 | 13.68 | Mg | > | P | > | K | > | Ca | > | N |
| 88 | 16.10 | -13.47 | -0.43 | -6.88 | 4.68 | 41.57 | P | > | Ca | > | K | > | Mg | > | N |
| 88 | 2.66 | -5.29 | 6.22 | -0.25 | -3.35 | 17.77 | P | > | Mg | > | Ca | > | N | > | K |
| 88 | 4.19 | 0.20 | -5.79 | -0.41 | 1.82 | 12.40 | K | > | Ca | > | P | > | Mg | > | N |
| 88 | 14.60 | -19.81 | -9.12 | 14.90 | -0.57 | 59.00 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 88 | 9.18 | -19.95 | -11.32 | 18.03 | 4.06 | 62.54 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 88 | 12.82 | -19.06 | -9.81 | 10.89 | 5.17 | 57.74 | P | > | K | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 88 | -1.83 | -12.48 | -16.58 | 17.38 | 13.51 | 61.78 | K | > | P | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 88 | -8.01 | -8.01 | -17.97 | 15.67 | 18.32 | 67.99 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 88 | -3.48 | -8.44 | -10.42 | 6.77 | 15.57 | 44.66 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 88 | -4.91 | 6.15 | -6.52 | -2.65 | 7.93 | 28.17 | K | > | N | > | Ca | > | P | > | Mg |
| 88 | -2.85 | 6.24 | 10.38 | -14.67 | 0.89 | 35.03 | Ca | > | N | > | Mg | > | P | > | K |
| 87 | -0.92 | -10.83 | 4.76 | -3.87 | 10.87 | 31.25 | P | > | Ca | > | N | > | K | > | Mg |
| 87 | -3.44 | -4.68 | -15.44 | 5.82 | 17.74 | 47.12 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 87 | 5.69 | -4.31 | -6.96 | -7.55 | 13.14 | 37.65 | Ca | > | K | > | P | > | N | > | Mg |
| 87 | 18.64 | -8.43 | -6.18 | -4.02 | -0.01 | 37.28 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 87 | 2.90 | -9.55 | 11.19 | -12.30 | 7.75 | 43.69 | Ca | > | P | > | N | > | Mg | > | K |
| 87 | 41.20 | -51.61 | 9.18 | 0.24 | 0.99 | 103.22 | P | > | Ca | > | Mg | > | K | > | N |
| 87 | 29.99 | -22.76 | -11.30 | 3.76 | 0.30 | 68.11 | P | > | K | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 87 | 20.20 | -25.27 | 3.22 | -0.62 | 2.46 | 51.77 | P | > | Ca | > | Mg | > | K | > | N |
| 87 | 33.17 | -37.39 | -2.63 | 1.63 | 5.22 | 80.04 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 87 | 32.52 | -53.10 | 3.15 | 7.62 | 9.81 | 106.21 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrientes (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 87 | 34.18 | -15.20 | -8.63 | -4.82 | -5.52 | 68.35 | P | > | K | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 87 | 46.29 | -38.60 | 4.31 | -5.55 | -6.45 | 101.19 | P | > | Mg | > | Ca | > | K | > | N |
| 87 | 45.81 | -48.61 | 12.37 | -5.72 | -3.85 | 116.36 | P | > | Ca | > | Mg | > | K | > | N |
| 87 | 32.84 | -27.36 | -9.53 | 0.19 | 3.86 | 73.79 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 87 | 30.43 | -24.50 | -2.06 | -3.46 | -0.40 | 60.85 | P | > | Ca | > | K | > | Mg | > | N |
| 87 | 27.84 | -18.89 | -11.33 | 1.27 | 1.10 | 60.43 | P | > | K | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 87 | 25.34 | -24.53 | -4.16 | 0.17 | 3.18 | 57.38 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 87 | 33.32 | -36.80 | 10.63 | -3.57 | -3.58 | 87.90 | P | > | Mg | > | Ca | > | K | > | N |
| 87 | 19.81 | -11.28 | 7.95 | -11.91 | -4.57 | 55.52 | Ca | > | P | > | Mg | > | K | > | N |
| 87 | 35.10 | -43.74 | 3.53 | 0.44 | 4.68 | 87.49 | P | > | Ca | > | K | > | Mg | > | N |
| 87 | 28.22 | -20.36 | -3.13 | -3.63 | -1.11 | 56.43 | P | > | Ca | > | K | > | Mg | > | N |
| 87 | 18.54 | -10.79 | -7.01 | -2.77 | 2.02 | 41.12 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 87 | 29.38 | -6.53 | -6.72 | -10.26 | -5.87 | 58.76 | Ca | > | K | > | P | > | Mg | > | N |
| 87 | 28.62 | -17.00 | -1.51 | -5.57 | -4.54 | 57.23 | P | > | Ca | > | Mg | > | K | > | N |
| 87 | 12.93 | -0.68 | -5.09 | -5.57 | -1.60 | 25.86 | Ca | > | K | > | Mg | > | P | > | N |
| 87 | 34.28 | -25.93 | 1.92 | -11.29 | 1.01 | 74.43 | P | > | Ca | > | Mg | > | K | > | N |
| 87 | 25.98 | -7.50 | -11.86 | -5.34 | -1.28 | 51.95 | K | > | P | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 87 | 24.32 | -12.90 | -6.41 | -4.54 | -0.47 | 48.64 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 87 | 29.80 | -9.35 | -7.88 | -9.07 | -3.49 | 59.60 | P | > | Ca | > | K | > | Mg | > | N |
| 86 | -1.02 | -2.55 | -8.05 | 5.86 | 5.76 | 23.25 | K | > | P | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 86 | 7.48 | -26.46 | 4.99 | 16.78 | -2.80 | 58.51 | P | > | Mg | > | K | > | N | > | Ca |
| 86 | 6.08 | -25.67 | 8.65 | 15.04 | -4.10 | 59.55 | P | > | Mg | > | N | > | K | > | Ca |
| 86 | -4.51 | 1.15 | -0.79 | -3.63 | 7.78 | 17.86 | N | > | Ca | > | K | > | P | > | Mg |
| 86 | -4.05 | 2.72 | 2.63 | -6.06 | 4.76 | 20.22 | Ca | > | N | > | K | > | P | > | Mg |
| 86 | -4.49 | 6.95 | 4.85 | -8.94 | 1.64 | 26.87 | Ca | > | N | > | Mg | > | K | > | P |
| 86 | 2.42 | -6.74 | 4.97 | -0.38 | -0.28 | 14.78 | P | > | Ca | > | Mg | > | N | > | K |
| 86 | -5.98 | 13.51 | -0.30 | -4.40 | -2.83 | 27.02 | N | > | Ca | > | Mg | > | K | > | P |
| 86 | -4.45 | -1.93 | 6.97 | -6.85 | 6.26 | 26.47 | Ca | > | N | > | P | > | Mg | > | K |
| 86 | -2.54 | 1.10 | 4.73 | -11.70 | 8.41 | 28.48 | Ca | > | N | > | P | > | K | > | Mg |
| 86 | 1.67 | -5.62 | 3.47 | -1.05 | 1.53 | 13.33 | P | > | Ca | > | Mg | > | N | > | K |
| 85 | -8.79 | 4.92 | 1.06 | -5.73 | 8.53 | 29.04 | N | > | Ca | > | K | > | P | > | Mg |
| 85 | -3.89 | -4.70 | 3.20 | 3.68 | 1.70 | 17.17 | P | > | N | > | Mg | > | K | > | Ca |
| 85 | -6.94 | 15.78 | -1.63 | -12.59 | 5.37 | 42.29 | Ca | > | N | > | K | > | Mg | > | P |
| 85 | 0.12 | 2.81 | 4.13 | -15.52 | 8.47 | 31.04 | Ca | > | N | > | P | > | K | > | Mg |
| 85 | -0.80 | 0.79 | 3.66 | -9.91 | 6.28 | 21.44 | Ca | > | N | > | P | > | K | > | Mg |
| 85 | -8.00 | 10.43 | -1.35 | -4.72 | 3.63 | 28.12 | N | > | Ca | > | K | > | Mg | > | P |
| 85 | 16.28 | -15.01 | -1.91 | 11.46 | -10.81 | 55.47 | P | > | Mg | > | K | > | Ca | > | N |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|-------|--------|--------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 85 | 25.93 | -86.07 | 11.58 | 14.54 | 34.02 | 172.14 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 85 | 22.69 | -66.76 | 5.97 | 12.35 | 25.75 | 133.53 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 85 | 18.13 | -69.36 | -4.71 | 20.59 | 35.35 | 148.14 | P | > | K | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 85 | 15.44 | -54.00 | -17.49 | 22.80 | 33.25 | 142.99 | P | > | K | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 85 | 7.93 | -11.37 | -0.68 | 8.28 | -4.16 | 32.42 | P | > | Mg | > | K | > | N | > | Ca |
| 85 | 4.14 | -12.56 | -4.58 | 17.48 | -4.48 | 43.24 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 85 | 8.02 | -13.05 | -3.45 | 9.25 | -0.76 | 34.53 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 85 | -6.69 | -9.26 | -35.36 | 34.48 | 16.84 | 102.63 | K | > | P | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 85 | 0.69 | -16.05 | -36.58 | 26.28 | 25.66 | 105.26 | K | > | P | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 85 | -4.79 | -6.50 | -5.73 | 10.52 | 6.50 | 34.04 | P | > | K | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 85 | -4.80 | -2.91 | -17.57 | 13.06 | 12.21 | 50.56 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 85 | -1.52 | 1.54 | -7.06 | 10.67 | -3.62 | 24.41 | K | > | Mg | > | N | > | P | > | Ca |
| 85 | 2.22 | -3.53 | -9.33 | 13.91 | -3.26 | 32.25 | K | > | P | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 85 | -2.35 | -1.60 | -29.77 | 11.50 | 22.22 | 67.43 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 85 | -0.42 | -6.29 | -10.09 | 11.55 | 5.25 | 33.60 | K | > | P | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 85 | 3.18 | -18.34 | 7.42 | -0.95 | 8.70 | 38.59 | P | > | Ca | > | N | > | K | > | Mg |
| 85 | 6.46 | -12.11 | -3.57 | -0.11 | 9.34 | 31.59 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 85 | 5.73 | -10.39 | -3.99 | -0.08 | 8.73 | 28.93 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 85 | 4.64 | -13.86 | 12.65 | -5.86 | 2.43 | 39.44 | P | > | Ca | > | Mg | > | N | > | K |
| 84 | -2.89 | 0.58 | 1.61 | 4.07 | -3.37 | 12.53 | Mg | > | N | > | P | > | K | > | Ca |
| 84 | 0.27 | 2.01 | -2.45 | 5.01 | -4.84 | 14.58 | Mg | > | K | > | N | > | P | > | Ca |
| 84 | -1.21 | 7.36 | -3.68 | 3.86 | -6.33 | 22.44 | Mg | > | K | > | N | > | Ca | > | P |
| 84 | -2.96 | 10.02 | -3.82 | 7.45 | -10.70 | 34.95 | Mg | > | K | > | N | > | Ca | > | P |
| 84 | -6.08 | 10.50 | -0.50 | 3.95 | -7.88 | 28.91 | Mg | > | N | > | K | > | Ca | > | P |
| 84 | -5.13 | 10.12 | -0.49 | 0.03 | -4.54 | 20.32 | N | > | Mg | > | K | > | Ca | > | P |
| 84 | -9.43 | 14.65 | -3.86 | 0.28 | -1.64 | 29.87 | N | > | K | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 84 | -9.95 | 16.39 | -11.18 | 8.93 | -4.19 | 50.64 | K | > | N | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 84 | -4.69 | 12.52 | -4.86 | -0.61 | -2.36 | 25.04 | K | > | N | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 84 | -18.89 | 6.76 | 5.66 | 12.91 | -6.44 | 50.65 | N | > | Mg | > | K | > | P | > | Ca |
| 84 | -13.00 | 8.74 | 0.52 | 10.61 | -6.88 | 39.74 | N | > | Mg | > | K | > | P | > | Ca |
| 84 | -18.72 | 7.14 | -2.24 | 13.01 | 0.81 | 41.92 | N | > | K | > | Mg | > | P | > | Ca |
| 84 | -22.79 | 18.96 | 1.45 | 14.85 | -12.47 | 70.51 | N | > | Mg | > | K | > | Ca | > | P |
| 84 | -20.86 | 16.67 | -1.68 | 9.91 | -4.04 | 53.15 | N | > | Mg | > | K | > | Ca | > | P |
| 84 | -28.61 | 24.06 | -0.48 | 9.36 | -4.33 | 66.85 | N | > | Mg | > | K | > | Ca | > | P |
| 84 | -19.21 | 18.90 | -2.60 | 10.50 | -7.59 | 58.79 | N | > | Mg | > | K | > | Ca | > | P |
| 84 | -32.47 | 27.89 | -2.80 | 11.76 | -4.39 | 79.31 | N | > | Mg | > | K | > | Ca | > | P |
| 84 | -23.18 | 14.86 | 0.47 | 12.03 | -4.19 | 54.73 | N | > | Mg | > | K | > | Ca | > | P |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|-------|-------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 84 | -7.83 | -35.44 | 11.34 | 27.21 | 4.72 | 86.53 | P | > | N | > | Mg | > | K | > | Ca |
| 84 | -9.58 | -15.24 | 8.99 | 13.74 | 2.10 | 49.64 | P | > | N | > | Mg | > | K | > | Ca |
| 84 | -6.52 | -20.02 | 7.00 | 15.66 | 3.88 | 53.08 | P | > | N | > | Mg | > | K | > | Ca |
| 84 | -4.65 | -26.54 | 1.27 | 22.55 | 7.37 | 62.37 | P | > | N | > | K | > | Mg | > | Ca |
| 84 | -19.92 | -18.27 | 4.66 | 22.87 | 10.65 | 76.37 | N | > | P | > | K | > | Mg | > | Ca |
| 84 | -13.53 | -14.14 | 5.28 | 13.90 | 8.50 | 55.34 | P | > | N | > | K | > | Mg | > | Ca |
| 84 | -11.02 | -14.41 | 10.66 | 13.13 | 1.63 | 50.86 | P | > | N | > | Mg | > | K | > | Ca |
| 84 | -15.74 | -25.68 | 1.14 | 22.77 | 17.52 | 82.85 | P | > | N | > | K | > | Mg | > | Ca |
| 84 | -10.21 | -10.44 | 0.11 | 19.22 | 1.32 | 41.30 | P | > | N | > | K | > | Mg | > | Ca |
| 84 | 6.71 | 1.52 | 2.47 | -0.28 | -1.09 | 12.08 | Mg | > | Ca | > | P | > | K | > | N |
| 83 | -17.20 | -4.64 | -1.93 | 15.35 | 8.42 | 47.54 | N | > | P | > | K | > | Mg | > | Ca |
| 83 | -13.25 | -3.96 | -2.23 | 8.39 | 11.05 | 38.89 | N | > | P | > | K | > | Ca | > | Mg |
| 83 | -17.10 | 11.99 | -8.55 | 7.72 | 5.93 | 51.29 | N | > | K | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 83 | -5.68 | 1.90 | 0.86 | 1.32 | 1.60 | 11.36 | N | > | K | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 83 | 1.73 | 0.55 | -19.73 | -7.14 | 24.58 | 53.73 | K | > | Ca | > | P | > | N | > | Mg |
| 83 | 17.76 | 1.75 | -5.34 | -7.50 | -6.67 | 39.02 | Ca | > | Mg | > | K | > | P | > | N |
| 83 | 2.87 | -7.60 | -11.70 | -3.20 | 19.63 | 44.99 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 83 | 3.40 | -0.27 | 1.69 | -10.83 | 6.01 | 22.20 | Ca | > | P | > | K | > | N | > | Mg |
| 83 | 3.53 | -16.04 | -2.77 | -3.64 | 18.93 | 44.92 | P | > | Ca | > | K | > | N | > | Mg |
| 82 | 10.35 | -2.83 | -10.59 | -2.55 | 5.62 | 31.93 | K | > | P | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 82 | 7.32 | -1.00 | -12.08 | -0.36 | 6.12 | 26.88 | K | > | P | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 82 | 10.11 | -15.44 | 3.27 | -7.09 | 9.15 | 45.06 | P | > | Ca | > | K | > | Mg | > | N |
| 81 | 5.55 | -11.71 | -6.08 | 9.46 | 2.78 | 35.59 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 81 | 15.47 | 9.95 | -26.08 | 2.09 | -1.44 | 55.03 | K | > | Mg | > | Ca | > | P | > | N |
| 81 | 4.37 | 4.32 | -9.94 | -11.28 | 12.53 | 42.44 | Ca | > | K | > | P | > | N | > | Mg |
| 81 | 10.38 | -13.65 | -1.38 | -8.19 | 12.84 | 46.45 | P | > | Ca | > | K | > | N | > | Mg |
| 81 | 5.72 | -7.70 | -26.98 | 4.96 | 24.01 | 69.36 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 81 | 15.51 | -28.10 | -0.76 | -4.50 | 17.84 | 66.71 | P | > | Ca | > | K | > | N | > | Mg |
| 81 | 4.64 | 1.60 | 4.51 | -10.31 | -0.44 | 21.50 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 81 | 3.93 | 4.44 | 3.24 | -7.28 | -4.33 | 23.21 | Ca | > | Mg | > | K | > | N | > | P |
| 81 | -2.37 | 8.49 | 5.34 | -14.02 | 2.56 | 32.78 | Ca | > | N | > | Mg | > | K | > | P |
| 81 | -9.83 | 2.73 | 3.49 | -1.05 | 4.66 | 21.76 | N | > | Ca | > | P | > | K | > | Mg |
| 81 | -2.92 | 2.24 | 4.96 | -6.80 | 2.52 | 19.44 | Ca | > | N | > | P | > | Mg | > | K |
| 81 | -2.60 | 2.94 | 4.22 | -6.93 | 2.38 | 19.06 | Ca | > | N | > | Mg | > | P | > | K |
| 81 | -6.82 | 16.12 | 3.12 | -14.64 | 2.22 | 42.92 | Ca | > | N | > | Mg | > | K | > | P |
| 81 | -6.45 | 3.47 | 1.57 | -4.67 | 6.08 | 22.24 | N | > | Ca | > | K | > | P | > | Mg |
| 81 | -7.42 | 18.27 | -0.61 | -11.44 | 1.20 | 38.95 | Ca | > | N | > | K | > | Mg | > | P |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 81 | -7.58 | 7.06 | 1.78 | -5.70 | 4.43 | 26.56 | N | > | Ca | > | K | > | Mg | > | P |
| 80 | 9.44 | -6.66 | -4.47 | -9.40 | 11.10 | 41.07 | Ca | > | P | > | K | > | N | > | Mg |
| 80 | 6.81 | -7.69 | -4.01 | -4.77 | 9.66 | 32.93 | P | > | Ca | > | K | > | N | > | Mg |
| 80 | 11.11 | -16.08 | -0.35 | -1.62 | 6.93 | 36.09 | P | > | Ca | > | K | > | Mg | > | N |
| 80 | -9.55 | -0.95 | -4.04 | 9.39 | 5.15 | 29.08 | N | > | K | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 80 | 8.99 | -4.58 | -5.03 | -3.34 | 3.96 | 25.91 | K | > | P | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 80 | 10.02 | 1.55 | 7.86 | -16.80 | -2.64 | 38.87 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 80 | 3.88 | -19.45 | -1.34 | 6.02 | 10.89 | 41.58 | P | > | K | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 80 | 2.93 | 0.80 | -0.55 | 2.52 | -5.70 | 12.50 | Mg | > | K | > | P | > | Ca | > | N |
| 80 | -1.31 | 6.41 | 4.71 | 3.11 | -12.93 | 28.47 | Mg | > | N | > | Ca | > | K | > | P |
| 80 | -20.07 | 4.82 | 11.38 | 13.33 | -9.47 | 59.06 | N | > | Mg | > | P | > | K | > | Ca |
| 80 | -25.64 | 12.46 | 2.45 | 13.07 | -2.34 | 55.95 | N | > | Mg | > | K | > | P | > | Ca |
| 80 | -9.25 | -16.89 | 3.39 | 19.84 | 2.90 | 52.26 | P | > | N | > | Mg | > | K | > | Ca |
| 80 | 3.05 | -19.62 | 4.44 | 14.57 | -2.45 | 44.14 | P | > | Mg | > | N | > | K | > | Ca |
| 79 | 8.35 | -4.50 | -7.61 | 4.79 | -1.03 | 26.29 | K | > | P | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 79 | -3.66 | 2.47 | -5.80 | 0.26 | 6.73 | 18.93 | K | > | N | > | Ca | > | P | > | Mg |
| 79 | 7.36 | -0.75 | 3.09 | -3.25 | -6.45 | 20.90 | Mg | > | Ca | > | P | > | K | > | N |
| 77 | -6.58 | 2.24 | -6.96 | 10.51 | 0.78 | 27.08 | K | > | N | > | Mg | > | P | > | Ca |
| 77 | -7.88 | 6.51 | -1.53 | 2.10 | 0.81 | 18.82 | N | > | K | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 75 | 8.94 | -6.27 | -19.30 | 0.27 | 16.35 | 51.14 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 75 | 8.63 | -3.72 | -13.97 | 0.02 | 9.04 | 35.37 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 75 | 18.88 | -9.19 | -14.30 | -6.42 | 11.04 | 59.82 | K | > | P | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 75 | 2.43 | 8.36 | 5.58 | -8.42 | -7.95 | 32.74 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 75 | 13.11 | -20.56 | 16.63 | -11.23 | 2.05 | 63.58 | P | > | Ca | > | Mg | > | N | > | K |
| 75 | 13.89 | -18.97 | -2.42 | 4.10 | 3.41 | 42.79 | P | > | K | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 75 | 3.76 | -6.85 | -0.53 | -1.56 | 5.19 | 17.90 | P | > | Ca | > | K | > | N | > | Mg |
| 74 | 13.73 | -9.72 | -34.05 | 4.69 | 25.34 | 87.53 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 74 | 36.51 | -11.35 | 22.55 | -12.57 | -35.13 | 118.12 | Mg | > | Ca | > | P | > | K | > | N |
| 74 | 0.47 | -12.13 | -13.65 | 23.60 | 1.71 | 51.56 | K | > | P | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 74 | -3.61 | -2.85 | -9.77 | 13.78 | 2.45 | 32.45 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 73 | 8.72 | -4.95 | 2.35 | -5.14 | -0.99 | 22.15 | Ca | > | P | > | Mg | > | K | > | N |
| 72 | 3.66 | -15.52 | 2.23 | 2.93 | 6.70 | 31.05 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 72 | 2.94 | -1.13 | 17.77 | -6.81 | -12.77 | 41.42 | Mg | > | Ca | > | P | > | N | > | K |
| 72 | 11.05 | -10.04 | 10.40 | 4.56 | -15.97 | 52.03 | Mg | > | P | > | Ca | > | K | > | N |
| 72 | 3.27 | -9.92 | 3.98 | 10.34 | -7.67 | 35.18 | P | > | Mg | > | N | > | K | > | Ca |
| 72 | 10.13 | -9.95 | 1.23 | -7.39 | 4.08 | 32.78 | P | > | Ca | > | K | > | Mg | > | N |
| 71 | 14.52 | 9.73 | 10.20 | -13.80 | -20.65 | 68.90 | Mg | > | Ca | > | P | > | K | > | N |

Anexo A: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrientes (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 70 | -10.64 | -11.43 | -22.88 | 20.39 | 24.55 | 89.89 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 70 | 1.83 | 1.81 | 2.39 | 1.58 | -7.61 | 15.21 | Mg | > | Ca | > | P | > | N | > | K |
| 70 | 2.33 | 0.41 | 5.62 | -3.00 | -5.35 | 16.70 | Mg | > | Ca | > | P | > | N | > | K |
| 69 | 12.58 | -22.32 | -12.65 | 9.45 | 12.93 | 69.93 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 69 | 11.83 | -19.20 | -5.58 | 1.60 | 11.36 | 49.57 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 69 | 8.86 | -18.17 | 1.02 | -10.23 | 18.52 | 56.80 | P | > | Ca | > | K | > | N | > | Mg |
| 69 | 14.53 | -15.29 | -5.96 | 13.03 | -6.30 | 55.11 | P | > | Mg | > | K | > | Ca | > | N |
| 68 | 6.62 | -12.43 | -8.19 | 15.74 | -1.74 | 44.72 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 68 | 10.24 | -18.89 | -7.57 | 12.20 | 4.02 | 52.91 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 68 | 8.48 | -14.36 | -0.75 | 6.73 | -0.10 | 30.43 | P | > | K | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 68 | -4.01 | -15.80 | -51.95 | 34.61 | 37.15 | 143.52 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 68 | -4.74 | -9.09 | -36.46 | 31.40 | 18.89 | 100.58 | K | > | P | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 68 | -0.12 | -2.01 | -30.97 | 15.98 | 17.12 | 66.20 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 68 | 19.92 | -5.97 | -8.54 | 12.34 | -17.75 | 64.51 | Mg | > | K | > | P | > | Ca | > | N |
| 68 | 12.59 | -7.07 | -5.79 | 8.44 | -8.17 | 42.06 | Mg | > | P | > | K | > | Ca | > | N |
| 67 | 16.40 | -1.07 | -33.18 | 12.03 | 5.83 | 68.51 | K | > | P | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 67 | 7.36 | 0.31 | -15.21 | 6.90 | 0.64 | 30.41 | K | > | P | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 67 | -5.13 | 5.84 | -6.32 | 1.77 | 3.83 | 22.89 | K | > | N | > | Ca | > | Mg | > | P |
| 67 | -4.23 | 11.62 | -36.75 | 10.71 | 18.64 | 81.96 | K | > | N | > | Ca | > | P | > | Mg |
| 66 | -1.30 | 5.59 | -10.07 | 8.04 | -2.27 | 27.28 | K | > | Mg | > | N | > | P | > | Ca |
| 66 | -8.38 | 4.01 | -16.85 | 16.19 | 5.03 | 50.46 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 66 | 27.36 | -43.01 | -6.99 | 27.80 | -5.16 | 110.33 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 66 | 8.80 | -22.33 | -9.54 | 15.94 | 7.13 | 63.75 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 66 | -9.86 | 10.16 | -22.49 | 9.39 | 12.81 | 64.71 | K | > | N | > | Ca | > | P | > | Mg |
| 66 | 10.11 | -33.17 | -11.86 | 25.28 | 9.65 | 90.07 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 64 | 17.79 | -13.36 | -8.50 | -1.27 | 5.34 | 46.27 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 64 | 9.64 | -8.04 | -8.92 | -3.64 | 10.95 | 41.19 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 64 | 10.45 | -19.55 | -28.80 | 17.55 | 20.34 | 96.68 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 62 | -3.14 | -21.58 | 2.39 | 2.78 | 19.54 | 49.44 | P | > | N | > | K | > | Ca | > | Mg |
| 59 | 3.89 | -14.01 | 9.35 | -7.77 | 8.54 | 43.56 | P | > | Ca | > | N | > | Mg | > | K |
| 57 | -2.07 | -4.44 | -8.13 | -2.45 | 17.09 | 34.18 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 56 | 2.14 | -1.83 | 9.15 | -4.87 | -4.58 | 22.57 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 55 | 9.49 | -0.97 | -2.45 | -8.15 | 2.08 | 23.14 | Ca | > | K | > | P | > | Mg | > | N |
| 35 | 2.25 | 20.63 | 4.76 | -23.85 | -3.78 | 55.27 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 35 | 5.35 | 15.99 | -4.81 | -13.40 | -3.14 | 42.69 | Ca | > | K | > | Mg | > | N | > | P |
| 35 | 4.73 | 20.03 | 2.99 | -18.94 | -8.82 | 55.51 | Ca | > | Mg | > | K | > | N | > | P |

B. Anexo: Producción, Índices DRIS foliar, Índice de balance nutricional (IBN) y orden de deficiencia de nutrimentos para la variedad de caña de azúcar CC 01-1940.

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|-------|-------|--------|--------|-------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 165 | -13.68 | 19.71 | 10.05 | -12.27 | -3.81 | 59.51 | N | > | Ca | > | Mg | > | K | > | P |
| 165 | -14.69 | 7.26 | 15.59 | -4.09 | -4.08 | 45.71 | N | > | Ca | > | Mg | > | P | > | K |
| 165 | -19.28 | 6.17 | 17.46 | 3.29 | -7.64 | 53.84 | N | > | Mg | > | Ca | > | P | > | K |
| 165 | -8.75 | -3.12 | 12.12 | 0.73 | -0.98 | 25.69 | N | > | P | > | Mg | > | Ca | > | K |
| 165 | -13.18 | -5.95 | 6.78 | 11.20 | 1.15 | 38.25 | N | > | P | > | Mg | > | K | > | Ca |
| 165 | -18.36 | 6.34 | 11.38 | 2.73 | -2.10 | 40.90 | N | > | Mg | > | Ca | > | P | > | K |
| 165 | -22.36 | -4.26 | 8.87 | 17.55 | 0.20 | 53.24 | N | > | P | > | Mg | > | K | > | Ca |
| 165 | -14.58 | 1.12 | 12.21 | -0.99 | 2.23 | 31.13 | N | > | Ca | > | P | > | Mg | > | K |
| 165 | -18.58 | 0.51 | 12.93 | 1.48 | 3.66 | 37.15 | N | > | P | > | Ca | > | Mg | > | K |
| 165 | -17.07 | 3.16 | 16.69 | -5.45 | 2.68 | 45.04 | N | > | Ca | > | Mg | > | P | > | K |
| 165 | -14.53 | -2.83 | -0.35 | -1.38 | 19.08 | 38.16 | N | > | P | > | Ca | > | K | > | Mg |
| 165 | -8.06 | 11.54 | 29.38 | -29.18 | -3.68 | 81.85 | Ca | > | N | > | Mg | > | P | > | K |
| 165 | -11.68 | 3.63 | 15.65 | -14.98 | 7.37 | 53.30 | Ca | > | N | > | P | > | Mg | > | K |
| 165 | -16.48 | -1.94 | 18.28 | 12.88 | -12.75 | 62.33 | N | > | Mg | > | P | > | Ca | > | K |
| 165 | -16.67 | -7.77 | 16.24 | 12.24 | -4.04 | 56.96 | N | > | P | > | Mg | > | Ca | > | K |
| 165 | -16.93 | 3.33 | 15.56 | 10.69 | -12.64 | 59.15 | N | > | Mg | > | P | > | Ca | > | K |
| 165 | -14.41 | 15.09 | 18.11 | 3.77 | -22.56 | 73.94 | Mg | > | N | > | Ca | > | P | > | K |
| 165 | -22.40 | 1.74 | 16.63 | 11.72 | -7.68 | 60.16 | N | > | Mg | > | P | > | Ca | > | K |
| 165 | -19.42 | 8.06 | 23.32 | 8.12 | -20.07 | 78.99 | Mg | > | N | > | P | > | Ca | > | K |
| 165 | -17.32 | 15.48 | 32.93 | -12.45 | -18.64 | 96.82 | Mg | > | N | > | Ca | > | P | > | K |
| 165 | -13.85 | 1.54 | 18.94 | 8.09 | -14.71 | 57.13 | Mg | > | N | > | P | > | Ca | > | K |
| 165 | -17.55 | 3.16 | 21.29 | 2.23 | -9.14 | 53.37 | N | > | Mg | > | Ca | > | P | > | K |

Anexo B: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|---|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 165 | -22.93 | -4.26 | 22.96 | 7.01 | -2.78 | 59.94 | N | > | P | > | Mg | > | Ca | > | K |
| 165 | -14.77 | 27.54 | 30.45 | -14.76 | -28.46 | 115.99 | Mg | > | N | > | Ca | > | P | > | K |
| 155 | -3.33 | 24.92 | 5.42 | 26.10 | -53.11 | 112.88 | Mg | > | N | > | K | > | P | > | Ca |
| 153 | -7.29 | -8.40 | 2.99 | 4.56 | 8.14 | 31.37 | P | > | N | > | K | > | Ca | > | Mg |
| 140 | -15.34 | 11.47 | -19.38 | 20.05 | 3.19 | 69.43 | K | > | N | > | Mg | > | P | > | Ca |
| 140 | -1.78 | -12.04 | -21.26 | 30.65 | 4.44 | 70.17 | K | > | P | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 140 | -4.39 | -10.57 | -10.77 | 12.02 | 13.71 | 51.46 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 140 | -7.82 | 2.45 | -13.56 | 12.91 | 6.01 | 42.74 | K | > | N | > | P | > | Mg | > | Ca |
| 140 | -3.86 | 2.86 | 6.15 | 2.59 | -7.74 | 23.20 | Mg | > | N | > | Ca | > | P | > | K |
| 140 | 5.98 | -3.97 | -4.25 | 4.52 | -2.28 | 21.01 | K | > | P | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 140 | -9.55 | 14.89 | -23.05 | 14.06 | 3.65 | 65.20 | K | > | N | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 140 | -3.65 | 2.04 | 11.16 | -3.93 | -5.61 | 26.40 | Mg | > | Ca | > | N | > | P | > | K |
| 140 | 1.20 | -4.72 | -13.67 | 7.78 | 9.41 | 36.79 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 139 | -17.15 | 24.17 | -14.43 | 18.22 | -10.81 | 84.77 | N | > | K | > | Mg | > | Ca | > | P |
| 139 | -10.44 | 19.30 | 2.47 | 3.52 | -14.85 | 50.59 | Mg | > | N | > | K | > | Ca | > | P |
| 137 | 1.67 | -4.73 | -1.93 | 7.06 | -2.07 | 17.46 | P | > | Mg | > | K | > | N | > | Ca |
| 137 | 1.89 | -7.12 | -8.09 | 7.33 | 5.99 | 30.42 | K | > | P | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 137 | -6.34 | -1.18 | -3.72 | 2.40 | 8.83 | 22.47 | N | > | K | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 137 | -5.62 | -6.41 | -10.14 | 14.13 | 8.04 | 44.34 | K | > | P | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 137 | -1.30 | -0.82 | 1.65 | -2.10 | 2.57 | 8.46 | Ca | > | N | > | P | > | K | > | Mg |
| 137 | 0.57 | -3.24 | -11.46 | 1.40 | 12.73 | 29.39 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 137 | -6.54 | -4.61 | -9.39 | 5.87 | 14.68 | 41.10 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 137 | -5.71 | -7.62 | -10.87 | 8.62 | 15.57 | 48.38 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 137 | 12.32 | -2.71 | -6.52 | -0.48 | -2.62 | 24.64 | K | > | P | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 137 | 7.83 | 10.67 | -1.09 | -9.05 | -8.35 | 36.98 | Ca | > | Mg | > | K | > | N | > | P |
| 137 | 7.33 | 8.74 | -8.70 | 4.34 | -11.70 | 40.81 | Mg | > | K | > | Ca | > | N | > | P |
| 137 | 12.26 | -4.03 | -5.03 | -4.33 | 1.13 | 26.78 | K | > | Ca | > | P | > | Mg | > | N |
| 137 | 6.55 | 8.69 | -5.03 | -9.86 | -0.35 | 30.47 | Ca | > | K | > | Mg | > | N | > | P |
| 137 | 7.76 | 6.36 | -8.11 | -2.89 | -3.12 | 28.24 | K | > | Mg | > | Ca | > | P | > | N |
| 137 | 8.83 | -0.59 | -5.63 | -2.36 | -0.24 | 17.65 | K | > | Ca | > | P | > | Mg | > | N |
| 137 | 7.41 | 10.16 | -3.51 | -11.70 | -2.36 | 35.12 | Ca | > | K | > | Mg | > | N | > | P |
| 137 | 6.61 | 8.18 | -3.84 | -4.84 | -6.11 | 29.59 | Mg | > | Ca | > | K | > | N | > | P |
| 137 | 12.99 | -4.37 | 3.96 | -4.76 | -7.82 | 33.90 | Mg | > | Ca | > | P | > | K | > | N |
| 137 | 8.03 | 5.70 | 5.83 | -11.19 | -8.37 | 39.12 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 137 | 10.84 | 4.56 | 8.62 | -10.77 | -13.26 | 48.05 | Mg | > | Ca | > | P | > | K | > | N |
| 137 | 14.01 | -5.93 | -0.35 | -3.30 | -4.43 | 28.03 | P | > | Mg | > | Ca | > | K | > | N |
| 137 | 7.86 | 6.77 | 0.24 | -6.85 | -8.01 | 29.73 | Mg | > | Ca | > | K | > | P | > | N |
| 137 | 8.01 | -0.95 | -1.44 | 2.72 | -8.34 | 21.47 | Mg | > | K | > | P | > | Ca | > | N |

Anexo B: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrientes (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|--|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 137 | 12.83 | -7.81 | 0.08 | -8.50 | 3.40 | 32.62 | Ca | > | P | > | K | > | Mg | > | N |
| 137 | 7.07 | 5.82 | -1.83 | -8.73 | -2.34 | 25.78 | Ca | > | Mg | > | K | > | P | > | N |
| 137 | 9.53 | -3.23 | -2.57 | -1.33 | -2.40 | 19.07 | P | > | K | > | Mg | > | Ca | > | N |
| 137 | 11.39 | -6.27 | -7.51 | -12.04 | 14.44 | 51.65 | Ca | > | K | > | P | > | N | > | Mg |
| 137 | 2.19 | 5.28 | -10.09 | -5.25 | 7.88 | 30.69 | K | > | Ca | > | N | > | P | > | Mg |
| 137 | 7.21 | -1.93 | -11.43 | 0.92 | 5.23 | 26.72 | K | > | P | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 137 | 11.45 | 1.14 | -19.05 | -4.24 | 10.70 | 46.58 | K | > | Ca | > | P | > | Mg | > | N |
| 137 | 5.25 | 6.44 | -18.96 | 0.74 | 6.52 | 37.92 | K | > | Ca | > | N | > | P | > | Mg |
| 137 | 7.77 | -2.30 | -18.38 | 4.50 | 8.41 | 41.37 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 137 | 9.05 | -5.31 | 2.95 | 2.18 | -8.87 | 28.36 | Mg | > | P | > | Ca | > | K | > | N |
| 137 | 7.47 | -4.38 | 3.37 | 2.82 | -9.28 | 27.32 | Mg | > | P | > | Ca | > | K | > | N |
| 137 | 9.23 | -5.65 | 2.26 | 2.52 | -8.36 | 28.01 | Mg | > | P | > | K | > | Ca | > | N |
| 137 | 6.83 | 3.71 | 0.44 | -1.42 | -9.55 | 21.96 | Mg | > | Ca | > | K | > | P | > | N |
| 137 | 6.91 | 7.83 | -1.02 | -4.42 | -9.30 | 29.49 | Mg | > | Ca | > | K | > | N | > | P |
| 137 | 7.68 | 4.15 | 3.59 | -2.57 | -12.85 | 30.84 | Mg | > | Ca | > | K | > | P | > | N |
| 137 | 7.49 | -2.47 | -1.83 | 3.91 | -7.10 | 22.79 | Mg | > | P | > | K | > | Ca | > | N |
| 137 | 5.76 | -3.83 | -2.75 | 8.97 | -8.16 | 29.47 | Mg | > | P | > | K | > | N | > | Ca |
| 137 | 8.34 | -4.30 | -2.71 | 7.64 | -8.96 | 31.96 | Mg | > | P | > | K | > | Ca | > | N |
| 137 | 6.61 | -1.91 | -5.88 | -0.92 | 2.10 | 17.43 | K | > | P | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 137 | 2.89 | 4.15 | -7.61 | -1.73 | 2.30 | 18.68 | K | > | Ca | > | Mg | > | N | > | P |
| 137 | 1.35 | 5.19 | -6.73 | 0.99 | -0.80 | 15.06 | K | > | Mg | > | Ca | > | N | > | P |
| 137 | 10.54 | -6.20 | 7.47 | -6.30 | -5.51 | 36.02 | Ca | > | P | > | Mg | > | K | > | N |
| 137 | 6.64 | 6.33 | 2.48 | -7.37 | -8.08 | 30.90 | Mg | > | Ca | > | K | > | P | > | N |
| 137 | 8.63 | 3.99 | 3.78 | -9.23 | -7.17 | 32.78 | Ca | > | Mg | > | K | > | P | > | N |
| 137 | 7.00 | 4.85 | 3.31 | -12.93 | -2.23 | 30.32 | Ca | > | Mg | > | K | > | P | > | N |
| 137 | 9.66 | -1.69 | 4.43 | -9.80 | -2.59 | 28.17 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 137 | 11.46 | -4.88 | 5.03 | -9.15 | -2.46 | 32.97 | Ca | > | P | > | Mg | > | K | > | N |
| 137 | 5.84 | -2.88 | 9.35 | -2.99 | -9.32 | 30.39 | Mg | > | Ca | > | P | > | N | > | K |
| 137 | 6.41 | -1.37 | 12.07 | -3.54 | -13.56 | 36.95 | Mg | > | Ca | > | P | > | N | > | K |
| 137 | 4.66 | -1.67 | 11.40 | -4.95 | -9.44 | 32.12 | Mg | > | Ca | > | P | > | N | > | K |
| 137 | 9.36 | 0.51 | 9.16 | -10.07 | -8.95 | 38.06 | Ca | > | Mg | > | P | > | K | > | N |
| 137 | 10.23 | -5.49 | 10.48 | -7.59 | -7.62 | 41.41 | Mg | > | Ca | > | P | > | N | > | K |
| 137 | 8.38 | -5.74 | 10.15 | -5.98 | -6.82 | 37.08 | Mg | > | Ca | > | P | > | N | > | K |
| 137 | 1.57 | -12.84 | -15.12 | 16.24 | 10.15 | 55.93 | K | > | P | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 137 | 3.27 | -11.94 | -11.53 | 8.48 | 11.72 | 46.94 | P | > | K | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 137 | 2.24 | -12.89 | -10.53 | 11.35 | 9.82 | 46.83 | P | > | K | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 137 | -0.67 | -5.13 | -3.49 | 5.20 | 4.09 | 18.58 | P | > | K | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 137 | 4.04 | -3.86 | -0.94 | -1.82 | 2.59 | 13.26 | P | > | Ca | > | K | > | Mg | > | N |

Anexo B: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|---|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 137 | 3.13 | -5.35 | -2.13 | 3.53 | 0.82 | 14.97 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 137 | -0.05 | -8.33 | -14.49 | 4.15 | 18.71 | 45.74 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 137 | 2.29 | -11.58 | -11.21 | -1.47 | 21.95 | 48.49 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 137 | -0.63 | -3.24 | -14.05 | -2.78 | 20.69 | 41.39 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 137 | 4.25 | -11.91 | -10.21 | 0.70 | 17.17 | 44.23 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 137 | 4.05 | -9.73 | -10.52 | -0.27 | 16.47 | 41.04 | K | > | P | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 137 | 4.23 | -10.73 | -10.29 | -0.59 | 17.38 | 43.23 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 137 | 6.09 | -6.19 | -1.49 | -0.31 | 1.91 | 15.99 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 137 | 6.97 | -6.20 | -2.50 | -0.22 | 1.94 | 17.84 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 137 | 5.68 | -9.34 | -1.20 | 0.59 | 4.27 | 21.08 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 137 | 3.61 | -11.78 | -2.29 | 2.31 | 8.15 | 28.14 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 137 | 4.26 | -12.49 | -3.93 | 5.74 | 6.41 | 32.83 | P | > | K | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 137 | 2.02 | -6.09 | -3.88 | 3.24 | 4.72 | 19.94 | P | > | K | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 137 | 6.42 | -11.75 | -4.07 | 0.34 | 9.05 | 31.63 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 137 | 6.39 | -10.84 | -2.29 | -0.37 | 7.12 | 27.02 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 137 | 6.62 | -8.91 | -1.95 | -3.52 | 7.76 | 28.76 | P | > | Ca | > | K | > | N | > | Mg |
| 137 | 5.80 | -11.54 | -5.65 | 5.01 | 6.38 | 34.38 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 137 | 7.39 | -11.87 | -2.67 | 0.62 | 6.53 | 29.08 | P | > | K | > | Ca | > | Mg | > | N |
| 137 | 8.73 | -9.85 | -6.17 | -5.36 | 12.64 | 42.75 | P | > | K | > | Ca | > | N | > | Mg |
| 137 | 4.93 | 1.39 | 7.70 | -17.41 | 3.40 | 34.83 | Ca | > | P | > | Mg | > | N | > | K |
| 137 | 4.13 | 2.64 | 6.80 | -16.19 | 2.63 | 32.39 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 137 | 4.08 | 4.61 | 6.34 | -16.40 | 1.36 | 32.79 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 137 | 2.04 | 1.20 | 13.01 | -10.31 | -5.93 | 32.48 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 137 | 4.27 | 3.86 | 11.65 | -11.42 | -8.37 | 39.57 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 137 | 3.69 | 0.70 | 12.48 | -11.59 | -5.28 | 33.73 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 137 | -3.16 | -3.48 | -12.60 | 5.03 | 14.21 | 38.49 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 137 | -4.02 | -1.42 | -13.71 | 2.49 | 16.65 | 38.30 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 137 | -3.60 | -6.71 | -13.10 | 7.72 | 15.69 | 46.83 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 137 | -1.68 | 2.05 | -2.41 | 6.41 | -4.37 | 16.92 | Mg | > | K | > | N | > | P | > | Ca |
| 137 | -1.20 | 0.61 | -0.68 | 3.63 | -2.36 | 8.48 | Mg | > | N | > | K | > | P | > | Ca |
| 137 | -1.63 | 1.92 | -0.79 | 3.52 | -3.02 | 10.89 | Mg | > | N | > | K | > | P | > | Ca |
| 137 | 0.34 | 6.78 | 17.42 | -12.43 | -12.11 | 49.08 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 137 | 3.71 | 12.61 | 19.59 | -22.42 | -13.50 | 71.83 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 137 | 4.40 | 7.36 | 19.88 | -18.78 | -12.87 | 63.28 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 137 | -1.08 | 2.37 | 8.95 | -3.95 | -6.28 | 22.63 | Mg | > | Ca | > | N | > | P | > | K |
| 137 | 0.49 | 2.99 | 6.48 | -5.66 | -4.30 | 19.92 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 137 | 1.50 | -0.79 | 5.82 | -3.12 | -3.40 | 14.62 | Mg | > | Ca | > | P | > | N | > | K |
| 137 | 1.90 | -3.87 | -2.41 | 9.96 | -5.57 | 23.71 | Mg | > | P | > | K | > | N | > | Ca |

Anexo B: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrimentos (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 137 | 3.11 | -1.98 | -2.34 | 8.03 | -6.82 | 22.28 | Mg | > | K | > | P | > | N | > | Ca |
| 137 | 0.23 | -3.44 | -4.62 | 10.05 | -2.22 | 20.55 | K | > | P | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 137 | 2.49 | 0.31 | 4.52 | -10.10 | 2.78 | 20.20 | Ca | > | P | > | N | > | Mg | > | K |
| 137 | 1.29 | -1.40 | 2.04 | 0.96 | -2.88 | 8.57 | Mg | > | P | > | Ca | > | N | > | K |
| 137 | -0.99 | -4.18 | 2.53 | -0.73 | 3.37 | 11.80 | P | > | N | > | Ca | > | K | > | Mg |
| 137 | 5.16 | 3.97 | 10.59 | -10.06 | -9.66 | 39.42 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 137 | 6.06 | 5.01 | 12.47 | -13.93 | -9.61 | 47.08 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 137 | 4.40 | 5.93 | 10.78 | -11.53 | -9.57 | 42.21 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 137 | 0.40 | 4.90 | 9.33 | -7.94 | -6.70 | 29.28 | Ca | > | Mg | > | N | > | P | > | K |
| 137 | 2.14 | -0.32 | 11.10 | -7.11 | -5.81 | 26.48 | Ca | > | Mg | > | P | > | N | > | K |
| 137 | 3.94 | 0.19 | 9.86 | -6.89 | -7.10 | 27.98 | Mg | > | Ca | > | P | > | N | > | K |
| 137 | -3.17 | 3.94 | -2.88 | 4.67 | -2.55 | 17.21 | N | > | K | > | Mg | > | P | > | Ca |
| 137 | -4.67 | 2.16 | -3.11 | 7.44 | -1.83 | 19.21 | N | > | K | > | Mg | > | P | > | Ca |
| 137 | -4.35 | 1.00 | -2.13 | 6.81 | -1.34 | 15.63 | N | > | K | > | Mg | > | P | > | Ca |
| 137 | -0.71 | 0.60 | -0.33 | 1.34 | -0.90 | 3.88 | Mg | > | N | > | K | > | P | > | Ca |
| 137 | -1.35 | 1.03 | -0.18 | 1.36 | -0.86 | 4.78 | N | > | Mg | > | K | > | P | > | Ca |
| 137 | -4.00 | 3.23 | -1.67 | 3.44 | -1.01 | 13.35 | N | > | K | > | Mg | > | P | > | Ca |
| 137 | 1.35 | -1.68 | 4.79 | -0.29 | -4.17 | 12.28 | Mg | > | P | > | Ca | > | N | > | K |
| 137 | 1.00 | -2.87 | 4.56 | 0.67 | -3.37 | 12.47 | Mg | > | P | > | Ca | > | N | > | K |
| 137 | 1.02 | -0.06 | 3.11 | -0.10 | -3.96 | 8.26 | Mg | > | Ca | > | P | > | N | > | K |
| 137 | 3.44 | 2.44 | 4.98 | -0.65 | -10.21 | 21.72 | Mg | > | Ca | > | P | > | N | > | K |
| 137 | 5.19 | 0.42 | 5.34 | 0.15 | -11.10 | 22.20 | Mg | > | Ca | > | P | > | N | > | K |
| 137 | 6.86 | -0.59 | 4.70 | 1.20 | -12.17 | 25.52 | Mg | > | P | > | Ca | > | K | > | N |
| 137 | -3.94 | 0.00 | 2.98 | -4.63 | 5.59 | 17.15 | Ca | > | N | > | P | > | K | > | Mg |
| 137 | -2.83 | -0.85 | 2.54 | -3.30 | 4.44 | 13.97 | Ca | > | N | > | P | > | K | > | Mg |
| 137 | -1.79 | -1.35 | 2.25 | -3.17 | 4.06 | 12.61 | Ca | > | N | > | P | > | K | > | Mg |
| 137 | -3.83 | -5.94 | -11.84 | 10.08 | 11.52 | 43.21 | K | > | P | > | N | > | Ca | > | Mg |
| 137 | -4.48 | -7.15 | -11.05 | 12.16 | 10.53 | 45.36 | K | > | P | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 137 | -3.86 | -6.18 | -9.83 | 12.18 | 7.68 | 39.73 | K | > | P | > | N | > | Mg | > | Ca |
| 136 | -1.14 | -6.05 | 7.67 | 5.45 | -5.93 | 26.24 | P | > | Mg | > | N | > | Ca | > | K |
| 128 | -11.58 | 7.42 | 26.14 | -1.38 | -20.59 | 67.11 | Mg | > | N | > | Ca | > | P | > | K |
| 128 | -10.94 | 4.65 | 18.02 | -1.23 | -10.49 | 45.34 | N | > | Mg | > | Ca | > | P | > | K |
| 127 | 1.64 | -3.36 | -2.85 | 3.84 | 0.72 | 12.42 | P | > | K | > | Mg | > | N | > | Ca |
| 126 | 0.66 | 8.15 | 11.08 | -26.26 | 6.37 | 52.53 | Ca | > | N | > | Mg | > | P | > | K |
| 125 | 3.21 | 6.10 | 9.88 | 4.67 | -23.85 | 47.70 | Mg | > | N | > | Ca | > | P | > | K |
| 125 | -8.86 | 1.24 | 14.01 | 7.07 | -13.46 | 44.65 | Mg | > | N | > | P | > | Ca | > | K |
| 123 | 12.09 | -14.43 | 6.99 | 6.71 | -11.36 | 51.57 | P | > | Mg | > | Ca | > | K | > | N |
| 121 | -10.70 | 43.56 | -48.39 | -11.70 | 27.24 | 141.59 | K | > | Ca | > | N | > | Mg | > | P |

Anexo B: (Continuación)

| TCH (Toneladas de Caña por Hectárea) | Índices DRIS | | | | | IBN | Orden de deficiencia de nutrientes (izquierda a derecha mas deficiente a menos deficiente) | | | | | | | | |
|---|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--|---|----|---|----|---|----|---|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | | | | | | | | | | |
| 117 | -11.90 | 14.84 | 14.20 | 19.46 | -36.60 | 97.00 | Mg | > | N | > | K | > | P | > | Ca |
| 116 | -14.90 | 17.84 | 7.21 | -4.53 | -5.64 | 50.12 | N | > | Mg | > | Ca | > | K | > | P |
| 110 | -8.16 | 10.69 | 10.16 | 23.32 | -36.01 | 88.35 | Mg | > | N | > | K | > | P | > | Ca |
| 110 | -7.09 | 12.08 | 2.25 | -7.36 | 0.11 | 28.90 | Ca | > | N | > | Mg | > | K | > | P |
| 110 | 2.90 | 7.00 | 9.53 | 14.47 | -33.89 | 67.79 | Mg | > | N | > | P | > | K | > | Ca |
| 108 | -1.07 | 4.22 | -23.90 | 26.53 | -5.78 | 61.50 | K | > | Mg | > | N | > | P | > | Ca |
| 108 | -2.94 | 6.45 | -21.41 | 17.96 | -0.06 | 48.83 | K | > | N | > | Mg | > | P | > | Ca |
| 107 | -25.32 | 7.88 | 15.57 | 2.90 | -1.04 | 52.71 | N | > | Mg | > | Ca | > | P | > | K |
| 107 | -16.89 | 7.95 | 17.15 | 9.10 | -17.30 | 68.38 | Mg | > | N | > | P | > | Ca | > | K |
| 107 | -17.89 | -2.12 | 17.98 | -3.47 | 5.50 | 46.97 | N | > | Ca | > | P | > | Mg | > | K |
| 101 | -7.46 | 8.71 | -0.83 | 23.04 | -23.46 | 63.50 | Mg | > | N | > | K | > | P | > | Ca |
| 98 | -4.92 | 17.57 | 13.12 | -19.28 | -6.49 | 61.39 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 97 | 8.67 | 5.39 | 13.33 | -5.53 | -21.86 | 54.78 | Mg | > | Ca | > | P | > | N | > | K |
| 96 | -17.09 | 4.11 | -7.15 | 6.94 | 13.18 | 48.47 | N | > | K | > | P | > | Ca | > | Mg |
| 96 | 7.22 | -4.25 | 11.39 | 3.94 | -18.30 | 45.10 | Mg | > | P | > | Ca | > | N | > | K |
| 96 | 3.30 | -2.99 | 10.48 | 7.87 | -18.66 | 43.30 | Mg | > | P | > | N | > | Ca | > | K |
| 73 | 7.91 | 19.07 | 3.33 | -21.38 | -8.93 | 60.62 | Ca | > | Mg | > | K | > | N | > | P |
| 72 | 5.40 | 5.44 | -3.87 | -16.12 | 9.14 | 39.97 | Ca | > | K | > | N | > | P | > | Mg |
| 71 | 7.10 | 16.08 | 5.91 | -16.50 | -12.59 | 58.18 | Ca | > | Mg | > | K | > | N | > | P |
| 58 | 1.42 | 9.81 | -10.12 | -27.71 | 26.60 | 75.66 | Ca | > | K | > | N | > | P | > | Mg |
| 50 | 3.94 | 11.23 | 5.79 | -20.16 | -0.79 | 41.92 | Ca | > | Mg | > | N | > | K | > | P |
| 45 | -19.35 | -13.77 | -42.02 | 29.83 | 45.30 | 150.26 | K | > | N | > | P | > | Ca | > | Mg |

C. Anexo. Matriz de correlación Índices DRIS (I), contenido foliar de nutrientes (%) y productividad (TCH) variedad CC 85-92.

| | TCH | IN | IP | IK | ICa | IMg | IBN | N | P | K | Ca | Mg |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|
| TCH | 1.000 | | | | | | | | | | | |
| IN | -0.136 | 1.000 | | | | | | | | | | |
| IP | 0.111 | -0.097 | 1.000 | | | | | | | | | |
| IK | 0.065 | -0.228 | -0.016 | 1.000 | | | | | | | | |
| ICa | -0.112 | -0.225 | -0.499 | -0.213 | 1.000 | | | | | | | |
| IMg | 0.034 | -0.210 | -0.483 | -0.377 | -0.094 | 1.000 | | | | | | |
| IBN | 0.070 | 0.031 | 0.002 | 0.007 | 0.037 | -0.064 | 1.000 | | | | | |
| N | -0.116 | 0.712 | 0.181 | -0.424 | -0.305 | -0.077 | 0.033 | 1.000 | | | | |
| P | 0.067 | -0.048 | 0.901 | -0.185 | -0.505 | -0.285 | 0.061 | 0.452 | 1.000 | | | |
| K | 0.008 | -0.124 | 0.315 | 0.570 | -0.413 | -0.281 | -0.013 | 0.284 | 0.456 | 1.000 | | |
| Ca | -0.144 | -0.162 | -0.267 | -0.458 | 0.812 | -0.019 | 0.045 | 0.147 | -0.076 | -0.109 | 1.000 | |
| Mg | 0.001 | -0.141 | -0.260 | -0.523 | -0.138 | 0.875 | -0.013 | 0.277 | 0.058 | -0.026 | 0.194 | 1.000 |

D. Anexo. Matriz de correlación Índices DRIS (I), contenido foliar de nutrientes (%) y productividad (TCH) variedad CC 01-1940.

| | TCH | IN | IP | IK | ICa | IMg | IBN | N | P | K | Ca | Mg |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| TCH | 1.000 | | | | | | | | | | | |
| IN | -0.803 | 1.000 | | | | | | | | | | |
| IP | 0.290 | -0.299 | 1.000 | | | | | | | | | |
| IK | 0.587 | -0.350 | 0.369 | 1.000 | | | | | | | | |
| ICa | 0.101 | -0.368 | -0.272 | -0.455 | 1.000 | | | | | | | |
| IMg | -0.237 | 0.057 | -0.638 | -0.633 | 0.116 | 1.000 | | | | | | |
| IBN | 0.537 | -0.463 | 0.413 | 0.263 | 0.092 | -0.271 | 1.000 | | | | | |
| N | -0.782 | 0.881 | -0.431 | -0.626 | -0.079 | 0.296 | -0.450 | 1.000 | | | | |
| P | -0.208 | 0.104 | 0.617 | -0.300 | -0.014 | -0.218 | 0.083 | 0.281 | 1.000 | | | |
| K | 0.371 | -0.107 | 0.268 | 0.847 | -0.470 | -0.592 | 0.099 | -0.244 | -0.009 | 1.000 | | |
| Ca | -0.244 | -0.025 | -0.434 | -0.771 | 0.836 | 0.422 | -0.083 | 0.376 | 0.215 | -0.560 | 1.000 | |
| Mg | -0.393 | 0.207 | -0.619 | -0.825 | 0.301 | 0.895 | -0.231 | 0.549 | 0.051 | -0.627 | 0.692 | 1.000 |

Bibliografía

- Aguilar Rivera, N. (2007). Bioetanol de la caña de azúcar. *Avances en investigación agropecuaria*, 11(3), 25-39.
- Almazán del Olmo, O., Hernández, A., Brizuela, M. A., Carvajal, O., & Arias, G. N. (2016). El bagazo de la caña de azúcar: Conocimiento y potencial. En *Patrimonio científico del nuevo ICIDCA* (Vol. 1).
- Anggraeni, L. W., Pratama, A. F., Putri, P. H., & Wahyudi. (2022). Effect of biostimulant and silica application on sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 974(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/974/1/012077>
- Arbeláez Silva, E., Suárez Agudelo, E., Gindri Ramos, C., & Moreno Ríos, A. (2021). *Manual de prácticas de laboratorio de tratamiento y gestión del suelo II* (Editorial Universitaria de la Costa S.A.S.). Educosta.
<https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/8879/LIBRO-%20Manual%20de%20pr%C3%A1cticas%20de%20Laboratorio%20de%20Tratamiento%20y%20Gesti%C3%B3n%20del%20Suelo%20II.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arias, R., Muñoz, J., Arguedas, E., & Duarte, L. (2019). *Plan de fertilización para caña de azúcar (Saccharum officinarum var. RB - 867515), mediante un análisis químico foliar y edafológico, en Cañas, Guanacaste, Costa Rica* (pp. 1-13) [Trabajo de Investigación]. Universidad de Costa Rica.
- Asocaña. (2022). *Informe anual 2021-2022* (pp. 1-79). Asocaña.

- Bachiega Zambrosi, F. C. (2021). Phosphorus fertilizer reapplication on sugarcane satoon: Opportunities and challenges for improvements in nutrient efficiency. *Sugar Tech*, 23(3). <https://doi.org/10.1007/s12355-020-00925-9>
- Bangroo, S. A., Bhat, M. I., Ali, T., Bhat, M. A., Wani, M. A., & Aziz, M. A. (2010). Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)-A review. *International Journal of Current Research*, Vol 10, 084-097.
- Basavaraj, S., Krishnappa, R., Ngangom, B., Devi, M. T., Mishra, G., Rawat, D., & Srivastava, P. C. (2016). Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) approach on nutritional diagnosis in fruit crops- a review. *Journal of Applied and Natural Science*, 8(4), 2337-2345. <https://doi.org/10.31018/jans.v8i4.1134>
- Beaufils, E. R., & Sumner, M. E. (1977). *Effect of time of sampling on the diagnosis of the N, P, K, Ca, and Mg requirements of sugarcane by the DRIS approach* (Proceedings of The Sout African Sugar Technologists' Association, pp. 62-67) [Trabajo de Investigación]. University of Natal.
- Bernal Marín, I. (2022, julio 27). *Ingenio Providencia consigue hito de productividad de caña de azúcar por hectárea* [Periodística]. La República - AGRO. <https://www.larepublica.co/empresas/ingenio-providencia-consigue-hito-de-productividad-de-cana-de-azucar-por-hectarea-3411215#:~:text=El%20paro%20nacional%20de%202021,de%20258.851%20kilos%20por%20hora%20de>
- Bohórquez Páez, J. (2016). *Evaluación de aplicación de tres fuentes de nitrógeno en mezcla con dos fuentes de abono orgánico y dos condiciones de pH del suelo* [Tesis Maestría]. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

- Boschetti, G., Quintero, C., Diaz-Zorita, M., & Barraco, M. (2003). *Determinación del fósforo disponible en el suelo por el método de Bray* (Actividad del Comité de Química de la AACS 17; Informaciones Agronómicas del Cono Sur). Universidad Nacional de Entre Ríos. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/944882894AB02039852579990061D95D/\$FILE/Boschetti%20-%20Determinacion-P.pdf
- Boschiero, B. N., Mariano, E., Torres-Dorante, L. O., Sattolo Thales, M. S., Otto, R., Garcia, P. L., Dias, C. T. S., & Trivelin, P. C. O. (2020). Nitrogen fertilizer effects on sugarcane growth, nutritional status, and productivity in tropical acid soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 117(3). <https://doi.org/10.1007/s10705-020-10074-w>
- Briceño, M., Fuller P., J., Alvarez, F., & Jimenez B., J. (2018). *Turbidimetría: Qué es y cómo se mide* [Comercial]. Cromtek. <https://www.cromtek.cl/2021/07/21/turbidimetria-que-es-y-como-se-mide/>
- Cabral, G. E., & Leston Galizzi, L. F. (2006). *Análisis cuantitativo electrométricos: pH-metría* (Química Analítica, p. 8) [Trabajo de Investigación]. Universidad Nacional del Nordeste. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://exa.unne.edu.ar/quimica/quimica.analitica/arch_descargas/arch_seminarios2006/pH-metriaCabral-Galissi.pdf
- Carabalí Carabalí, T. S. (2019). *Evaluación de la respuesta espectral y biofísica de un cultivo de caña de azúcar a la fertilización nitrogenada* [Tesis Maestría]. Universidad Nacional de Colombia.

- Carbonell González, J. (2011). *Zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca (cuarta aproximación): Principios metodológicos y aplicaciones*. CENICAÑA.
- Carbonell González, J., Amaya Estévez, A., Ortiz Uribe, B. V., Torres Aguas, J. S., Quintero Duran, R. ;, & Isaacs Echeverri, C. H. (2001). *Zonificación agroecológica para el cultivo de caña de azúcar en el valle del río Cauca. Tercera aproximación* (O. Rangel Jiménez, Ed.; Vol. 29). Centro de investigación de la caña de azúcar de Colombia.
- Castro Nava, S., & Huerta, A. J. (2015). Respuesta de variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) a la fertilización NPK bajo secano en el sur de Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. E s p . N ú m . 11* 16 de mayo - 29 de junio, 2015 p. 2225-2232, 11, 2225-2232.
- Cenicaña. (1995). *El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia* (C. Cassalet Dávila, J. Torres Aguas, & C. Isaacs Echeverry, Eds.).
- Cenicaña. (2002). *Características agronómicas y de productividad de la variedad cenicaña colombia (CC) 85-92 centro de investigación de la caña de azúcar de Colombia* (Vol. 30). Cenicaña.
- Cenicaña. (2016). *Características agronómicas y de productividad de la variedad cenicaña colombia (CC) 93-4418* (C. A. Viveros Valens, Ed.; Vol. 39).
- Cenicaña. (2018a). *Características agronómicas y de productividad de la variedad cenicaña colombia (CC) 01-1940* (C. A. Viveros Valens, Ed.; Vol. 40). Cenicaña.
- Cenicaña. (2013, diciembre). Análisis de suelos y tejido foliar: Apoyo técnico y de calidad para cultivadores e ingenios. *Carta Informativa, Año 1(3)*, 19.
- Cenicaña. (2018b, octubre). ¿Qué variedades de caña se siembran en el mundo? Parte II. *Carta Informativa, Año 6(2)*, 23.

Cenicaña. (2022a, enero 15). *Servicio de análisis de suelos para recomendaciones de fertilización. ¿Cómo tomar las muestras de suelo?*

<https://www.cenicana.net/servicio-de-analisis-de-suelos-y-tejido-foliar-para-recomendaciones-de-fertilizacion/>

Cenicaña. (2022b, enero 15). *Servicio de análisis de tejido foliar para recomendaciones de fertilización. ¿Cómo tomar las muestras de tejido foliar?*

<https://www.cenicana.net/servicio-de-analisis-de-tejido-foliar-para-recomendaciones-de-fertilizacion-2/>

Chacón Pardo, E. (2012). *Obtención de la norma de diagnóstico y recomendación integral (DRIS) para el cultivo de caucho (Hevea brasiliensis) en la altillanura colombiana* [Tesis Maestría]. Universidad Nacional de Colombia.

Cheavegatti-Gianotto, A., Couto de Abreu, H. M., Arruda, P., Bespalhok Filho, J. C., Burnquist, W. L., Creste, S., di Ciero, L., Ferro, J. A., Vargas de Oliveira Figueira, A. V., de Sousa Filgueiras, T., Grossi-de-Sá, M. de F., Guzzo, E. C., Hoffmann, H. P., Guimarães de Andrade Landell, M., Macedo, N., Matsuoka, S., de Castro Reinach, F., Romano, E., da Silva, W. J., ... César Ulian, E. (2011). Sugarcane (*Saccharum X officinarum*): A reference study for the regulation of genetically modified cultivars in Brazil. *Tropical Plant Biology*, 4(1), 62-89.

<https://doi.org/10.1007/s12042-011-9068-3>

Cunha, F. N., Teixeira, M. B., Da Silva, E. C., Furtado Da Silva, N., Silva Costa, C. T., Marques Vidal, V., Morais, W. A., Silva Dos Santos, L. N., Rodrigues Cabral Filho, F., Matías Alves, D. K., Batista Soares, J. A., & Gomes, L. F. (2020). Productive potential of nitrogen and zinc fertigated sugarcane. *Agronomy*, 10(8), 11.

<https://doi.org/10.3390/agronomy10081096>

- da Silva Calheiros, L. C., Freire, F. J., Filho, G. M., Almeida de Oliveira, E. C., Barbosa Moura, A., Tenório da Costa, J. V., Rodrigues Cruz, F. J., & Silva Santos, Á. (2018). Different criteria for determining DRIS standards influencing the nutritional diagnosis and potential fertilization response of sugarcane. *Australian Journal of Crop Science*, 12(6), 995-1007. <https://doi.org/10.21475/ajcs.18.12.06.PNE1147>
- da Silva Calheiros, L. C., Freire, F. J., Filho, G. M., de Oliveira, E. C. A., Dos Santos Freire, M. B. G., Moura, A. B., da Costa, J. V. T., & Rezende, J. S. (2021). Nutrient balance in sugarcane in Brazil: Diagnosis, use and application in modern agriculture. *Journal of Plant Nutrition*, 44(14). <https://doi.org/10.1080/01904167.2021.1889591>
- da Silva Calheiros, L. C., Freire, F. J., Filho, G. M., Oliveira, E. C. A., Moura, A. B., Costa, J. V. T., Cruz, F. J. R., Santos, Á. S., & Rezende, J. S. (2018). Assessment of nutrient balance in sugarcane using DRIS and CND methods. *Journal of Agricultural Science*, 10(9), 164. <https://doi.org/10.5539/jas.v10n9p164>
- de Castro, S. G. Q., Magalhães, P. S. G., de Castro, S. A. Q., Kölln, O. T., & Franco, H. C. J. (2022). Optimizing nitrogen fertilizer rates at distinct In-season application moments in sugarcane. *International Journal of Plant Production*, 16(1), 137-152. <https://doi.org/10.1007/s42106-021-00175-z>
- De Marchi Soares, T., Raniero, H. R., & Pavinato, P. S. (2022). Sugarcane Byproduct Influence on Mineral Fertilizer Solubility and Phosphorus Dynamics in the Soil. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 22(2), 1458-1467. <https://doi.org/10.1007/s42729-021-00745-0>
- Debernardi de la Vequia, H. (2016, noviembre). Fertilización del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*). *Agroproductividad*, 9(Suplemento), 87.

- Delgado Restrepo, O. M., Menjivar Flores, J. C., & Muñoz Arboleda, F. (2016). Influence of management systems on the nitrogen mineralization and fertilization of sugarcane. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 69(1), 7755-7762. <https://doi.org/10.15446/rfna.v69n1.54742>
- Dias, J. R. M., Wadt, P. G. S., Folle, F. A., Da Silva Solino, A. J., Delarmelinda, E. A., & Barreta Tavella, L. (2011). Potencial de resposta à adubação para N, P, K, Ca e Mg em cupuaçueiros avaliados por diferentes normas DRIS. *Acta Amazônica*, 41(1), 77-82.
- Fathi, A. (2022). *Role of nitrogen (N) in plant growth, photosynthesis pigments, and N use efficiency: A review*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.7143588>
- Fernández, J., Barrios, L., & Ortiz, C. A. (2018). *Análisis de la cadena de valor de la caña de azúcar destinada a la producción de panela en el departamento de Cundinamarca* [Tesis de Pregrado]. Fundación Universitaria Panamericana.
- Ferrer, S. L. (2015, octubre 22). *La CE del extracto saturado: El método tradicional* [Comercial]. Biofísica Ambiental by LabFerrer. <https://blog.biofisicaambiental.com/la-ce-del-extracto-saturado-el-metodo-tradicional/?cn-reloaded=1>
- FINAGRO. (2018). *Ficha de inteligencia caña de azúcar* (pp. 1-14) [Realidad del sector]. FINAGRO.
- Flores, R. A., dos Santos de Carvalho, A., Magalhães Bueno, A., Martins, C., de Andrade, A. F., Nunes Xavier, M. F., Mesquita, M., Guimarães Santos, G., Casaroli, D., & Mozena Leandro, W. (2022). Establishment of DRIS standards and indices for ratoon cane production in the southern region of Goiás, Brazil. *Sugar Tech*, 18. <https://doi.org/10.1007/s12355-022-01145-z>

- Franco Hermida, J. J., Henao Toro, M. C., Guzmán, M., & Cabrera, R. I. (2013). Determining nutrient diagnostic norms for greenhouse roses. *HORTSCIENCE*48(11):1403–1410. 2013, 48(11), 1403-1410.
- García Galvis, J., & Ballesteros González, M. I. (2005). Evaluación de parámetros de calidad para la determinación de carbono orgánico en suelos. *Revista Colombiana de Química*, 34(2), 201-209.
- Garrido Valero, M. S. (1994). Interpretación de análisis de suelos. *Hojas Divulgadoras*, año 93(5), 40.
- Gomes da Silva, V. S., Wagner de Oliveira, M., Costa de Oliveira, D., Bezerra Albino Oliveira, T., Gomes Pereira, M., & de Castro Nogueira, C. H. (2017). Nutritional diagnosis of sugarcane varieties in a yellow oxisol three agricultural seasons. *African Journal of Agricultural Research*, 12(1), 50-57.
<https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11865>
- González Chavarro, F., Cabezas Gutiérrez, M., Ramírez Gómez, M., & Ramírez Durán, J. (2018). Macronutrient absorption curves in three varieties of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) for panela in the hoyo del río suárez. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 395-404.
<https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.995>
- González Correa, A., & Chavarro, L. M. (2010, enero). Evaluación de la producción de caña de azúcar a partir de herramientas de agricultura específica por sitio. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, (9),61-68. ISSN: 1692-9918., 9, 61-68.
- González Gordon, R. A. (2017). *Implementación de las normas DRIS en el cultivo del plátano (Musa AAB Simmonds) en las regiones de Urabá y suroeste antioqueño* [Tesis Maestría]. Universidad Nacional de Colombia.

- Herrera P., G. E. (2015). *Obtención del sistema integrado de diagnóstico y recomendación integral (DRIS) en el cultivo de palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq.)* [Tesis Maestría]. Universidad Nacional de Colombia.
- Howeler R. H. (1986). *Los suelos del centro internacional de agricultura tropical en Palmira, Colombia* (Documento de trabajo 16). CIAT Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- IGAC. (2017). *Guía de muestreo* (pp. 1-10) [Guía metodológica]. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. www.igac.gov.co
- IGAC. (2021). *Descripción y muestreo de suelos* (pp. 1-76) [Guía metodológica]. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC & Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2015). *Levantamiento semidetallado de suelos escala 1:25.000 de las cuencas priorizadas por la corporación autónoma regional del valle del cauca—CVC*.
- Intagri. (2017). *El análisis foliar y el DRIS* (p. 4). Intagri.
<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/el-analisis-foliar-y-el-DRIS>
- Kandhro, M. N., Mangrio, N., Soomro, A. A., Shah, Z. U. H., Mangrio, G. S., Mari, N., Abbasi, Z. A., & Tunio, S. P. (2021). Impact of NPK fertilization on growth and yield of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) under different planting methods. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 34(2), 346-355.
<https://doi.org/10.17582/journal.pjar/2021/34.2.346.355>
- Lagos Burbano, E., & Castro Rincón, E. (2019). Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes. *Agronomía Mesoamericana*, 30(3), 917-934. <https://doi.org/10.15517/am.v30i3.34668>

- Lemos dos Santos, R., de Andrade Oliveira, D. M., de Souza Santos, R. V., Alves de Moura, M. J., de Farias Guedes, V. H., de Arruda Barbosa, J., da Conceição Lopes, N. R., de Arruda Ferreira Costa, L. G., Farias da Silva, J. L., da Costa Santos, M. B., & Freire, F. J. (2022). Nitrate reductase activity, productivity and technological quality of sugarcane under molybdenum and nitrogen fertilization. *Sugar Tech*, *24*(2), 463-472. <https://doi.org/10.1007/s12355-021-01026-x>
- Leonel Rosa, P. A., Shintate Galindo, F., da Silva Oliveira, C. E., Jalal, A., Satin Mortinho, E., Fernandes, G. C., Rocha Marega, E. M., Buzetti, S., & Teixeira Filho, M. C. M. (2022). Inoculation with plant growth-promoting bacteria to reduce phosphate fertilization requirement and enhance technological quality and yield of sugarcane. *Microorganisms*, *10*(192), 18. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10010192>
- López Montoya, J., Fernández Paz, J. A., Vásquez, H. D., & Menjivar Flores, J. C. (2018). Sistema integrado de diagnóstico y recomendación (DRIS) para piña (*Ananas comosus*), variedad oro miel (MD-2). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, *12*(2), 319-328. <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i2.7387>
- López Trujillo, L. A. (2021). *Efecto de la oportunidad en labores culturales para la producción de caña de azúcar (Saccharum officinarum) en el sector agroindustrial azucarero en el valle geográfico del río cauca* [Tesis Maestría]. Universidad Nacional de Colombia.
- Maia, C. E., de Morais, E. R. C., & de Oliveira, M. (2001). Nível crítico pelo critério da distribuição normal reduzida: Uma nova proposta para interpretação de análise foliar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, *v.5, n.2, p.235-238, 2001Campina Grande, PB, DEAg/UFPB* - <http://www.agriambi.com.br>, *5*(2), 235-238.

- Mateos, G. G., & Santomá Boixeda, G. (2002, julio). *Fósforo (método colorimétrico)*. FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal).
https://www.fundacionfedna.org/tecnicas_de_analisis/fosforo-metodo-colorimetrico
- McCray, J. M., Ji, S., Powell, G., Montes, G., & Perdomo, R. (2010). Sugarcane response to DRIS-based fertilizer supplements in Florida. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 196(1), 66-75. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2009.00395.x>
- McCray, M., Rice, R. W., Ezenwa, I. V., Lang, T. A., & Baucum, L. (2011, diciembre). Nutrición en caña de azúcar uso del análisis foliar. *Revista Fertilizar - Nº21 - Diciembre 2011*, 21, 5-7.
- Méndez Yustres, C. A. (2012). *Evaluación del comportamiento de las propiedades físico-químicas y biológicas de un suelo sódico de guacanal-cerrito (valle del cauca) tratado con un inoculante biológico* [Tesis de Pregrado]. Universidad del Valle.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). *Cadena caña de azúcar* (pp. 1-53) [Informe de actualidad]. Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales.
- Molina Orozco, A. M., & Vargas Manquillo, D. M. (2020). *Implementación del sistema de costos en la siembra de caña de azúcar en la hacienda la esperanza shima* [Tesis de Pregrado]. Universidad Antonio Nariño.
- Mourão Filho, F. D. A. A. (2004). DRIS: Concepts and applications on nutritional diagnosis in fruit crops. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, v.61, n.5, p.550-560, 61(5), 550-560.
- Nunes Guimarães, F. C., Pereira Serra, A., Marchetti, M. E., Ensinas, S. C., Altomar, P. H., Conrad, V. do A., Potrich, D. C., Chaim Jardim Rosa, C. B., Andrade Martinez, M., & Araújo Matos, F. (2015). Nutrients optimum range (NOR) based on DRIS method to assess the nutritional status of the first ratoon sugarcane. *Australian Journal of Crop Science*, 9(7), 638-645.

- Okamoto, K., Goto, S., Anzai, T., & Ando, S. (2021). Nitrogen leaching and nitrogen balance under differing nitrogen fertilization for sugarcane cultivation on a subtropical island. *Water (Switzerland)*, *13*(5), 13.
<https://doi.org/10.3390/w13050740>
- Palma Z., A. E., Calero S., L. M., & Cortes B., E. (2009). *Producción de caña y azúcar en el valle del río cauca, tercer trimestre de 2008*. (Documento de trabajo 646; pp. 1-14). Cenicaña.
- Pereira da Silva, G., de Mello Prado, R., Firmato Almeida, T. B., & de Campos Nóia, N. R. (2015). Respuesta del cuarto cultivo de soca de caña de azúcar a la fertilización de nitrógeno, silicio y cal. *Agrociencia*, *49*(5), 533-544.
- Pereira da Silva, G., & Justino Chiaia, H. L. (2021). Limitation due to nutritional deficiency and excess in sugarcane using the integral diagnosis and recommendation system (DRIS) and nutritional composition diagnosis (CND). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, *52*(12), 10.
<https://doi.org/10.1080/00103624.2021.1885690>
- Pereira da Silva, G., Prado, R. de M., Wadt, P. G. S., da Silva, F. C., Vaz, G. J., Moda, L. R., & Caione, G. (2020). Modeling formulas of the comprehensive diagnosis and recommendation system (DRIS) for phosphorus in sugarcane. *Journal of Plant Nutrition*, *44*(9), 14. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1862192>
- Pérez Valbuena, G. J., Arrieta Arrieta, A. M., & Contreras Anaya, J. G. (2015, octubre). Río cauca: La geografía económica de su área de influencia. *Documentos de trabajo sobre economía regional*, *225*, 1-68.
- Piperas Vassílios, G., Creste, J. E., & Echer, F. R. (2009). Uso do DRIS na avaliação do estado nutricional da cana-de-açúcar. *Revista Ceres*, *56*(6), 818-825.
- Procaña. (2021). *Informe gestión 2020* (pp. 1-43) [Informe de actualidad]. Procaña.

- Quintero D., R. (1997). *Fertilización nitrogenada en caña de azúcar* (V. Carrillo, Ed.; Vol. 21). Centro de investigación de la caña de azúcar de Colombia.
- Quintero Duran, R. (1993). *Interpretación del análisis de suelo y recomendaciones de fertilizantes para la caña de azúcar* (p. 12) [Guía metodológica]. Centro de investigación de la caña de azúcar de Colombia.
- Quintero Durán, R. (1995). Fertilización y nutrición. En *El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia* (pp. 153-177). Cenicaña.
- Quintero Durán, R. (Ed.). (2008). *Grupos homogéneos de suelos del área dedicada al cultivo de la caña de azúcar en el valle del Río Cauca: Segunda aproximación*. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia.
- Quintero Durán, R., & Jaramillo, L. Á. (1995). *Pruebas de manejo del nitrógeno en caña de azúcar* (V. Carrillo, Ed.; Vol. 17). Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia.
- Raniero, H. R., Soares, T. de M., Adam, C., & Pavinato, P. S. (2022). Waste-derived fertilizers can increase phosphorus uptake by sugarcane and availability in a tropical soil#. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 185(3), 391-402.
<https://doi.org/10.1002/jpln.202100410>
- Ranjel J., H., Viveros V., C. A., Amaya E., A., Gómez L., L. A., Victoria K., J. I., & Angel S., J. C. (2003). *Catálogo de variedades segunda edición* (V. Carrillo, Ed.; Centro de investigación de la caña de azúcar de Colombia). Cenicaña.
- Ravelo Polo, B. (2012). *Adsorción de boro del agua* [Proyecto final de Carrera, Universidad Politécnica de Catalunya]. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16358/Mem%C3%B2ria.pdf

- Razmilic, B. (1993). *Espectroscopía de absorción atómica* (Documento de campo 16; Control de calidad de insumos y dietas acuícolas). FAO-ITALIA.
<https://www.fao.org/3/ab482s/AB482S04.htm#ch4>.
- Reina Rodríguez, G. A., & Otero, J. T. (2011). *Guía ilustrada de orquídeas del valle geográfico del río Cauca y piedemonte andino bajo*. Fundación naturaleza creativa. <https://www.researchgate.net/publication/306169113>
- Reis Jr, R. A., & Monnerat, P. H. (2002). Diagnose nutricional da cana-de-açúcar em campos dos Goytacazes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 26(2), 367-372.
- Reis Junior, R. dos A., & Monnerat, P. H. (2002). Sugarcane nutritional diagnosis with DRIS norms established in Brazil, South Africa, and the United States. *Journal of Plant Nutrition*, 25(12), 2831-2851. <https://doi.org/10.1081=PLN-120015542>
- Reis Junior, R. dos A., & Monnerat, P. H. (2003). Norms establishment of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for nutritional diagnosis of sugarcane. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, v. 38, n. 2, p. 277-282, fev. 2003, 38(2), 277-282.
- Rincón Numpaque. Álvaro Hernán, Rincón Romero, V. O., & Arias Arias, N. A. (2019, septiembre 26). *Implementación del sistema de diagnóstico y recomendación nutricional (DRIS) en una plantación de la zona norte*. Reunión técnica nacional de palma de aceite, Bucaramanga.
- Rodríguez, O., & Rodríguez, V. (2000). Desarrollo, determinación e interpretación de normas DRIS para el diagnóstico nutricional en plantas. Una revisión. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 2000, 17: 449-470, 17, 449-470.
- Rodriguez Rodriguez, O., Sánchez Galíndez, A. A., Mendoza Escalona, B. J., Rodríguez G., Z. F., Henríquez Rodríguez, M., Rodríguez P., V., & Guerra Domínguez, E.

- (2011). Capacidad de extracción de cationes mediante acetato de amonio, acetato de sodio y cloruro de amonio. *Interciencia*, 36(3), 219-223.
- Rodríguez. Vianel, & Rodríguez, O. (1997). Normas foliares DRIS para el diagnóstico nutricional del plátano (Musa AAB subgrupo plátano cv. Harton). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 1997, 14: 285-296, 14, 285-296.
- Rojas Legarda, J. R. (2015). *Muestreo de suelos para la fertilización nitrogenada a tasa variable en el valle del Cauca* [Tesis Maestría]. Universidad Nacional de Colombia.
- Romero, N. (1997). Métodos de análisis para la determinación de nitrógeno y constituyentes nitrogenados en alimentos. En *Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición*. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación Dirección de Alimentación y Nutrición Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
<https://www.fao.org/3/ah833s/Ah833s17.htm>
- Rua Joao, L. F. (s. f.). Fósforo: ¿mehlich o resina? [Tecnal]. *Fósforo: ¿Mehlich o Resina?*
https://www.tecnal.com.br/es/blog/279_fosforo_mehlich_o_resina
- Saavedra Rincón, S. (2018). *Fertilización nitrogenada a tasa variada en seis campos de caña de azúcar: Hacia un manejo ambiental sostenible bajo el concepto de agricultura de precisión* [Tesis Maestría]. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.
- Salazar, F. A. (2021). *Velocidad de adopción CC 05-430 y escenario monovarietal* (pp. 1-24). Cenicaña.
- Salgado García, S., CastelánEstrada, M., Aranda Ibáñez, E. M., Ortiz García, C. F., Ortiz Laurel, H. ;, Lagunes Espinoza, L. C., Mendoza Hernández, J. H. R., & Córdova-Sánchez, s. (2014). Validación de dosis generadas por el sistema de fertilización

- SIRDF para caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). *Agroproductividad*, 7(2), 47-54.
- Salgado García, S., Nuñez Escobar, R., Peña Cabriales, J. J., Etchevers Barra, J. D., Palma López, D. J., & Soto Hernández, M. R. (2000). Respuesta de la soca de caña de azúcar a la fertilización NPK. *Agrociencia*, 34(6), 689-698.
- Salgado García, S., Palma López, D. J., Lagunez Espinoza, L. del C., Ortiz García, C. F., & Ascencio Rivera, J. M. (2005). Bases para generar un programa sustentable de fertilización en un ingenio de Tabasco, México. *Interciencia*, 30(7), 395-403.
- Salles Scarpari, M., & Ferreira de Beauclairll, E. G. (2004). Sugarcane maturity estimation through edaphic-climatic paramethers. *Scientia Agricola*, 61(5), 486-491.
- Salvador Wadt, P. G., & Machado Dias, J. R. (2012). Normas DRIS regionais e inter-regionais na avaliação nutricional de café conilon. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, v.47, n.6, p.822-830, jun. 2012, 47(6), 822-830.
- Sanches, G. M., & Otto, R. (2022). A novel approach for determining nitrogen requirement based on a new agronomic principle—Sugarcane as a crop model. *Plant and Soil*, 472(1-2), 29-43. <https://doi.org/10.1007/s11104-021-05263-7>
- Sánchez, E., Soto Parra, J. M., Preciado Rangel, P., Llanderal, A., & Lao, M. T. (2018). DRIS norms for grafted and non-grafted red bell pepper in semi arid climate conditions in a greenhouse. *Horticultura Brasileira*, 36(3), 371-376. <https://doi.org/10.1590/s0102-053620180314>
- Sánchez Galíndez, A. A., Giralí Cruz, J., Zérega, L., Rodríguez Rodríguez, O. A., de Oliveira, S. A., & Rodríguez Pérez, V. de J. (2009). Normas preliminares DRIS desarrolladas para caña de azúcar a partir de un bajo número de muestras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(12), 1700-1706. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2009001200020>

- Sartori de Camargo, M., & Keeping, M. G. (2021). Silicon in sugarcane: Availability in soil, fertilization, and uptake. *Silicon*, 13(10). <https://doi.org/10.1007/s12633-020-00935-y>
- Secretaría de Agricultura, G., Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. (2015). *Nutrición del cultivo de caña de azúcar y uso eficiente de fertilizantes* (Boletín técnico informativo del sector de la caña de azúcar, pp. 1-11) [Informe de actualidad]. Conadesuca. www.conadesuca.gob.mx
- Segura, M., Castillo, Á., & Alvarado, A. (2010). Métodos de extracción de boro y respuesta del jaúl a su adición en andisoles de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 34(2), 165-176.
- Sumner, M. E., & Beaufils, E. R. (1975). Diagnosis of the NPK requirements of sugarcane plant age and season using Beaufils' system (DRIS)-preliminary observations. *Proceedings of the south african sugar technologists' association*, 137-141.
- Tenelli, S., Otto, R., Oliveira Bordonal, R., & Nunes Carvalho, J. L. (2021). How do nitrogen fertilization and cover crop influence soil C-N stocks and subsequent yields of sugarcane? *Soil and Tillage Research*, 211, 8. <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.104999>
- Unigarro Muñoz, C. A. (2014). *Efecto de las variables edafoclimáticas y biométricas sobre el contenido de sacarosa de la caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca* [Tesis Maestría]. Universidad de Nariño.
- Urbina Zamora, C. (2016). *Importancia de la nutrición mineral balanceada en caña de azúcar* (pp. 1-14) [Trabajo de Investigación]. Asociación de Técnicos azucareros de México. <https://www.siiiba.conadesuca.gob.mx/siiaca/Consulta/verDoc.aspx?num=1007>

- Villamil Carvajal, J. E., Pineda Álvarez, E. O., & Cabezas Gutiérrez, M. (2021). Sistema integrado de diagnóstico y recomendación, su aplicación y utilidad en la agricultura. Una revisión. *Ciencia y Agricultura*, 18(3), 29-46.
<https://doi.org/10.19053/01228420.v18.n3.2021.12933>
- Walworth, J. L., & Sumner, M. E. (1987). The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). En B. A. Stewart (Ed.), *Advances in Soil Science* (Vol. 6, pp. 149-188). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4682-4_4
- YARA. (2022). *La producción mundial de caña de azúcar*. Nutrición vegetal caña de azúcar. <https://www.yara.com.co/nutricion-vegetal/cana-de-azucar/la-produccion-mundial-de-cana-de-azucar/>
- Zérega M., L., Hernández A., T., & Valladares G., J. (1997). Efecto de diferentes fuentes de nitrógeno y dosis de magnesio sobre el suelo y el cultivo de caña de azúcar. *Bioagro*, 9(2), 43-51.