

INFORME FINAL TÉCNICO Y DE DIFUSIÓN

NOMBRE DEL PROYECTO

“Uso eficiente de los fertilizantes en la
fruticultura chilena, aplicando nuevas técnicas
interpretativas del análisis foliar”

NOMBRE Y FIRMA COORDINADOR PROYECTO:



Dr. Rodrigo Callejas R.

INDICE

	Páginas
I. ANTECEDENTES GENERALES	2
II. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO	5
II. INFORME TÉCNICO	6
1. Objetivos del Proyecto	6
2. Metodología	7
3. Actividades del Proyecto	34
4. Resultados del Proyecto	35
5. Problemas enfrentados durante el proyecto	67
6. Conclusiones y Recomendaciones	68
IV. INFORME DE DIFUSIÓN Y PUBLICACIONES	70
V. ANEXOS	86
VI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	113

I. ANTECEDENTES GENERALES

CÓDIGO:

Est-2009-0033

NOMBRE DEL PROYECTO

"Uso eficiente de los fertilizantes en la fruticultura chilena, aplicando nuevas técnicas interpretativas del análisis foliar"

REGIÓN O REGIONES DE EJECUCIÓN:

Originalmente planteadas

III, IV, V, RM, VI

Efectivas

III, IV, V, RM .

AGENTE EJECUTOR:

Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas

AGENTES ASOCIADOS

Nombre	Giro / actividad	RUT	Representante Legal	
APECO. Asociación Productores y Exportadores Agrícolas del Valle de Copiapó	Asociación gremial	72.122.200-4	Juan Carlos Lillo Blanco	Originalmente planteado en la propuesta y efectivo
APAC. Asociación Gremial de productores y Exportadores de Uva de Mesa de la comuna de Alto del Carmen.	Asociación gremial	65.805.630-1	Nicolás del Río Noe	Originalmente planteado en la propuesta y efectivo
Alfredo Chimenti Agri	Frutales y vides	4.344.518-9	Alfredo Chimenti Agri	Originalmente planteado en la propuesta y efectivo solamente el primer período
PRUNESCO S.A.	Agroindustrial	96.687.090-7	Héctor Claro.	Originalmente planteado en la

				propuesta y efectivo solamente el primer período
Soc. Agrofrutera Fundo el Escorial Ltda..	Agrícola	87.695.700-0	Eltjer Boris	Originalmente planteado en la propuesta y efectivo
Agrícola Pihue Ltda..	Agrícola	78.801.570-4	Eltjer Boris	Originalmente planteado en la propuesta y efectivo
Agrícola Brown Ltda.	Agrícola	84.485.800-0	Eltjer Boris	Originalmente planteado en la propuesta y efectivo
FRUNOR Frutas Del Norte S.A	Agropecuaria	99.533.040-7	Víctor Machmar G.	Originalmente planteado en la propuesta y efectivo

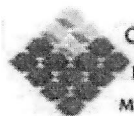
NOMBRE COORDINADOR PROYECTO:

Rodrigo Callejas R.

ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO

		Valor programado	%
FIA		\$ 24.983.600	45,5
Contraparte	Pecuniario	\$ 0	
	No Pecuniario	\$ 29.884.000	
	Total	\$ 29.884.000	55,5
TOTAL		\$ 54.867.600	100

		Valor real	%
FIA		\$ 24.983.600	47,44
Contraparte	Pecuniario	\$ 0	
	No Pecuniario	\$ 27.675.666	
	Total	\$ 27.675.666	52,56
TOTAL		\$ 52. 656. 266	100



PERIODO DE EJECUCIÓN

Período de ejecución programado			
Fecha de inicio (dd/mm/aaaa)	01/04/2009	Fecha de término (dd/mm/aaaa)	31/03/2010

Período de ejecución real			
Fecha de inicio (dd/mm/aaaa)	01/04/2009	Fecha de término (dd/mm/aaaa)	31/07/2010

II. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

El proyecto “Uso eficiente de los fertilizantes en la fruticultura chilena, aplicando nuevas técnicas interpretativas del análisis foliar”, se desarrolló normalmente según los objetivos, etapas y actividades. El cumplimiento de la carta Gantt se desfasó en algunos meses, debido al defase de la liberación de los fondos, lo que obligó a postergar el inicio del proyecto para el mes de julio del 2009.

Se realizaron presentaciones ante los productores frutícolas de la metodología y ventaja de los sistemas de interpretación de los análisis foliares DRIS y CND. Se creó una base de datos con información de análisis foliares históricos por especie, variedad y Región, asociados a datos de producción, generando un protocolo de la metodología de desarrollo de las normas DRIS y CND. Se trabajó en la generación de los estándares foliares preliminares DRIS y CND, verificando las correlaciones existentes entre los índices de Balances de Nutrientes DRIS y CND con los rendimientos establecidos para los huertos estudiados. Las presentaciones ante los productores frutícolas de la información generada en este estudio quedarán pendientes, y se realizarán posteriormente a la entrega de este informe final.

La metodología de análisis para la generación de las normas foliares DRIS y CND, requiere necesariamente contar con los datos de producción por cuartel de cada temporada de análisis foliar efectuada. Si embargo, en el transcurso del estudio, hemos detectado que no todos los productores registran dicha información o bien algunos registran los rendimientos de cosecha al “ojo”. Este es un punto muy importante a regularizar en futuras investigaciones, en donde se deberá establecer un protocolo de información mínima necesaria para el desarrollo de las normas DRIS y CND.

II. INFORME TÉCNICO

1. Objetivos del Proyecto:

Objetivo general		
Obtener información sistematizada de análisis foliares para desarrollar normas DRIS y CND en algunas especies frutales cultivadas en Chile, generando las bases teóricas para ampliar esta metodología a otros frutales y cultivos.		
Nº	Objetivos específicos	Cumplimiento de los objetivos en función de los resultados
1	Presentar y socializar la metodología a productores frutícolas, basada en los resultados de estudios previos de título y grado.	Se realizaron presentaciones ante los productores frutícolas de la metodología y ventaja de los sistemas de interpretación de los análisis foliares DRIS y CND. Adicionalmente a los productores y asociados al estudio (productores de uva de mesa y ciruelos) se invitó a participar a las empresas AGRICOM S.A., con la cual se armó una base de datos de más de 400 ha de paltos, y Valle Grande S.A. que cuenta con más de 150 ha de olivos aceiteros (OLAVE).
2	Obtener información sistematizada para la creación de una base de datos de los análisis foliares.	Se creó una base de datos con información de análisis foliares históricos por especie, variedad y Región, asociados a datos de producción.
3	Establecer la metodología de desarrollo para la selección de las normas DRIS y CND locales a partir de la base de datos creada.	Se realizó una búsqueda de información científica de los diferentes sistemas de interpretación de los análisis foliares, creando un documento con el protocolo de la metodología del desarrollo de las normas, y la discusión de tal información. Este documento será editado en un libro de la "Serie Ciencias Agronómicas", de la Universidad de Chile.
4	Establecer correlaciones entre el rendimiento y los Índices de Balances de Nutrientes.	Se trabajó en la generación de los estándares foliares DRIS y CND, normas preliminares que deben ser validadas bajo un período de prueba comercial en una futura investigación. Se verificaron las correlaciones existentes entre los índices de Balances de Nutrientes DRIS y CND con los rendimientos establecidos para los huertos estudiados.
5	Presentar a los productores frutícolas la información generada en este estudio.	Las presentaciones ante los productores frutícolas de la información generada en este estudio quedarán pendientes, y se realizarán posteriormente a la entrega de este Informe final.

2. Metodología

- **Descripción de la metodología efectivamente utilizada**

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Metodología utilizada para la selección y cálculo de las normas DRIS.

El método DRIS es una técnica matemática, que utiliza la información de los análisis foliares para determinar cuál es el nutriente más limitante en un sistema de producción. La evaluación se realiza mediante la comparación del balance relativo del contenido de un nutriente contra normas de diagnóstico nutricional DRIS establecidas para ese cultivo, bajo condiciones de alto rendimiento.

Este sistema fue propuesto originalmente por Beaufils a partir de trabajos sobre fisiología y nutrición vegetal, primero con el cultivo del caucho en Vietnam (Beaufils, 1957), y posteriormente, con maíz y caña de azúcar en Sud África (Beaufils, 1971; Beaufils, 1973; Beaufils y Sumner, 1976; Beaufils y Sumner, 1977).

Sumner (1975, 1977 a, 1977 b, 1977 c, 1977 d y 1977 e), introdujo el DRIS en EEUU en la década de los 70. Posteriormente, diversos autores han utilizado este sistema para generar normas de diagnóstico de tejidos en una gran variedad de cultivos, desde cultivos agronómicos, cultivos de forraje, frutales, especies vegetales y especies forestales.

En Chile, el desarrollo de normas DRIS tiene antecedentes muy escasos, desarrollándose normas preliminares para la uva de mesa (Galleguillos, 2005) a pesar que internacionalmente el DRIS se ha utilizado en forma creciente y más intensamente que los métodos alternativos (CVA y SRA).

Aspectos generales

Las bases teóricas del trabajo del DRIS están fundadas en: a) Las relaciones entre nutrientes son frecuentemente mejores indicadores de las situaciones nutricionales que valores aislados de concentraciones, b) algunas relaciones de nutrientes son más importantes o significantes que otras, c) las producciones máximas son solamente alcanzadas cuando las relaciones entre nutrientes están cercanas a un valor óptimo, d) como consecuencia de lo indicado en c), la varianza de una relación de nutrientes es menor en una población de altos rendimientos (población de referencia), que en una de bajos rendimientos, y las relaciones entre las varianzas de la población de alto y bajo rendimiento pueden utilizarse en la selección de las normas y e) se pueden calcular índices DRIS individuales para cada nutriente, siendo el valor ideal para este índice, cero (Walworth y Sumner, 1987).

Interpretación del tipo de expresión de los análisis foliares

La concentración de un elemento en las hojas, por ejemplo el porcentaje de N, consiste simplemente en la relación entre la cantidad de N en el tejido y la cantidad de materia seca (M.S.), es decir: $(100 \cdot N / M.S.)$. (Walworth *et al.*, 1986 b; Walworth y Sumner, 1988). Por otra parte, una relación entre nutrientes, por ejemplo N/P, consiste en la relación entre esos dos nutrientes, con referencia a la materia seca, lo cual puede expresarse como: $N / P = (100 \cdot N / M.S.) / (100 \cdot P / M.S.)$, expresión en la cual los valores de M.S. pueden cancelarse. Por ejemplo, si se estudia el caso de un análisis en el cual se haya determinado que el contenido de N y la relación N/P, están por encima de los valores óptimos; cuando el N es alto, podrían establecerse las siguientes opciones (Walworth y Sumner, 1987): a) que hay un exceso de N con relación a un contenido normal de M.S. en el tejido de la planta, o b) que el contenido de materia seca en el tejido de la planta es insuficiente con relación al contenido de N.

Si no se cuenta con normas de referencia, es imposible determinar cual de las dos opciones es la correcta. Generalmente se asume que la materia seca es un valor fijo, lo cual no siempre es cierto, y existe la inclinación a favorecer la opción de que existe un exceso de N. Lógicamente, la segunda opción también es posible y ocurre cuando la planta ha absorbido una cantidad de N adecuado para su edad, pero se ha retrasado en la acumulación de materia seca, como consecuencia de una condición desfavorable en cualquier otro factor de crecimiento (Walworth y Sumner, 1987).

Concentración de nutrientes y edad de las hojas

Uno de los problemas en la interpretación de los análisis de tejidos, como herramienta de diagnóstico, es el cambio de la composición nutricional con la edad del tejido muestreado (Sumner 1985). Diversas investigaciones han llegado a la conclusión que la concentración de los nutrientes (concentración de nutriente / materia seca) cambia marcadamente con el envejecimiento de los tejidos. Aunque pueden existir excepciones, las concentraciones de N, P, K, Zn, Mn, B y S tienden a decrecer durante el envejecimiento de los tejidos. En contraste, las concentraciones de Ca y Mg tienden a aumentar (Dow y Roberts, 1982; Melsted *et al.*, 1969; Razeto, 1970; Razeto, 2009; Rominger *et al.*, 1975; Sumner, 1979; Sumner, 1985). Bates (1971) señala que estos cambios en la composición de los tejidos, impusieron serias limitaciones al uso del análisis foliar en la década de los 60.

Como alternativa a estas limitaciones, Beaufils (1973) propuso la expresión de las normas de diagnóstico DRIS con base a cuocientes, para reducir el efecto que introduce la edad del tejido muestreado, en la correcta interpretación o diagnóstico de un determinado análisis foliar. Señala que en la medida que la planta madura, los tejidos contienen mayor proporción de materia seca que de humedad y nutrientes y, por consiguiente, al expresar la concentración de nutrientes en función del contenido de materia seca, el valor decrece en el tiempo, por ejemplo, $N (\%) = 100 \cdot N / M.S.$

Sin embargo, al usar las relaciones entre nutrientes (para los elementos N, P y K, que disminuyen durante el envejecimiento de las hojas) como por ejemplo, $N/P = (100 \cdot N / \text{M.S.}) / (100 \cdot P / \text{M.S.})$, se cancela la M.S. y la relación N/P se vuelve menos dependiente de los cambios relativos en M.S. con la edad (Sumner, 1982; Walworth y Sumner, 1987), por lo que los cuocientes (N/P, N/K y P/K, o sus recíprocos) debieran mantenerse aproximadamente constantes con el tiempo, y éstas serían las formas de expresión más apropiadas de usar. Análogamente, dado que las concentraciones de Ca y Mg, usualmente aumentan con la edad de las hojas, sus cuocientes debieran, de igual manera, producir un valor constante.

Si se analiza el elemento calcio expresado en porcentaje, usualmente aumenta con la edad, pero si su contenido es expresado como su recíproco ($1/\text{Ca}$), su valor disminuye con la edad. De esta última manera podría estudiarse mejor su relación con otros elementos que disminuyen con la edad, como por ejemplo el nitrógeno. De tal forma, la expresión de la relación quedaría $(N/1) / (1/\text{Ca}) = N \cdot \text{Ca}$, eliminándose de esa manera el efecto de la divergencia (o del envejecimiento) en la relación entre los elementos, produciendo un valor constante (Sumner, 1982). Los valores de expresión de esta manera (productos), se mantienen relativamente constantes con la edad de los tejidos, permitiendo una mayor flexibilidad en el momento del muestreo y un período mayor de tiempo para realizar el diagnóstico.

Lo anteriormente señalado puede verse ilustrado en la **Figura 1**. La concentración de N y P en durazneros, expresado como porcentaje sobre materia seca, cambió rápidamente, cayendo casi en un 50 % de su valor original en 5 meses. Sin embargo, al expresarlos como relación N/P y para el mismo período, decayó en un 10 % de su valor original. Respecto a las concentraciones de Ca y Mg, aumentaron en alrededor de un 90 y 100 % respectivamente, mientras que la relación Ca/Mg se mantuvo prácticamente constante. El producto $N \cdot \text{Ca}$ fue similarmente constante, demostrando la utilidad de las expresiones como productos, cuando se relacionan nutrientes que aumentan y disminuyen con la edad de los tejidos (Sumner, 1985).

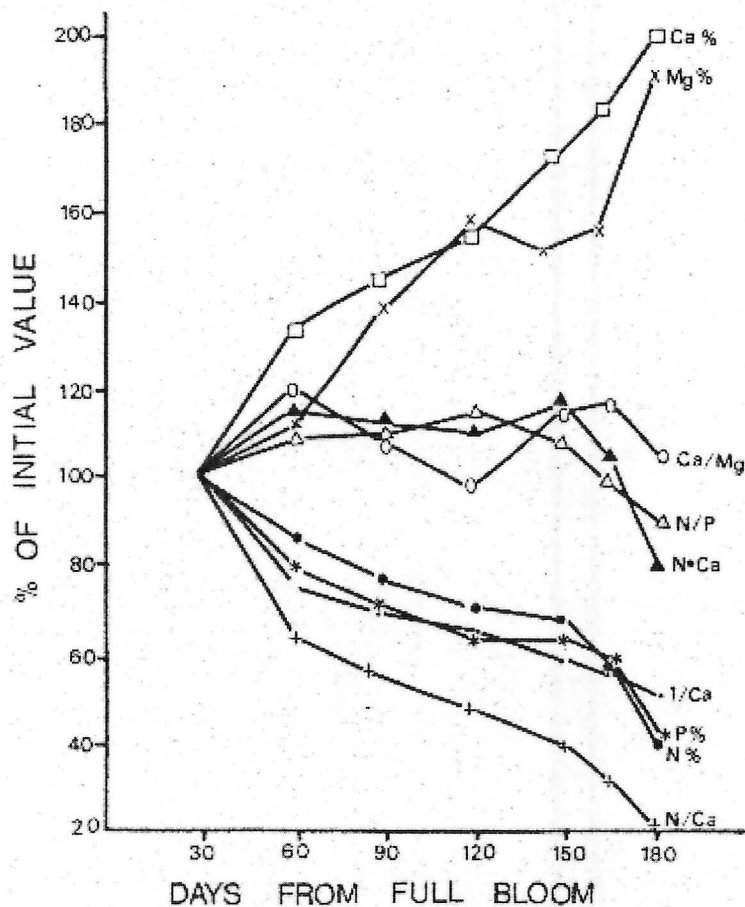


Figura 1. Efecto de la edad de la hoja sobre las diferentes formas de expresión de la composición foliar en durazneros (Sumner, 1985).

Beverly *et al.*, (1984) diagnosticaron el estado de los elementos N, P, K, Ca, y Mg en las hojas de naranjo "Valencia", mediante normas desarrolladas con base al sistema DRIS utilizando las relaciones entre estos cinco elementos en forma de cuocientes, lo que permitió concluir que los índices de los nutrientes fueron afectados por la edad de la hoja. En contraposición, Sumner (1985) analizó la misma base de datos, expresando el Ca y Mg como productos con N, P y K (N·Ca en vez de N/Ca o Ca/N, etc.), encontrando que la edad de la hoja del naranjo no tenía un efecto sustancial en los diagnósticos nutricionales arrojados por el sistema DRIS.

En la práctica, las relaciones entre pares de nutrientes son las más utilizadas. Sin embargo, las ventajas de las expresiones en forma de producto han sido demostradas por Walworth y Sumner (1987). Por tales razones, Sumner (1985) y Walworth y Sumner (1987), concluyen que para obtener una real ventaja de la flexibilidad que ofrece el uso de este sistema de interpretación, debe utilizarse la vía de expresión adecuada de las normas. De esta manera, Walworth y Sumner (1987) recomiendan

escoger la forma de expresión que se mantenga más estable con el envejecimiento de las hojas.

Banco de datos

El primer paso para la aplicación de cualquier método de diagnóstico nutricional es el establecimiento de estándares o normas. Para el desarrollo de las normas es necesario generar un banco de datos de análisis foliares asociados a antecedentes de rendimiento, para de esta manera dividir la población de datos en dos grupos de productividad, uno correspondiente a los análisis foliares provenientes de cuarteles de alto rendimiento (o también llamada población de referencia) y el otro con los análisis foliares provenientes de cuarteles de bajo rendimiento (Beaufils, 1973; Walworth y Sumner, 1987).

Acumular una gran base de datos es caro y consume mucho tiempo. En realidad, las bases de datos son generalmente limitadas de tamaño. Letsch y Sumner (1984) señalan que el tamaño de la base de datos no está relacionado directamente con la calidad de las normas, demostrando la validez del procedimiento con pocos datos, como vía alternativa de desarrollar normas representativas, confiables y a muy bajo costo. Letsch y Sumner (1984) demostraron la poca importancia del tamaño de los grupos; e indican que las mejores normas, son las que tienen un número de observaciones obtenidas al azar, con un límite alto de rendimiento para dividir las dos subpoblaciones (de bajo y alto rendimiento) y que tenga al menos un 10 % de observaciones de alto rendimiento. Al respecto, Walworth *et al.*, (1988) demostraron que las normas de diagnóstico pueden ser desarrolladas, aún de una población reducida de individuos o de un número reducido de plantas o unidades experimentales, si éstas están realmente en los toques del rendimiento de ese cultivo.

Criterios para subdividir la población de bajos y altos rendimientos.

Varias investigaciones han revelado que la selección de la población de referencia es un factor relevante para la eficacia y éxito del sistema DRIS. En el sistema DRIS, Walworth y Sumner (1987) afirman que el límite de referencia para separar las dos subpoblaciones debe ser escogido arbitrariamente y que cada sub-población debería presentar una distribución normal. Walworth y Sumner (1987) propusieron considerar la varianza de la proporción de los nutrientes para discriminar entre las dos subpoblaciones, sin embargo, no proponen ningún procedimiento formal para optimizar la partición. Otros autores recomiendan que la población de referencia debiera contener al menos el 10 % de las observaciones de la base de datos total (Letsch y Sumner, 1984).

Selección de las normas DRIS

Las normas DRIS son las medias de relaciones de nutrientes (como cuocientes o productos) criteriosamente seleccionados, con sus respectivas varianzas y coeficientes de variación, de una subpoblación de alta productividad, denominada población de referencia (Letzsch, 1985; Walworth y Sumner, 1987).

En el cálculo del DRIS solamente una expresión es usada como norma (N/P , P/N o $N \cdot P$) para relacionar cada par de nutrientes, y la selección de la expresión se realiza bajo dos criterios: Distribución normal y Mayor relación de varianzas:

Distribución normal: En una distribución normal o Gaussiana, el promedio de todos los valores proporciona la mejor estimación del máximo valor posible (Steel y Torrie, 1980). De acuerdo a lo mencionado por Walworth y Sumner (1987), por medio de un diagnóstico visual, hay que asegurarse que las normas seleccionadas tengan una distribución normal (**Figura 2**) (producción versus el valor de expresión de la norma) ya que caso contrario, la media calculada para una relación entre nutrientes (norma DRIS) puede diferir del verdadero valor obtenido de una máxima producción (**Figura 3 a**).

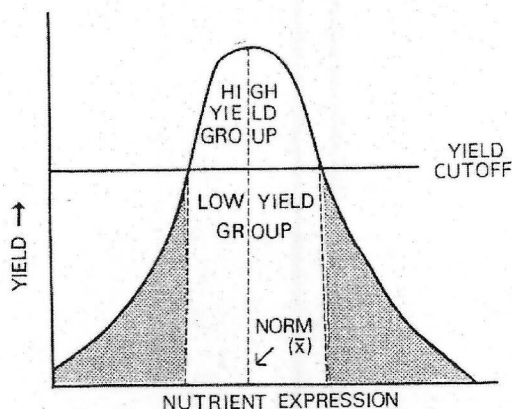


Figura 2. Ilustración esquemática de una distribución normal para la derivación de las normas DRIS (Walworth y Sumner, 1987).

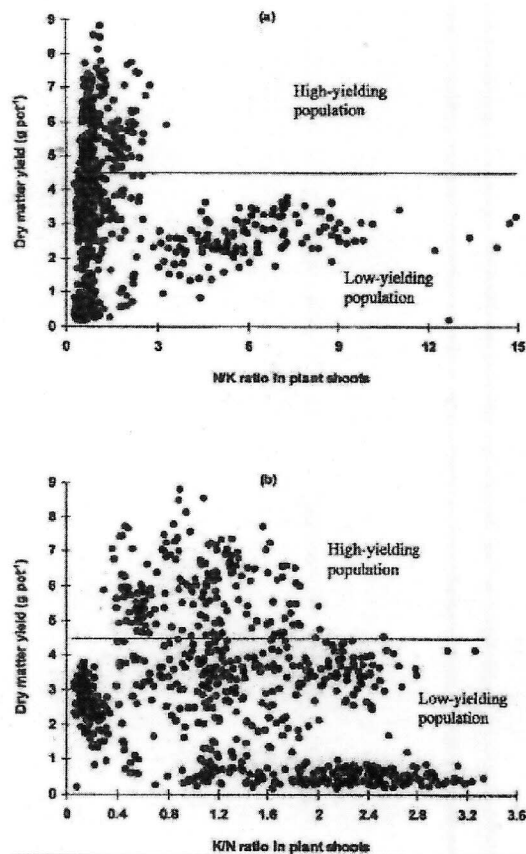


Figura 3. Diagrama de dispersión mostrando (a) una distribución no normal de la producción en base a peso seco versus la proporción N/K en ballica inglesa y (b) una distribución normal de la producción en base a peso seco versus la proporción recíproca K/N en ballica inglesa (Bailey *et al.*, 1997).

Si se considera la producción versus la expresión de los nutrientes (por ejemplo N/P, P/N o $N \cdot P$), con una distribución normal, los datos podrían quedar representados esquemáticamente como en la **Figura 2**. Cuando un punto es localizado en cualquier parte dentro de esta población de datos, y solamente se conoce el valor de la expresión del nutriente, se pueden realizar los siguientes supuestos: 1) Si el valor de la expresión de los nutrientes cae dentro del área no sombreada de la **Figura 2**, entonces el punto puede pertenecer al grupo de alto o bajo rendimiento. En otras palabras, no hay manera de discriminar entre las plantas “equilibradas” y las “desequilibradas” 2) Por el contrario, si el valor de la expresión de los nutrientes cae en el área “sombreada”, indiscutiblemente pertenecerá a la región de bajo rendimiento o población “desequilibrada”. Por lo tanto, es deseable maximizar el área sombreada en el proceso de selección de la expresión, para aumentar la sensibilidad del diagnóstico

Mayor relación de varianzas: Beauflis (1973) propuso que para cada par de nutrientes (N/P, P/N o $N \cdot P$), la media y el CV de cada par de nutrientes, que muestre una diferencia estadísticamente significativa en el cociente entre las varianzas del grupo de

baja y el de alta productividad ($S^2_{\text{baja}}/S^2_{\text{alta}}$) sea seleccionado como norma DRIS. Esto se explica ya que la maximización del área sombreada de la **Figura 2**, se logra comparando la varianza de la población de bajo rendimiento con la varianza de la población de alto rendimiento. La forma de expresión (N/P, P/N o N · P) seleccionada para realizar los cálculos DRIS es aquella que presente la máxima relación de varianza entre el grupo de baja y alta productividad (Hartz *et al.*, 1998; Payne *et al.*, 1990; Walworth y Sumner, 1987). Según Payne *et al.* (1990) las relaciones entre nutrientes que presenten una mayor relación de varianzas confieren una mayor seguridad para el diagnóstico nutricional. Con este procedimiento, se pretende determinar normas DRIS con mayor precisión de predicción (Caldwell, *et al.*, 1994), maximizando la discriminación entre plantas nutricionalmente “equilibradas” y “desequilibradas” (Walworth *et al.*, 1986 a, Walworth y Sumner, 1987).

Cálculo de los Índices DRIS (IN-DRIS)

Después del establecimiento de las normas DRIS, la fórmula propuesta por Beaufils (1973) calcula un índice para cada nutriente, denominado IN-DRIS (**Cuadro 1**), que es obtenido de la media aritmética de funciones calculadas considerando las relaciones de todas las parejas de elementos en las que interviene el elemento considerado (Walworth y Summer, 1987).

Cuadro 1. Ejemplo de una interpretación basada en el Sistema DRIS (Normas DRIS para naranjos “Valencia”, citada por Beverly *et al.* (1984) y funciones calculadas con el método propuesto por Beaufils (1973)).

DRIS		-----		%		-----					
		N	P	K	Ca	Mg					
Resultado del análisis		2,01	0,2	1,1	1,9	0,49					
Relaciones seleccionadas		N/P	K/N	N/Ca	N/Mg	K/P	P/Ca	Mg/P	K/Ca	K/Mg	Mg/Ca
Datos Muestra	A/B	10,05	0,55	1,06	4,10	5,50	0,11	2,450	0,579	2,245	0,258
Normas DRIS	Medias (a/b)	19,50	0,26	0,63	8,09	5,07	0,03	2,620	0,167	2,210	0,083
Normas DRIS	C. V (a/b)	9,3	28,8	15,3	28,5	27,1	16,9	32,5	36,2	53	24,2
Funciones		-101,1	37,5	44,6	-34,1	3,1	131,9	-2,1	68,1	0,3	87,9
Diagnóstico (IN-DRIS)		N	P	K	Ca	Mg					
		-32	58	27	-83	30	IBN-DRIS 230				
Secuencia de deficiencia a exceso		Ca < N < K < Mg < P									

Cálculo de las Funciones. Primeramente, se calculan las relaciones entre los elementos analizados en la muestra (ver datos muestra en **Cuadro 1**). Posteriormente, se calculan las funciones de los índices DRIS, para lo cual se han propuesto tres métodos: el original propuesto por Beaufils (1973), el método de Jones (1981) y el método de Beaufils (1973) modificado por Elwali y Gascho (1984).

- El método Beaufils (1973):

Cada "función" corresponde a la comparación de la relación encontrada en la muestra (A/B) del análisis foliar con la norma para esa relación (a/b), es decir, las fórmulas usadas para calcular los valores de las funciones dependen del valor de la norma. En este método se pueden dar dos situaciones:

Si la relación (A/B) > (a/b) entonces la ecuación utilizada para calcular $f_{A/B}$ es:

$$f_{A/B} = 100 \cdot \left(\frac{A/B}{a/b} - 1 \right) \cdot \left(\frac{10}{CV \%_{a/b}} \right) \quad (1)$$

(Para el caso de normas expresadas como productos: si la relación (A·B) > (a·b) entonces la ecuación utilizada para calcular $f_{A·B}$ es equivalente a la **Ecuación 1**, reemplazando (A/B) por (A·B), $X_{a/b}$ por $X_{a·b}$ y $CV_{a/b}$ por $CV_{a·b}$).

Donde:

A = nutriente A

B = nutriente B

$f_{A/B}$ = función de relación A/B

A/B = valor de la relación A/B en la muestra

a/b = norma DRIS (valor medio de la relación a/b para el establecimiento de las normas)

$CV_{a/b}$ = norma DRIS (coeficiente de variación de la relación a/b para el establecimiento de las normas)

100 = es en denominador del coeficiente de variación para expresarlo como porcentaje

10 = k = constante de sensibilidad. Este valor es incluido en el cálculo solamente con fines prácticos, para darle a los Índices DRIS resultantes magnitudes convenientes, no teniendo ningún propósito funcional

En este caso el valor de la muestra (A/B) es comparado con su norma por división. Si el balance de A/B es óptimo en la planta, entonces (A/B) / (a/b) sería 1, así quedaría ((A/B) / (a/b)) - 1, y por consecuencia $f_{A/B}$ sería igual a cero. Por el contrario, si (A/B) es mayor que la norma (a/b), entonces ((A/B) / (a/b)) - 1 y por consecuencia $f_{A/B}$ sería un número positivo.

Dicho de otra manera, la función para una relación de nutrientes A/B es igual a cero (A/B = 0), cuando la relación de los nutrientes en la muestra es igual a la norma DRIS, y la función para una relación de nutrientes A/B es mayor a cero (A/B > 0), cuando la relación de los nutrientes en la muestra es mayor a la norma DRIS.

Si la relación $(A/B) < (a/b)$ entonces la ecuación utilizada para calcular $f_{A/B}$ es:

$$f_{A/B} = 100 \cdot \left(1 - \frac{a/b}{A/B} \right) \cdot \left(\frac{10}{CV \%_{a/b}} \right) \quad (2)$$

Por lo tanto $1 - ((a/b) / (A/B))$ y $f_{A/B}$ serían números negativos, es decir la función para una relación de nutrientes A/B es menor a cero ($A/B < 0$), cuando la relación de los nutrientes en la muestra es menor a la norma DRIS.

- El método de Jones (1981)

Jones (1981) propuso usar la **Ecuación 1** en todos los casos para calcular el valor de $f_{A/B}$ pues él mencionó que la **Ecuación 2** sobrestima la desviación de A/B por sobre a/b cuando $A/B < a/b$.

- El método de Beaufils (1973) modificado por Elwali y Gascho (1984).

De acuerdo al propuesto por Elwali y Gascho (1983, 1984), lo propuesto por Jones (1981) no es válido. Estos autores proponen una modificación en el cálculo de los Índices, que consiste en considerar dos nutrientes que están en balance si la relación de sus concentraciones en la muestra (A/B) estaba dentro del rango dado por la media general, más o menos la desviación estándar (SD) de su relación ($a/b \pm SD_{a/b}$). Se pueden dar dos situaciones:

Si la relación $(A/B) > (a/b) + SD$ de la norma, la ecuación utilizada para calcular $f_{A/B}$ es:

$$f_{A/B} = 100 \cdot \left(\frac{A/B}{a/b} - 1 \right) \cdot \left(\frac{10}{CV \%_{a/b}} \right) \quad (1)$$

Si la relación $(A/B) < (a/b) - SD$ de la norma, la ecuación utilizada para calcular $f_{A/B}$ es:

$$f_{A/B} = 100 \cdot \left(1 - \frac{a/b}{A/B} \right) \cdot \left(\frac{10}{CV \%_{a/b}} \right) \quad (2)$$

Cálculo de los Índices de nutrientes (IN-DRIS). Una vez estimada la función de cada relación, se calculan los índices DRIS de los nutrientes involucrados (**Cuadro 2**).

El índice de nutrientes (IN-DRIS) para un elemento cualquiera (ejemplo elemento A) es el promedio de las funciones de las relaciones (A/B , A/C , D/A , etc.) en que entre ese elemento, bien sea que esté en el numerador (A/B , A/C), en cuyo caso el signo de la función se conserva tal cual se calculó, o bien que esté en el denominador (D/A) y en este caso el signo es contrario. Según lo anterior, para Z número de funciones en que entran los elementos desde la A hasta la N, los índices DRIS para A serán:

$$\text{IN - DRIS A (I}_A\text{)} = \frac{f_{A/B} + f_{A/C} - f_{D/A} \dots - f_{N/A}}{Z} \quad (3)$$

Donde:

- I_A = índice DRIS para el nutriente A
 $f_{A/B}$ = función de relación A/B,
 $f_{A/C}$ = función de relación A/C
 $f_{D/A}$ = función de relación D/A,
 $f_{N/A}$ = función de relación N/A
 Z = número de funciones en las cuales esta el nutriente bajo estudio

Los IN-DRIS serán negativos, positivos o cero, de acuerdo a la magnitud de las desviaciones del óptimo balance. De esta manera, pueden ser interpretadas fácilmente las relaciones de balances entre todos los nutrientes. Un valor cero en los IN-DRIS representa el punto en el cual el nutriente en particular, manifiesta las mejores relaciones de balance nutricional dentro de la planta, contra todos los demás elementos bajo diagnóstico. Los IN-DRIS positivos indican un exceso relativo de ese elemento, con relación a los demás elementos, mientras que los IN-DRIS negativos, indican una carencia relativa del elemento con relación a los otros elementos (Beaufils, 1973; Sumner, 1979; Walworth y Sumner, 1987 y Walworth y Sumner, 1988). Mientras más cercano a cero se encuentren los índices, más balanceada se encontrará la planta nutricionalmente (Walworth y Sumner, 1987). Los valores de los IN-DRIS se pueden ordenar de menor a mayor y realizar un diagnóstico del balance nutricional de la planta, estableciendo aquellos elementos más carentes y aquellos más excesivos (**Cuadro 1**).

Es importante advertir que, cada función es ponderada por el recíproco de su respectivo coeficiente de variación (CV). Por ello la contribución de cada función, en el cálculo de los índices, dependerá del coeficiente de variación (CV) de la norma. Si este coeficiente de variación es bajo, significa que los elementos están bien relacionados fisiológicamente y la función tendrá mucha ponderación en los cálculos de los índices. Por el contrario, si el coeficiente de variación es elevado, ambos elementos tendrán poca relación y su influencia en el índice será mínima (Walworth y Sumner, 1987).

Esto se ve ilustrado en la **Figura 4**, donde el CV de la población de alto rendimiento de la relación A/B es más pequeño que el de la relación A/C. Esto indica que, para que una planta sea "equilibrada", A/B esta críticamente más relacionado a la producción que A/C. Dado que A/B tiene un menor CV, y cada función es ponderada por el recíproco de su CV, A/B contribuirá más en el Índice DRIS A que A/C.

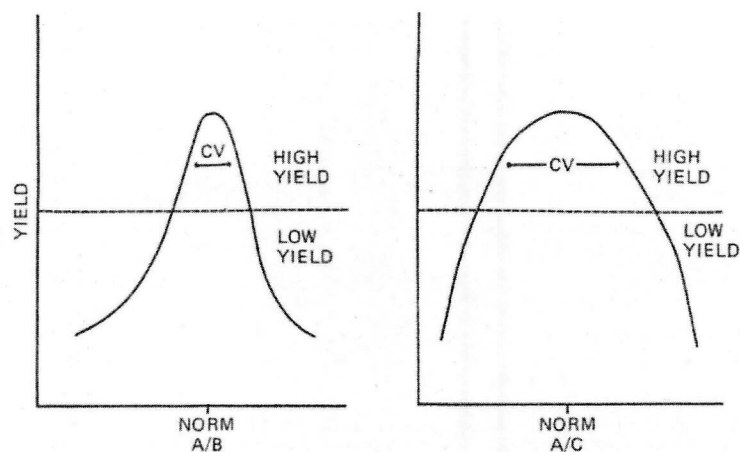


Figura 4. Representación esquemática de la relación entre la expresión del nutriente y la producción (Walworth y Sumner, 1987).

La necesidad de dos ecuaciones separadas en el cálculo de las funciones, depende de si el cociente de la muestra es más pequeño o más grande que el cociente de la norma. Por ejemplo, la función de A/B ($f_{A/B}$) se utiliza en el cálculo de los Índices DRIS para los nutrientes A y B. Cuando se calcula el Índice DRIS para A, la función de A/B ($f_{A/B}$) es sumada a las otras funciones antes de realizar el promedio (IN - DRIS A (I_A) = ($f_{A/B} + f_{A/C} + \dots$) / Z). Sin embargo, esta misma función es usada con un signo negativo en el cálculo del Índice DRIS para B (IN - DRIS B (I_B) = ($-f_{A/B} + f_{B/C} + \dots$) / Z).

El valor del cociente A/B contiene información referente a los valores relativos de A y de B. Como se mencionó anteriormente, si A/B no es óptimo, es decir es más grande o más pequeño que la norma a/b, no se podrá establecer si A y/o B son demasiados grandes y/o demasiado pequeños, o una combinación de los dos. Dado que A/B es una medida de A en relación a B, o B en relación a A, este cociente o relación debe contribuir igualmente a los índices A y B.

Generación de los Índices de Balance de Nutriente DRIS (IBN-DRIS)

La última fase en el diagnóstico en el sistema DRIS, envuelve la determinación de los Índices de Balance Nutricional (IBN-DRIS), mediante la suma algebraica de los valores absolutos de todos los IN-DRIS calculados (**Ecuación 4**). El IBN-DRIS, determina la magnitud del balance (o desbalance) nutricional de una especie con respecto al valor óptimo de un nutriente en la especie, por lo tanto, mientras mayor sea el desbalance nutricional en la muestra de tejido, mayor serán los valores de los IBN-DRIS y viceversa, mientras menores sea el desbalance del nutriente respecto al valor óptimo, ese valor tiende a cero (Beaufils, 1973; Walworth y Sumner, 1987 y Walworth y Sumner, 1988).

$$\text{IBN-DRIS} = \sum (|I_A| + |I_B| + |I_C| + \dots) \quad (4)$$

El rendimiento de las especies se relaciona adecuadamente con los IBN-DRIS, por lo que es considerado un índice de la producción y es representativo del balance global de todos los nutrientes implicados en la nutrición de la planta. Se ha reportado que altos valores de IBN-DRIS están relacionados con bajos rendimientos y, a su vez, las especies con altos rendimientos tienen bajos valores de IBN-DRIS (Walworth y Sumner, 1987 y Walworth y Sumner, 1988). Adicionalmente, se ha demostrado que un buen balance es más importante a la hora de obtener elevadas producciones que mantener cada nutriente individual en un nivel adecuado (Cadahía, 1998).

Con respecto a los valores de los IBN-DRIS, Keling *et al.* (1986) indican que valores de ± 15 sugieren un buen balance nutricional en la planta, valor que depende de la cantidad de nutrientes que estén bajo análisis.

Universalidad de las normas DRIS

A pesar de que diversos autores han adoptado el uso universal de las normas DRIS, afirmando que ellas pueden ser utilizadas independientemente de las condiciones locales donde uno se encuentre (Sumner, 1979; Walworth y Sumner, 1987; Payne *et al.*, 1990), otros autores han cuestionado la universalidad de las normas, ya que se han encontrado grandes diferencias entre aquellas generadas a partir de diferentes poblaciones y localidades, demostrando que el desarrollo de normas DRIS locales es más preciso y confiable (Dara *et al.*, 1992; Hallmark y Beverly, 1991; Jones Junior, 1993; Reis, 2002; Reis y Monnerat, 2002 a; Reis y Monnerat, 2002 b). Escano *et al.* (1981) afirma que una calibración local de las normas mejora la exactitud del diagnóstico DRIS. En ausencia de normas locales, las normas desarrolladas bajo otras condiciones edafoclimáticas solamente pueden ser utilizadas si las concentraciones de nutrientes de la población de los más altos rendimientos, utilizadas para generar las normas, son similares a las concentraciones de nutrientes de la población de altos rendimientos bajo estudio.

En resumen, se postula que el sistema DRIS entregaría ciertas ventajas a nivel país por sobre los métodos tradicionales de diagnóstico, dado que:

- Permite ordenar los nutrientes de forma secuencial (desde los menos a los más limitantes) (Beaufils, 1973; Walworth y Sumner, 1987).
- Se pueden detectar casos de limitaciones de rendimiento, debido a un desbalance nutricional, incluso cuando ninguno de los elementos están bajo el nivel crítico.
- Permite realizar un diagnóstico nutricional en cualquier etapa de desarrollo del cultivo, es decir, es menos sensible que otros sistemas de diagnóstico al envejecimiento de los tejidos, habiéndose demostrado en diversos trabajos (Beaufils, 1973; Beaufils y Sumner, 1977; Sumner, 1977 a; Sumner, 1977 b;

Sumner, 1977 c; Walworth y Sumner, 1987), lo que la haría una herramienta muy poderosa a utilizar para realizar seguimientos secuenciales para el control nutricional, basado en que no habría problemas con la edad fisiológica de las hojas.

- Las interacciones entre nutrientes son tomadas en cuenta habiéndose demostrado que este sistema funciona correctamente, aún existiendo esas interacciones (Parent y Granger, 1989).
- Permite diagnosticar el balance nutricional total de la planta por medio del índice de balance de nutrientes.
- Sería un gran apoyo al uso de la fertirrigación.

En acuerdo con estas capacidades, varios autores han comparado la precisión del diagnóstico entre el sistema DRIS y el de los valores críticos, dando por resultado que los análisis mediante el sistema de diagnóstico DRIS son más seguros y precisos que los del diagnóstico por el Nivel Crítico o del Rango de Suficiencia (Angeles *et al.*, 1993; Baldock y Schulte, 1996; Bell *et al.*, 1995; Beverly, 1992; Bowen, 1992; Dara *et al.*, 1992; Escano *et al.*, 1981; Roberts y Rhee, 1993; Soltanpour *et al.*, 1995).

Metodología utilizada para la selección y calculo de las normas CND.

Aspectos generales

El Sistema de Diagnóstico de Composición Nutricional (CND) es una técnica relativamente nueva que ha sido desarrollada en Canadá por Parent y Dafir (1992). Ésta utiliza la misma base de datos desarrolladas para el sistema DRIS, pero difiere en sus cálculos e interpretación, ya que fundamenta su teoría en el Análisis Composicional de Datos (Compositional Data Análisis, CDA). Se entiende por un dato composicional, como aquel en donde sus componentes forman parte de un todo (Aitchison, 1982; Aitchison, 1986).

Una de las dificultades más relevantes en el análisis estadístico de datos composicionales reside en la imposibilidad de interpretar correctamente los coeficientes de correlación. Estas correlaciones falsean la imagen de las relaciones de dependencia y pueden conducir a interpretaciones erróneas

La metodología de Aitchison (1982, 1986) se basa en la transformación de los datos composicionales. Al tomar los logaritmos de los cuocientes, el espacio final es el espacio real, y por lo tanto podemos aplicar cualquier técnica estadística clásica

El CND considera a la hoja analizada en su totalidad, por lo tanto la sumatoria de todos sus componentes será igual a 100 %. Además, considera un parámetro "R" que representa el resto de elementos no considerados en el análisis (carbono, hidrógeno y oxígeno). Es importante remarcar que los nutrientes analizados rutinariamente representan aproximadamente el 5% de todos los compuestos de la planta,

conformando el otro 95 % el carbono, hidrógeno y oxígeno, destacando la importancia del parámetro "R".

La ventaja respecto del DRIS se basa en el uso de relaciones respecto a la composición total. Como consecuencia, el efecto de la variabilidad que tiene un nutriente dado en el resto de los componentes, está incluido en el efecto global y no como la contribución de varios efectos individuales sobre cada uno de los restantes nutrientes (Cadahia, 1998).

El sistema CND desarrollado por Parent y Dafir (1992), ha sido utilizado hasta ahora por escasos investigadores.

Selección de las normas CND

Parent y Dafir (1992), señalan que las normas son obtenidas a través del censo de contenido de los nutrientes foliares de una subpoblación con los más altos rendimientos. La media (llamada por los autores Vx^*) y la desviación estándar de cada nutriente (SD^*_x) de la subpoblación de más altos rendimientos son las normas CND.

Determinación del valor "Resto" (R) ("Filling Value")

Según lo indicado por Parent y Dafir (1992), la composición del tejido de una planta es definida por la **Ecuación 5**, donde la suma de todos los componentes es obligadamente 100 %. Esta formula incluye los "d" nutrientes analizados más una valor llamado "Resto", que corresponde a la diferencia del 100 % y las "d" concentraciones de nutrientes obtenidas por el análisis foliar.

$$S^d = [(N, P, K, \dots, R_d) : N > 0, P > 0, K > 0, \dots, R_d > 0, \\ N + P + K + \dots + R_d = 100 \%] \quad (5)$$

Donde:

S^d	=	Composición de la hoja.
100	=	Concentración de materia seca en porcentaje (%)
N, P, K, ...	=	Proporciones de nutrientes (%) (componentes conocidos)
R_d	=	Resto (componente indeterminado)

R_d es el valor restante entre el 100 % y la suma de las "d" proporciones de nutrientes, y se resumen de la siguiente manera:

En primer lugar se calcula el resto, por la diferencia entre el 100 % y la suma de la proporción de los nutrientes expresados como % de materia seca.

$$R_d = 100 - (N + P + K + \dots) \quad (6)$$

Determinación del parámetro G (media geométrica de todos los componentes definidos)

Según lo indicado por Parent y Dafir (1992), una proporción multinutriente (“multinutrient ratio”) es una expresión para cualquier componente de una planta con respecto a los demás componentes. Para la Ecuación definida en (5), la proporción multinutriente del nitrógeno o N^{mnr} es definido como:

$$N^{mnr} = (N/N) \cdot (N/P) \cdot (N/K) \cdot (N/R_d)$$

$$N^{mnr} = N^4 / (N \cdot P \cdot K \cdot R_d) \quad (7)$$

Donde:

N^{mnr} = Proporción multinutriente para el nitrógeno
N, P, K = Proporciones de nutrientes (%)

De la misma manera, se calculan las proporciones multinutrientes para los demás elementos bajo diagnóstico (en este ejemplo: P^{mnr} y K^{mnr}), reemplazando N^4 por P^4 y K^4 respectivamente. La escala de la proporción multinutriente es constante (invariante), dado que el divisor ($N \cdot P \cdot K \cdot R$) es común para todos los componentes.

Una manera de obtener una escala constante de la proporción de los nutrientes, es usar la media geométrica (G).

Cualquier nutriente puede de esta manera ser expresado relativamente por la media geométrica (G) de todos los componentes definidos de la siguiente manera:

$$G = (N \cdot P \cdot K \cdot \dots \cdot R_d)^{1/(d+1)} \quad (8)$$

Donde:

G = Media geométrica de todos los componentes
N, P, K, ... = Proporciones de nutrientes (%) (componentes conocidos)
 R_d = Resto (componente indeterminado)
d = N° de nutrientes analizados
(Nota: el “Resto” no se considera un elemento analizado)

Determinación de la expresión “log cuociente centrada” (“row-centered logratio”)

Según lo indicado por Parent y Dafir (1992), cada concentración de nutriente es dividida por la media geométrica (G) de la concentración de todos los componentes (d+1), para explicar todas las interacciones simultaneas de nutrientes (Aitchison, 1982). Esta

división provoca una corrección en la concentración de los elementos y genera una nueva expresión para el multinutriente (ahora N/G).

Esta nueva expresión es transformada logarítmicamente para generar una expresión llamada por los aurores “log cuociente centrada” (“row-centered logratio”) como sigue:

$$V_N = \ln \left(N / G \right) \quad (9_a)$$

$$V_P = \ln \left(P / G \right) \quad (9_b)$$

$$V_K = \ln \left(K / G \right) \quad (9_c)$$

.....

$$V_{Rd} = \ln \left(R_d / G \right) \quad (9_d)$$

Donde (9_a):

V_N = Expresión de la proporción del logaritmo centrado (“row-centered logratio”) para el nutriente N.

N/G = Proporción multinutriente para el nitrógeno corregida por la media geométrica.

$$V_N + V_P + V_K + \dots + V_{Rd} = 0 \quad (10)$$

Esta operación (10) es un control para asegurarse que los cálculos de los V_x han sido llevados a cabo adecuadamente. Por definición, la suma de los componentes del tejido foliar debe sumar 100 % (1), y la suma de sus proporciones del logaritmo centrado incluyendo el valor “Resto” debe ser cero (10).

El “row-centered logratio” es un estimador linealizado (no deformado) de las concentraciones de los datos originales (10). Puesto que el equilibrio interno de los nutrientes en las plantas debe ser óptimo, las normas CND de los nutrientes son la media (V_x^*) y la desviación estándar (SD_x^*) de los “row centered logratios” de la subpoblación de más altos rendimientos.

Cálculo de los Índices de Nutrientes CND (IN-CND)

Según lo indicado por Parent y Dafir (1992), después del establecimiento de las normas CND se calcula un índice para cada nutriente denominado IN-CND. Estos índices fluctúan entre valores positivos y negativos, indicando un exceso o deficiencia

relativa de ese nutriente, respecto a los demás elementos. El valor cero en los IN-CND representa el punto en el cual el nutriente, en particular, manifiesta las mejores relaciones de balance nutricional dentro de la planta respecto de todos los demás elementos bajo diagnóstico. Una vez calculadas las normas, se realizan los mismos cálculos para obtener los "row centered ratio" pero con los resultados analíticos de los análisis foliares.

Posteriormente, se compara las normas con los datos obtenidos de cada cuartel a través de la siguiente fórmula, de donde se obtienen los correspondientes índices CND para cada elemento (Comparación de V_X^* y V_X para cada elemento):

$$I_X = \left(\frac{V_X - V_X^*}{SD^*_X} \right) \quad (12)$$

Donde:

- I_X = Índice CND para el nutriente X
- V_X = Expresión CND de la proporción del logaritmo centrado para el nutriente x de los datos experimentales
- V^*_X = Norma CND para el nutriente x
- SD^*_X = Desviación estándar de la norma CND para el nutriente x

Cálculo de los Índices de Balance de Nutrientes CND (r^2)

Según lo indicado por Parent y Dafir (1992), finalmente, se calcula el índice de balance de nutrientes CND, denominado IN-CND r^2 , que corresponde a la sumatoria de los índices CND individuales al cuadrado para cada nutriente, mediante la siguiente ecuación:

$$r^2 = I_N^2 + I_P^2 + I_K^2 + \dots + I_{Rd}^2 \quad (13)$$

Donde:

- r^2 = Índice de balance nutricional CND
- $I_N, I_P, \dots$ = Índice CND para el nutriente N, P,

El índice IN-CND r^2 indica que mientras más alejado de 0 más problemas en su balance nutricional presentará la planta.

MATERIALES Y MÉTODO

La información de cada productor se recopiló bajo el siguiente esquema de una planilla Excel:

Datos generales del Predio / Cuarteles



"Uso eficiente de los fertilizantes en la
fruticultura chilena, aplicando nuevas
técnicas interpretativas del análisis foliar"



Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Agronómicas

Productor:	
Especie:	
Localidad:	
Persona de contacto:	
Dirección:	
e-mail:	
Fono:	

Predio/Fundo	Nº/Nombre cuartel	Variedad	Injerada (SI/NO) Injerto usado	Año plantación	Sistema de riego	Distancia Plantación	Plantas/ Há.	Plantas/ Cuartel	Superficie Cuartel	UVA: Producción/há (cajas 8,2 kilos exportables)					
										2003	2004	2005	2006	2007	2008

Datos análisis foliares



"Uso eficiente de los fertilizantes en la
fruticultura chilena, aplicando nuevas
técnicas interpretativas del análisis foliar"



Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Agronómicas

Productor:																			
ANTECEDENTES FOLIARES																			
Cuartel	Variedad	Fecha análisis	Laboratorio	Tejido	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	B	Cl	Na	Otros	Otros	Otros
					%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm			

Elaboración del banco de datos

Para llevar a cabo el desarrollo de las normas DRIS y CND es necesario generar una base de datos con información analítica de análisis foliares e información correspondiente a las producciones de los huertos estudiados.

Se recopiló información de muestras foliares históricas por especie, variedad y localidad e información correspondiente a las producciones de cada huerto estudiado (**Cuadro 2**).

Cuadro 2. Especies, variedades, portainjertos y localidades utilizadas en la elaboración del banco de datos.

Especie	Variedades	Portainjerto	Localidad
Olivos aceitero	Frantoio	Franco	Melipilla
	Leccino		
	Coratina		
	Arbequina		
	Noccelara del Belice		
Ciruelos	D'Agen	Franco	Región Metropolitana
Paltos	Hass	Antillano	Pomaire
		Mexicola	
		Ztrifin	
		Degania 117	
Uva de mesa	Sultanina		III, IV y VI Región
	Flame		
	Red Globe		
	Superior		
	Perlette		

Dado que en la III Región, los productores de uva de mesa realizan tanto análisis químicos de peciolo en plena flor, así como de láminas en diferentes estados fenológicos (seguimiento secuencial), se trabajó con dos bases de datos por separado:

a) Se utilizó información de análisis químicos de peciolo hechos durante floración y datos de producción, entre los años 2003 y 2009, provenientes de cuarteles de uva de mesa en plena producción.

b) Se utilizó información de análisis químicos de láminas hechos durante brotación y cosecha y datos de producción, entre los años 2003 y 2009, provenientes de cuarteles de uva de mesa en plena producción.

En la IV y V Región, en uva de mesa, se utilizó información de análisis químicos de pecíolos hechos durante floración y datos de producción, entre los años 2004 y 2009, provenientes de cuarteles de uva de mesa en plena producción.

En la Región Metropolitana, se trabajó con las especies:

Paltos: se utilizó información de análisis químicos de láminas hechos durante marzo-abril en hojas maduras brotadas en primavera y datos de producción, entre los años 2004 y 2009, provenientes de cuarteles de paltos en plena producción.

Olivos: se utilizó información de análisis químicos de láminas hechos durante el endurecimiento de carozos y datos de producción, entre los años 2004 y 2009, provenientes de cuarteles de olivos en plena producción.

Ciruelos: se utilizó información de análisis químicos de láminas hechos durante enero (verano), entre los años 2004 y 2009, provenientes de cuarteles de ciruelos en plena producción. Este grupo de productores no presentaba registro de datos de producción por hectárea.

Criterios para subdividir la población de bajos y altos rendimientos.

En este estudio el punto de corte (rendimiento) entre la subpoblación de alto y bajo rendimiento para generar las normas foliares dependió de la localidad, especie y variedad a estudiar (cuadros 3, 4, 5, 6 y 7). Los puntos de corte fueron definidos de acuerdo a comunicaciones personales con administradores y encargados de campo. En cada caso se dejó un rango de rendimiento medio, casos que no fueron considerados para el desarrollo de las normas, con el objetivo de lograr una mejor discriminación entre los cuarteles de alto y bajo rendimiento.

Cuadro 3. Punto de corte entre alto y bajo rendimiento para uva de mesa, III Región.

	Sultanina	Flame	Red Globe	Superior	Perlette
	Cajas exportables 8,2 kg · ha ⁻¹				
Alto rendimiento	> 2300	> 2000	> 3500	> 2300	> 1500
Bajo rendimiento	< 1800	< 1800	< 2500	< 1800	< 1000

Cuadro 4. Punto de corte entre alto y bajo rendimiento para uva de mesa, IV Región.

	Sultanina	Flame
	Cajas exportables 8,2 kg · ha ⁻¹	
Alto rendimiento	> 3000	> 2500
Bajo rendimiento	< 2600	< 2000

Cuadro 5. Punto de corte entre alto y bajo rendimiento para uva de mesa, V Región

	Sultanina	Flame	Red Globe	Superior	Princes	Midnight
	Cajas exportables 8,2 kg · ha ⁻¹					
Alto rendimiento	> 3300	> 2500	> 4000	> 3000	> 2500	> 2500
Bajo rendimiento	< 2700	< 2200	< 3500	< 2700	< 2000	< 1800

Cuadro 6. Punto de corte entre alto y bajo rendimiento para olivos, Región Metropolitana

	Olivos aceiteros
	Kilos · há ⁻¹
Alto rendimiento	> 9000
Bajo rendimiento	< 7000

Cuadro 7. Punto de corte entre alto y bajo rendimiento para paltos, Región Metropolitana

	Paltos
	Kilos / há
Alto rendimiento	> 12000
Bajo rendimiento	< 10000

Ordenamiento del material

El registro y análisis de datos se realizó con hojas de cálculo Excel® (Microsoft, 1997) y con el software estadístico InfoStat (InfoStat, 2008; InfoStat, 2010). Una vez elaborado el banco de datos se procedió a la elaboración de las normas foliares para el sistema DRIS y CND.

Selección de las normas DRIS

Según la metodología propuesta por Beaufils (1973) se calculó para cada grupo separado por productividad (subpoblación), la media (X), la varianza (S²) y el coeficiente de variación (CV), para todos los cuocientes entre pares de nutrientes analizados (por ej.: N/P, P/N).

En el cálculo del DRIS solamente una expresión fue usada como norma (N/P, P/N) para relacionar cada par de nutrientes, y la selección de la expresión se realizó bajo los dos criterios descritos en la literatura: distribución normal y mayor relación de varianzas

Cálculo de los Índices DRIS (IN-DRIS)

Después del establecimiento de las normas DRIS y sus respectivos coeficientes de variación, se calculó un Índice para cada nutriente denominado IN-DRIS (**Cuadro 1**)

Del **Cuadro 1** se desprende que, para el cálculo de los Índices DRIS (IN-DRIS) es necesario contar con:

- Resultado del análisis foliar
- Normas DRIS generadas
- CV de las normas DRIS generadas
- Funciones de los Índices DRIS (que hay que calcular)

Cálculo de las Funciones. Primeramente se calcularon las relaciones entre los elementos analizados en la muestra. Posteriormente se calcularon las funciones de los índices DRIS por el método propuesto originalmente por Beaufils (1973)

Cálculo de los Índices. Una vez estimada la función de cada relación, se calculó los Índices DRIS de los nutrientes involucrados (**Cuadro 1**).

Generación de los Índices de Balance de Nutriente DRIS (IBN-DRIS)

Se generaron Índices de Balance Nutricional (IBN –DRIS) en cada uno de los huertos estudiados.

Para un adecuado diagnóstico del potencial de rendimiento y de la confianza de las normas y posteriores Índices generados se calculó adicionalmente, las correlaciones entre el rendimiento y los IBN-DRIS.

Selección de las normas CND

Para el establecimiento de las normas CND se calculó la media geométrica, G, de todos los nutrientes y componentes del material vegetal. También se calculó en valor "R", que corresponde al resto de elementos no considerados en el análisis.

La media (llamada por los autores Vx^*) y la desviación estándar de cada nutriente (SD^*_x) de la subpoblación de más altos rendimientos son las normas CND.

Determinar el valor “Resto” (R) (“Filling Value”)

De acuerdo a lo descrito por Parent y Dafir (1992), se calculó el valor llamado “Resto”, que corresponde a la diferencia del 100 % y las “d” concentraciones de nutrientes obtenidas por el análisis foliar.

Determinar el parámetro G (media geométrica de todos los componentes definidos)

De acuerdo a lo descrito por Parent y Dafir (1992), se calculó las proporciones multinutrientes de todos los elementos bajo diagnóstico

Determinar el “row-centered logratio”

De acuerdo a lo descrito por Parent y Dafir (1992), cada concentración de nutriente fue dividida por la media geométrica (G) de la concentración de todos los componentes (d+1). Esta división provoca una corrección en la concentración de los elementos y genera una nueva expresión para el multinutriente (ahora N/G). Esta nueva expresión fué transformada logarítmicamente para generar un “row-centered logratio”.

Por lo tanto las normas CDN (de aquí en adelante expresadas con asterisco*) fueron:

$$\begin{array}{ll} V_X^* & = \text{Media “row-centered logratio” para el nutriente X} \\ SD^*_X & = \text{desviación estándar de cada nutriente} \end{array}$$

Cálculo de los Índices de Nutrientes CND (IN-CND)

Una vez calculadas las normas, se calcularon los Índices CND de los nutrientes involucrados para cada uno de los cuarteles bajo estudio.

Cálculo de los Índices de Balance de Nutrientes CND (r^2)

Finalmente se generaron los Índices de Balance Nutricional (IBN –CND).

Para un adecuado diagnóstico del potencial de rendimiento y de la confianza de las normas y posteriores Índices generadas se calculó adicionalmente, las correlaciones entre el rendimiento y los IBN-CND generados de cada uno de los sitios bajo estudio.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos serán procesados estadísticamente con diferentes análisis y modelos.

El registro y análisis de datos será realizado con el software Excel® (Microsoft, 1997) y con el software estadístico InfoStat (InfoStat, 2008; InfoStat, 2010).

Para el cálculo de las normas e índices DRIS se utilizarán los criterios descritos en la literatura por Walworth *et al.*, (1986). Para el cálculo de las normas e índices CND se utilizarán los criterios descritos en la literatura por Parent y Dafir (1992), Parent *et al.*, (1994), Khiari *et al.*, (2001a); Khiari *et al.*, (2001b) y Khiari *et al.*, (2001c). Se utilizarán todos los cuarteles estudiados para verificar la validez de las normas seleccionadas.

El estudio se complementará además, con Análisis Multivariado de Componentes Principales (ACP), con el objetivo de explicar la variabilidad de los índices DRIS y CND (variables) y así poder relacionarlos con la productividad de los diferentes cuarteles (casos u observaciones). Estos resultados se mostrarán mediante un gráfico Bi-plot creados con el software estadístico InfoStat (InfoStat, 2008; InfoStat, 2009) son técnicas generalmente utilizadas para reducción de dimensión. Las técnicas de reducción de dimensión permiten examinar todos los datos en un espacio de menor dimensión que el espacio original de las variables. Con el ACP se construyen ejes artificiales (Componentes Principales), que permiten obtener gráficos de dispersión y visualizar observaciones y variables en un mismo espacio con propiedades óptimas para la interpretabilidad (el prefijo “Bi” en el nombre Biplot refleja esta característica). Así es posible identificar asociaciones entre observaciones, entre variables y entre variables y observaciones.

- **Principales problemas metodológicos enfrentados**

La metodología de análisis para la generación de las normas foliares DRIS y CND, requiere necesariamente contar con información de análisis foliares y datos de producción por cuartel y por hectárea de cada temporada del análisis foliar efectuada. Esta información que parece tan básica, no todos los productores la manejan.

A continuación se señalan algunos de los problemas metodológicos enfrentados con la información disponible de los asociados del proyecto:

Ciruelos:

- Desorden con el manejo de la información predial.
- Los productores cosechan a granel sin diferenciar la producción por cuarteles.
- Existe incongruencia con el nombre de los cuarteles. En los análisis foliares enviados a laboratorio, un año aparece un resultado como "Cuartel 2", otro año como "Cuartel 2A", y otro año como "Cuartel 2 viejo".

Paltos:

- Desorden con la información predial.
- Registran las producciones por cuartel o por variedad y no por hectárea. Al consultarles por la superficie de cada cuartel, no existen registros exactos, en una planilla aparece como Cuartel 7 (12,2 ha), y en otras planillas como cuartel 7 (6,89 ha) y Cuartel 7A (1,27 ha)
- Hay cuarteles que se arrancaron y no hay registros de la superficie en há de ellos.
- Hubo cambio de administrador lo cual dificultó aún más la entrega de información.
- No existen registros de bajas en las producciones causadas por una helada. El administrador recordaba que la helada de un determinado año había causado una baja de producción, pero no existía el registro exacto.

Olivos:

- El análisis foliar es realizado por variedad, pero en muchas ocasiones juntan dos cuarteles para un solo análisis foliar, siendo las producciones de ambos cuarteles bien diferentes.
- No existen registros de bajas en las producciones causadas por una helada. El administrador recordaba que la helada de un determinado año había causado una baja de producción, pero no existía el registro exacto.

Uva de mesa:

- En la zona Central nos encontramos con un productor que manejaba la información de rendimientos al “ojo”
- Aquellos productores que realizan un seguimiento secuencial del análisis foliar, no registran en el informe el estado fenológico en el cual fue realizado el análisis, solamente existen registros de fechas. Al querer comparar los foliares de diferentes años, es imprescindible tener el registro de los estados fenológicos. La única manera de acceder a estas fechas, es recurriendo a las planillas por cuartel de las aplicaciones foliares, en donde pide que junto a las aplicaciones de ácido giberélico se mencione la fecha y el estado fenológico asociado.
- No existen registros de bajas en las producciones causadas por ejemplo por una mala brotación.

Problemas con el manejo en las bases de datos:

- Hay que depurar las bases de datos.
- En las bases de datos se encuentran muchas veces valores de análisis foliares mal codificados, en donde dice Boro: 0,61 ppm, debiera decir por ejemplo 61 ppm. Estos errores en las bases de datos pueden alterar totalmente los resultados de un análisis.
- En las bases de datos se suele encontrar datos “mal codificados”. Por ejemplo en una base de datos se encontraron datos de producción de 314 o 597 kilos por hectárea, siendo que la mayoría de los datos fluctuaban entre 3000 – 6000 kilos por hectárea. Al consultarle al administrador, efectivamente eran datos mal codificados en donde debería decir 3140 o 5970 kilos por hectáreas.
- Las bajas de producción muchas veces fueron causadas por efectos de heladas. Debiera quedar un registro en una planilla Excel de la baja de producción producto de la helada.
- En un predio, se disponía de registros de datos de producción y análisis foliares de un cuartel desde el año 2004, sin embargo este cuartel figuraba con el año de plantación de 2008. Claramente hubo una replantación, no existiendo claridad por parte del administrador de la variedad que existía antes de la replantación.

3. Actividades del Proyecto

- **Carta Gantt de las actividades comprometidas en la propuesta original y la real.**

- X Fecha comprometida en la propuesta original
- O Fecha realizada real
- Actividad pendiente

Etapa		abr-09	may-09	jun-09	jul-09	ago-09	sep-09	oct-09	nov-09	dic-09	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10
1	1 Captación de productores frutícolas interesados en participar en el estudio.	X	X													
					O	O										
	2 Presentación ante los productores frutícolas de la metodología		X													
						O	O									
	3 Incorporación al estudio de los nuevos productores frutícolas		X													
							O	O								
2	1 Recolección de los datos			X	X											
						O	O	O	O	O	O	O				
	2 Elaboración de los bancos de datos			X	X											
								O	O	O	O	O	O			
	3 Clasificación del material					X	X									
									O	O	O	O	O	O	O	O
3	1 Cálculo y selección de la normas DRIS y CND.							X	X	X						
											O	O	O	O	O	O
	2 Cálculo de los Índices de Nutrientes DRIS Y CND										X	X				
													O	O	O	O
	3 Cálculo de los Índices de Balance Nutricional DRIS y CND										X	X				
													O	O	O	O
4	1 Presentación ante los productores frutícolas de la información generada en este Estudio.												X			

- **Razones que explican las discrepancias entre las actividades programadas y las efectivamente realizadas.**

Principalmente por problemas administrativos y de gestión. De acuerdo al programa inicial, el Estudio comenzaba en abril del 2009, sin embargo debido a que la liberación de los fondos ocurrió más tarde, se comenzó a operar efectivamente en terreno en julio de 2009.

4. Resultados del proyecto

- Cuadro comparativo de los resultados esperados en la propuesta del proyecto y los alcanzados finalmente.

Resultado o producto		Descripción	Fecha esperada de cumplimiento	Fecha cumplimiento real
Nº	Nombre			
1	Captación de nuevos asociados.	Adicionalmente a los productores asociados al Estudio, se procedió a invitar e identificar a otros productores frutícolas nacionales que estuvieran interesados en participar de esta iniciativa.	Mayo 2009	Septiembre 2009
2	Presentaciones realizadas y productores informados.	Se realizaron presentaciones ante los productores frutícolas de la metodología y ventajas de ambos sistemas de interpretación de los análisis foliares.	Mayo 2009	Octubre 2009
3	Base de datos creada.	Se recopiló el máximo de información de muestras foliares por especie, variedad y por localidad, e información correspondiente a las producciones de cada huerto estudiado.	Septiembre 2009	Marzo 2010
4	Protocolo de metodología de trabajo.	Se trabajó en un protocolo de la metodología de trabajo, de acuerdo a experiencias previas y los criterios señalados en la literatura, para la utilización de nuevos sistemas de interpretación (DRIS y/o CND) de niveles nutricionales generados.	Marzo 2010	Julio 2010
5	Estándares foliares DRIS y CND generados.	Se generaron estándares preliminares para algunas especies y variedades para los sistemas DRIS y CND, como herramientas de interpretación de los niveles de nutrientes evaluados, de manera de optimizar el uso de fertilizantes.	Marzo 2010	Julio 2010
6	Correlaciones entre el Índice de Balance de	Se verificaron las correlaciones obtenidas entre los IBN y las producciones de los huertos bajo	Marzo 2010	Julio 2010

	Nutrientes y los rendimientos establecidos.	estudio.		
7	Presentaciones realizadas y productores notificados.	Se realizarán presentaciones ante los productores frutícolas de la información generada en este Estudio.	Marzo 2010	Pendiente (a realizar entre septiembre y octubre de 2010)

Resultado 1. Captación de nuevos productores.

Adicionalmente a los productores asociados al Estudio, se procedió a invitar a otros productores frutícolas para colaborar en esta iniciativa.

Se incluyeron como Beneficiarios directos a:

Nombre	Giro / actividad	RUT	Representante Legal
Valle Grande S.A. (Olave)	Agrícola	76929810-K	Juan Pablo Barrios Toro
AGRICOM S.A.	Exportadora		

AGRICOM posee 400 ha de paltos y Valle Grande S.A. 150 ha de olivos.

Resultado 2. Presentaciones realizadas y productores informados

Ver punto III en Informe de Avance 1. INFORME DE DIFUSIÓN

Se realizaron presentaciones ante los productores frutícolas de la metodología y ventajas de los nuevos sistemas de interpretación de los análisis foliares propuestos.

Con los asociados de la zona norte del país, APECO, APAC y FRUNOR, se realizaron charlas con invitaciones a los productores miembros de las Asociaciones.

Con los Asociados PRUNESCO, Alfredo Chimenti, Soc. Agrofrutera el Escorial Ltda., Agrícola Pihue Ltda., y Agrícola Brown., y los nuevos Beneficiarios Directos, Valle Grande S.A. y AGRICOM, se realizaron reuniones técnicas informativas del Estudio.

Resultado 3. Base de datos creada.

Se crearon bases de datos de las especies ciruelo, olivos, paltos y uva de mesa. Sin embargo no se trabajó con toda la información ya que:

Ciruelos: No se disponía de la información de las producciones por cuartel.

Olivos: Se trabajó solamente con las variedades Lecciono y Coratina, ya que la base de datos de las variedades Frantoio, Arbequina y Noccelara del Belice, no disponían de suficiente información de cuarteles de alta producción.

Paltos: Se trabajó solamente con la variedad Hass sobre portainjerto Mexicola, ya que de los demás portainjertos no se encontraba la información necesaria.

Uva de mesa: Se trabajó con algunas variedades por localidades, dependiendo de la información disponible.

Resultado 4. Protocolo de metodología de trabajo.

El protocolo de la metodología de trabajo quedó descrito en el punto "2. Metodología" del presente informe.

Resultado 5. Estándares foliares DRIS y CND generados y

Resultado 6. Correlaciones entre índices de Balances de nutrientes y los rendimientos establecidos

Los resultados 5 y 6 se presentan por especie y variedad.

Especie: Olivos Todas las variedades

Se trabajó con una base de datos de 112 cuarteles de las variedades: Coratina, Leccino, Arbequina, Noccelara del Belice y Frantoio.

Luego de la obtención de las normas preliminares DRIS para olivo aceitero, se calculó el IN-DRIS y el IBN-DRIS para cada nutriente de cada cuartel bajo estudio.

En la **Figura 5** se presenta la asociación entre el IBN y la producción. Se puede observar una nula correlación con un coeficiente de correlación lineal de Pearson de $r = -0,1$ estadísticamente no significativo.

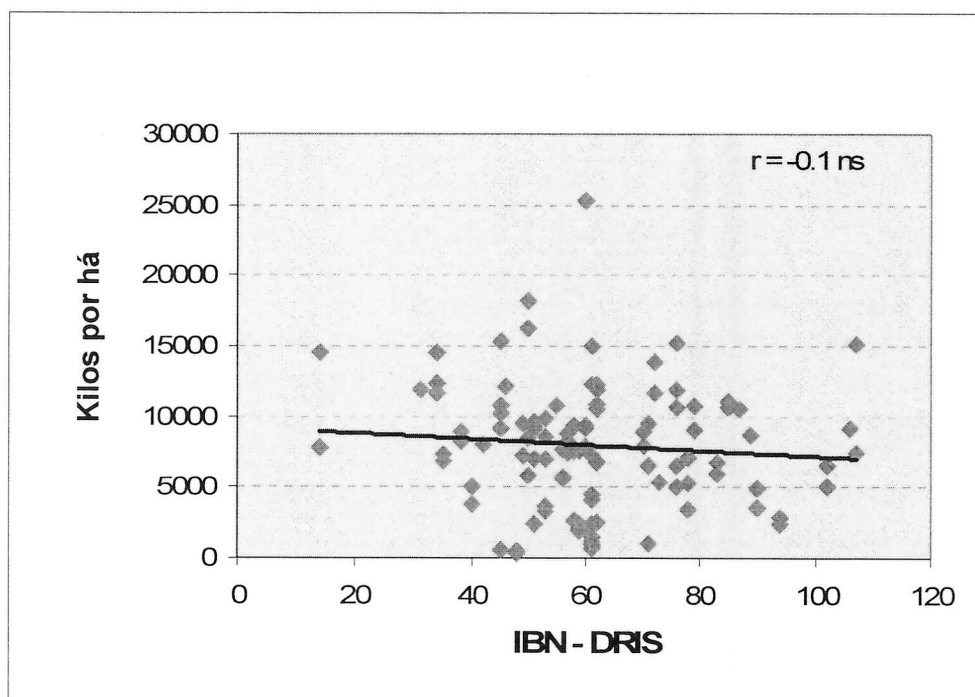


Figura 5. Asociación entre la producción (kilos por hectárea) y el Índice de balance nutricional DRIS (IBN-DRIS) en Olivos (ns: coeficiente de correlación lineal de Pearson estadísticamente no significativo al 5 %, evaluado con el estadístico t de Student).

Al trabajar con todas las variedades en una misma base de datos, los resultados fueron no concluyentes con lo descrito en la literatura, en donde se ha reportado que altos valores de IBN-DRIS están relacionados con bajos rendimientos y a su vez los cultivos con altos rendimientos tienen bajos valores de IBN-DRIS (Walworth y Sumner, 1987 y Walworth y Sumner, 1988).

Una vez establecidas las normas preliminares CND se procedió a calcular los índices

individuales IN-CND para cada elemento y los respectivos índices de balance nutricional (IBN-CND).

En la **Figura 6** se puede observar una nula correlación con un coeficiente de correlación lineal de Pearson de $r = 0,1$ entre la producción y el IBN-CND.

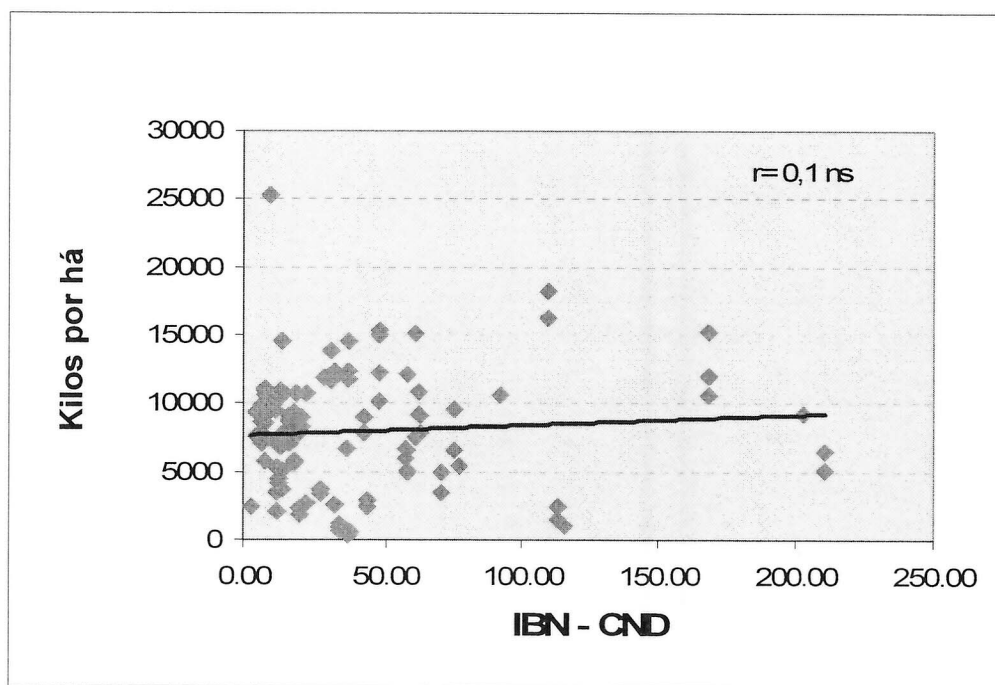


Figura 6. Asociación entre la producción (kilos por hectárea) y el Índice de balance nutricional CND (IBN-CND) en olivos (ns: coeficiente de correlación lineal de Pearson estadísticamente no significativo al 5 %, evaluado con el estadístico t de Student).

Especie: Olivos Variedad Coratina

Debido a que los resultados obtenidos al trabajar con una base de datos de 112 cuarteles de la especie olivos aceitero (independiente de la variedad), no dio los resultados esperados, se realizó un segundo análisis con una base de datos más pequeña (18 cuarteles) solamente de la variedad Coratina.

Letsch y Sumner (1984) señalan que el tamaño de la base de datos no está relacionado directamente con la calidad de las normas, demostrando la validez del procedimiento con pocos datos, como vía alternativa de desarrollar normas representativas, confiables y a muy bajo costo. Letsch y Sumner (1984) demostraron la poca importancia del tamaño de los grupos; e indican que las mejores normas, son las que tienen un número de observaciones obtenidas al azar, con un límite alto de rendimiento para dividir las dos subpoblaciones (de bajo y alto rendimiento) y que tenga al menos un 10 % de observaciones de alto rendimiento. Al respecto, Walworth *et al.*, (1988) demostraron que las normas de diagnóstico pueden ser desarrolladas, aún de una población reducida de individuos o de un número reducido de plantas o unidades experimentales, si éstas están realmente en los topes del rendimiento de ese cultivo.

El cálculo de normas se realizó de acuerdo al siguiente procedimiento:

Se calculó, para cada grupo de productividad, la media, la varianza, la desviación estándar y el coeficiente de variación (CV), para todos los cuocientes entre pares de nutrientes analizados (e.d: N/P o P/N) **(Cuadro 8)**.

Cuadro 8. Media, coeficiente de variación y varianzas para los grupos de baja y alta productividad en Olivos, variedad Coratina.

	Grupo de BAJA productividad (B)			Grupo de ALTA productividad (A)			S^2_B / S^2_A	Selección
	Media	CV(%)	Varianza S^2	Media	CV(%)	Varianza S^2		
N	1.359	10.737	0.021	1.439	4.062	0.003	6.23	
P	0.146	14.619	0.000	0.154	9.799	0.000	1.98	
K	1.292	9.999	0.017	1.247	5.702	0.005	3.30	
Ca	1.320	18.429	0.059	1.650	14.709	0.059	1.00	
Mg	0.191	8.455	0.000	0.221	12.348	0.001	0.35	
Zn	23.333	19.046	19.750	46.143	21.687	100.143	0.20	
Mn	34.333	12.944	19.750	47.143	15.366	52.476	0.38	
B	26.444	10.880	8.278	30.143	12.027	13.143	0.63	
N/P	9.470	16.714	2.505	9.422	12.872	1.471	1.70	x
P/N	0.108	13.044	0.000	0.108	12.636	0.000	1.07	
N/K	1.069	20.047	0.046	1.157	7.053	0.007	6.90	
K/N	0.968	19.743	0.037	0.869	7.998	0.005	7.57	x
N/Ca	1.061	20.302	0.046	0.885	12.295	0.012	3.92	x
Ca/N	0.979	20.759	0.041	1.145	12.407	0.020	2.05	
N/Mg	7.143	11.568	0.683	6.560	9.715	0.406	1.68	x
Mg/N	0.142	12.594	0.000	0.154	10.082	0.000	1.33	
N/Zn	0.059	14.806	0.000	0.032	19.440	0.000	1.96	x
Zn/N	17.153	14.668	6.331	32.069	21.401	47.102	0.13	
N/Mn	0.040	20.251	0.000	0.031	23.340	0.000	1.24	x
Mn/N	25.724	21.971	31.943	32.858	16.296	28.672	1.11	
N/B	0.052	8.182	0.000	0.048	11.524	0.000	0.57	x
B/N	19.515	8.002	2.439	20.999	13.965	8.599	0.28	
Ca/Mg	6.866	12.311	0.714	7.437	4.716	0.123	5.81	
Mg/Ca	0.148	12.185	0.000	0.135	4.657	0.000	8.22	x
Ca/Zn	0.057	13.826	0.000	0.037	15.522	0.000	1.93	x
Zn/Ca	17.838	14.428	6.624	28.024	17.802	24.888	0.27	
Ca/Mn	0.039	18.485	0.000	0.036	25.741	0.000	0.59	x
Mn/Ca	26.589	16.570	19.411	29.134	21.980	41.006	0.47	
Ca/B	0.051	24.873	0.000	0.055	11.531	0.000	3.99	
B/Ca	20.863	25.971	29.359	18.432	11.441	4.447	6.60	x
P/K	0.113	16.314	0.000	0.124	13.971	0.000	1.13	
K/P	9.025	16.620	2.250	8.171	13.551	1.226	1.84	x
P/Ca	0.114	22.492	0.001	0.096	23.632	0.001	1.26	x
Ca/P	9.209	22.201	4.180	10.904	23.688	6.671	0.63	
P/Mg	0.764	13.566	0.011	0.711	19.923	0.020	0.536	x
Mg/P	1.332	14.623	0.038	1.459	20.912	0.093	0.408	
P/Zn	0.006	14.080	0.000	0.004	29.182	0.000	0.75	x
Zn/P	160.716	14.855	570.006	305.794	29.385	8074.661	0.07	
P/Mn	0.004	15.957	0.000	0.003	17.800	0.000	1.32	x
Mn/P	239.606	18.643	1995.376	306.527	15.995	2403.697	0.83	
P/B	0.006	18.708	0.000	0.005	19.689	0.000	1.03	x
B/P	185.539	20.385	1430.576	198.203	19.123	1436.539	1.00	
K/Ca	1.005	17.890	0.032	0.767	12.337	0.009	3.61	x
Ca/K	1.025	18.867	0.037	1.323	13.591	0.032	1.16	
K/Mg	6.789	10.462	0.504	5.693	11.312	0.415	1.22	x
Mg/K	0.149	11.755	0.000	0.178	12.406	0.000	0.63	
K/Zn	0.057	21.002	0.000	0.028	15.913	0.000	7.35	x
Zn/K	18.237	22.029	16.139	36.765	16.953	38.847	0.42	
K/Mn	0.038	5.240	0.000	0.027	24.680	0.000	0.09	x
Mn/K	26.530	5.386	2.042	38.030	18.086	47.308	0.04	
K/B	0.050	20.240	0.000	0.042	6.362	0.000	14.49	x
B/K	20.848	21.238	19.605	24.104	6.562	2.502	7.84	
Mg/Zn	0.008	12.474	0.000	0.005	18.069	0.000	1.36	x
Zn/Mg	121.461	12.958	247.711	209.475	21.077	2138.629	0.12	

Para cada par de nutrientes, la media y el CV de cada razón que maximiza la varianza entre el grupo de baja y el de alta productividad (S^2_{baja}/S^2_{alta}) fue seleccionado como norma DRIS, como fue descrito por Walworth *et al.* (1986) y Hartz *et al.* (1998).

Las normas preliminares para olivos, variedad coratina, utilizadas para el cálculo de los Índices DRIS se presentan en el **Cuadro 9**:

Cuadro 9. Normas DRIS preliminares (media y coeficiente de variación) para olivos, variedad Coratina, provenientes de la población de altos rendimientos.

Relación de nutriente	Media	CV (%)
N/P	9.422	12.872
K/N	0.869	7.998
N/Ca	0.885	12.295
N/Mg	6.560	9.715
N/Zn	0.032	19.440
N/Mn	0.031	23.340
N/B	0.048	11.524
Mg/Ca	0.135	4.657
Ca/Zn	0.037	15.522
Ca/Mn	0.036	25.741
B/Ca	18.432	11.441
K/P	8.171	13.551
P/Ca	0.096	23.632
P/Mg	0.711	19.923
P/Zn	0.004	29.182
P/Mn	0.003	17.800
P/B	0.005	19.689
K/Ca	0.767	12.337
K/Mg	5.693	11.312
K/Zn	0.028	15.913
K/Mn	0.027	24.680
K/B	0.042	6.362
Mg/Zn	0.005	18.069
Mg/Mn	0.005	20.817
Mg/B	0.007	11.662
Mn/Zn	1.081	29.637
B/Zn	0.667	12.217
B/Mn	0.660	26.258

Después del establecimiento de las normas DRIS se calculó el IN-DRIS y el IBN-DRIS para cada nutriente de cada cuartel bajo estudio de acuerdo al siguiente esquema:

- Primeramente se calcularon las relaciones para cada elemento analizado.
- Posteriormente se calcularon las Funciones para cada elemento.
- Finalmente se calcularon los IN-DRIS para cada elemento así como el IBN global.

		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	B										
		ppm																	
Resultados del análisis (EJEMPLO)		1.40	0.16	1.32	1.60	0.20	28.00	34.00	25.00										
Relaciones seleccionadas		N/P	K/N	N/Ca	N/Mg	N/Zn	N/Mn	N/B	Mg/Ca	Ca/Zn	Ca/Mn	B/Ca	K/P	P/Ca	P/Mg	P/Zn	P/Mn	P/B	K/Ca
Datos (Cuocientes de los resultados del laboratorio)		8.75	0.94	0.88	7.00	0.05	0.0	0.06	0.13	0.06	0.05	15.63	8.25	0.10	0.80	0.01	0.00	0.01	0.83
NORMAS		9.422	0.869	0.885	6.560	0.032	0.031	0.048	0.135	0.037	0.036	18.432	8.171	0.096	0.711	0.004	0.003	0.005	0.767
Media		12.872	7.998	12.295	9.715	19.440	23.340	11.524	4.657	16.522	26.741	11.441	13.561	23.632	19.923	29.182	17.800	19.689	12.337
C.V (%)																			
Funciones		-6.0	10.6	-0.9	6.9	28.9	14.1	14.5	-17.2	35.1	11.9	-15.7	0.7	1.8	6.3	14.7	31.9	14.2	6.1

Con esta metodología se logra obtener una secuencia de deficiencia a excesos de cada nutriente, siendo en este caso la secuencia: Zn>Mn>B>Mg>N>Ca>P>K

Cuadro 10: Índice DRIS, IBN y Producción de cada huerto bajo estudio (Olivos, variedad Coratina)

Indices DRIS								IBN	PRODUCCIÓN
N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	B		(kg/ha)
6.69	10.59	18.95	10.42	0.00	-25.32	-12.05	-9.28	93	314
6.69	10.59	18.95	10.42	0.00	-25.32	-12.05	-9.28	93	427
12.45	21.50	10.96	-16.43	8.14	-20.50	-9.64	-6.48	106	597
17.46	11.11	27.66	-24.27	4.97	-51.50	-8.75	23.32	169	738
17.46	11.11	27.66	-24.27	4.97	-51.50	-8.75	23.32	169	970
17.46	11.11	27.66	-24.27	4.97	-51.50	-8.75	23.32	169	1117
-5.82	-0.60	47.53	6.24	9.50	-48.14	3.28	-11.98	133	3499
-5.82	-0.60	47.53	6.24	9.50	-48.14	3.28	-11.98	133	4937
30.06	-6.45	-4.83	2.63	5.23	-34.32	-18.14	25.83	127	6547
-12.74	-5.20	2.96	-2.30	-5.90	11.78	-2.50	13.89	57	9186
30.06	-6.45	-4.83	2.63	5.23	-34.32	-18.14	25.83	127	9550
-12.74	-5.20	2.96	-2.30	-5.90	11.78	-2.50	13.89	57	10806
3.42	9.85	1.01	-6.85	-2.10	-6.75	5.93	-4.51	40	11725
3.54	-4.77	2.87	2.67	-6.02	25.86	-24.27	0.11	70	12170
3.42	9.85	1.01	-6.85	-2.10	-6.75	5.93	-4.51	40	12342
3.42	9.85	1.01	-6.85	-2.10	-6.75	5.93	-4.51	40	14488
-1.65	-9.99	-7.25	10.51	9.62	0.35	1.69	-3.29	44	16219
-1.65	-9.99	-7.25	10.51	9.62	0.35	1.69	-3.29	44	18189

En la **Figura 7** se presenta la asociación entre el IBN y la producción. Se puede observar una correlación lineal negativa con un coeficiente de correlación lineal de Pearson de $r = -0,8$ estadísticamente significativo

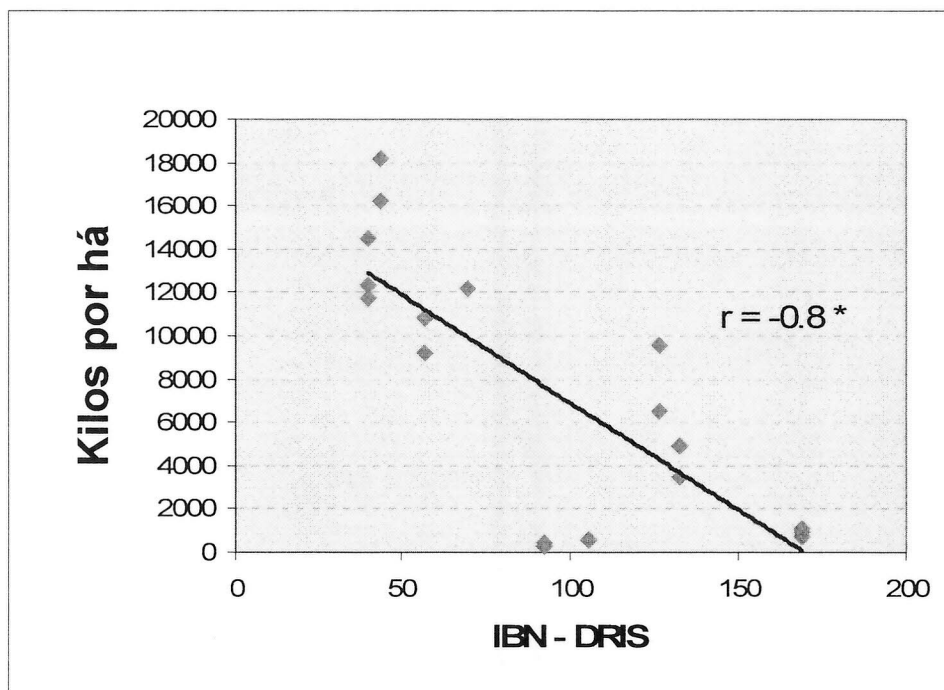


Figura 7. Asociación entre la producción (kilos por hectárea) y el Índice de balance nutricional DRIS (IBN-DRIS) en Olivos, variedad Coratina. (* coeficiente de correlación lineal de Pearson estadísticamente significativo al 5 %, evaluado con el estadístico t de Student).

Los resultados fueron concluyentes con lo de la literatura, en donde se ha reportado que altos valores de IBN-DRIS están relacionados con bajos rendimientos y a su vez los cultivos con altos rendimientos tienen bajos valores de IBN-DRIS (Walworth y Sumner, 1987 y Walworth y Sumner, 1988).

Al realizar un Análisis Multivariado de Componentes Principales de las variables: índices DRIS, IBN y Producción, se puede observar, mediante el grafico Biplot, que el 65,2 % de la variabilidad de los datos es explicado entre sus dos ejes principales, del cual el 44,3% corresponde al eje CP1 y el 20,9% al eje CP2 (**Figura 8**).

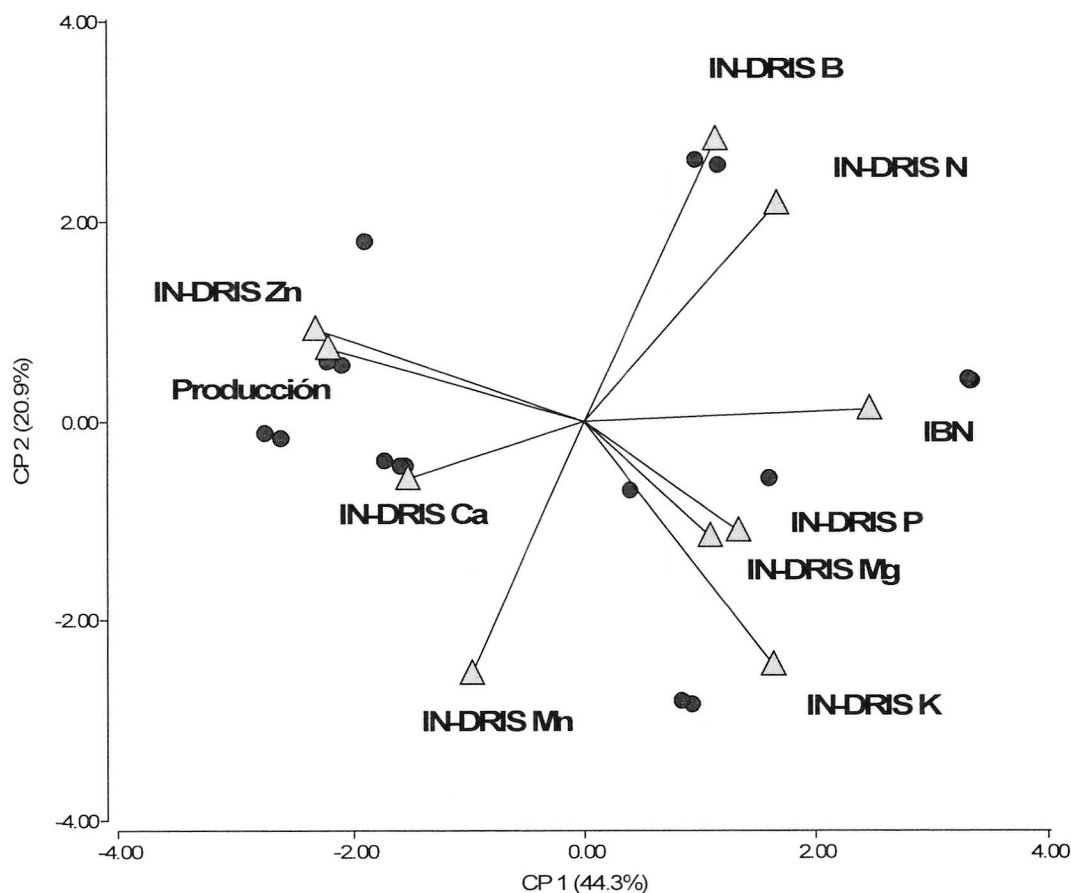


Figura 8. Representación Bi-plot del Análisis Multivariado de Componentes Principales de los IN-DRIS, IBN y Producción en Olivos variedad Coratina.

Los IN-DRIS el IBN y la variable producción están representados por triángulos amarillos. Los cuarteles están representados por puntos azules. En el eje principal (CP1) se observa que la mayor variabilidad entre los índices se ve explicada principalmente por las variables producción, IN-DRIS Zn y IBN. Se observa que los cuarteles de alta producción (ubicados en la parte izquierda del gráfico), están correlacionados directamente con el IN-DRIS Zn e indirectamente con los IBN, IN-DRIS p e IN-DRIS Mg.

En cuanto al eje CP2 se ve que la mayor variabilidad entre datos se da entre IN-DRIS B, IN-DRIS Mn e IN-DRIS K. Los cuarteles ubicados en la parte superior del gráfico se correlacionan directamente con IN-DRIS B, mientras que los ubicados en la parte inferior se correlacionan directamente con IN-DRIS Mn e IN-DRIS K.

Para el establecimiento de las normas preliminares CND (Diagnóstico de Composición Nutricional) se obtuvo la media geométrica G, de todos los nutrientes y componentes del material vegetal (**Cuadro 11**)

También se obtuvo R, que corresponde al resto de elementos no considerados en el análisis.

Cuadro 11: Normas preliminares CND (Media y Desviación estándar) para olivos variedad Coratina.

	Media (Vx^*)	Desviación estándar ($SD \cdot x$)
N	-0.013947213	0.058
P	-2.246546878	0.015
K	-0.156742549	0.071
Ca	0.123177518	0.124
Mg	-1.885252988	0.027
R	4.179312111	0.342

El primer valor es el valor medio de los valores obtenidos a partir del grupo de referencia. El segundo término corresponde a la desviación estándar de cada elemento (**Cuadro 11**).

Se utilizaron sólo los macronutrientes N, P, K, Ca, Mg, como lo señala Parent y Dafir (1992), para todos los cálculos concernientes a la metodología CND.

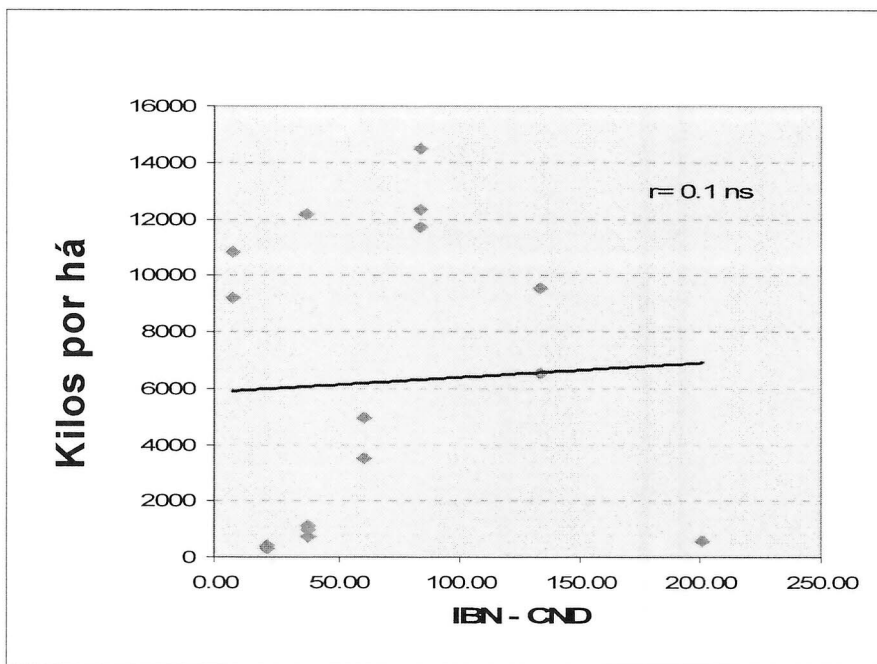


Figura 9. Asociación entre la producción (kilos por hectárea) y el Índice de balance nutricional CND (IBN-CND) en olivos, variedad Coratina (ns: coeficiente de correlación lineal de Pearson estadísticamente no significativo al 5 %, evaluado con el estadístico t de Student).

En la **Figura 9** se puede observar una nula correlación con un coeficiente de correlación lineal de Pearson de $r = 0,1$ entre la producción y el IBN-CND

Especie: Olivos
Variedad Leccino

Se trabajó con una base de datos de 15 cuarteles de la variedades Leccino.

Las normas preliminares para olivos, variedad Leccino, utilizadas para el cálculo de los Índices DRIS se presentan en el **Cuadro 12**:

Cuadro 12. Normas DRIS preliminares (media y coeficiente de variación) para olivos, variedad Leccino, provenientes de la población de altos rendimientos.

Relación de nutriente	Media	CV (%)
P/N	0.101	15.176
N/K	1.157	5.498
N/Ca	0.971	18.044
N/Mg	11.467	15.929
N/Zn	0.030	85.748
N/Mn	0.026	33.246
N/B	0.047	14.015
Ca/Mg	11.855	4.476
Ca/Zn	0.030	82.569
Ca/Mn	0.028	39.512
Ca/B	0.049	6.846
P/K	0.117	17.010
P/Ca	0.099	25.631
P/Mg	1.169	25.982
P/Zn	0.003	103.718
P/Mn	0.003	31.284
P/B	0.005	25.661
K/Ca	0.836	14.849
K/Mg	9.888	13.628
K/Zn	0.026	89.712
K/Mn	0.023	36.282
K/B	0.041	11.525
Mg/Zn	0.003	76.806
Mg/Mn	0.002	37.766
Mg/B	0.004	3.340
Mn/Zn	1.099	63.243
Zn/B	2.197	39.989
B/Mn	0.574	37.842

Después del establecimiento de las normas DRIS se calculó el IN-DRIS y el IBN-DRIS para cada nutriente de cada cuartel bajo estudio.

En la **Figura 10** se presenta la asociación entre el IBN y la producción. Se puede observar una correlación lineal negativa con un coeficiente de correlación lineal de Pearson de $r = -0,6$ estadísticamente significativo

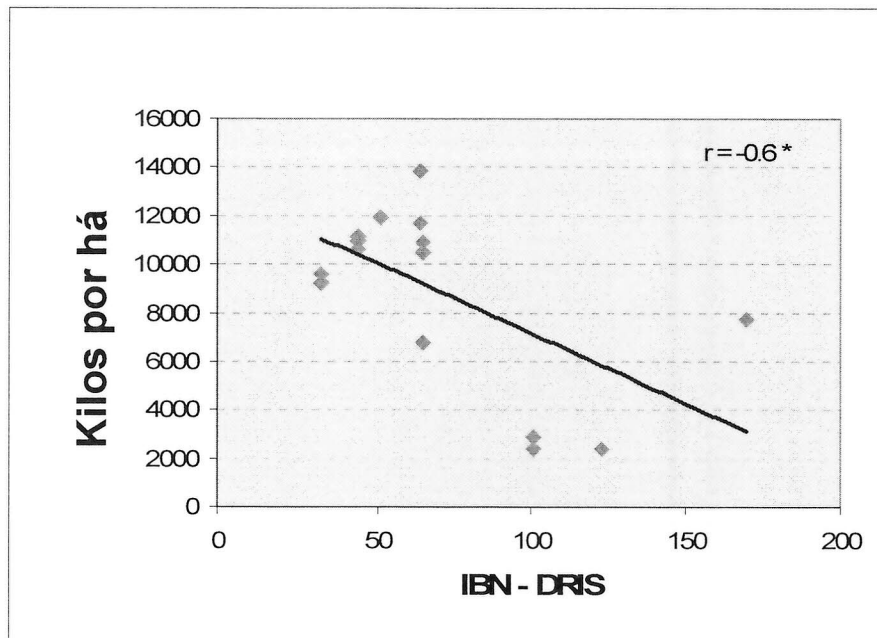


Figura 10. Asociación entre la producción (kilos por hectárea) y el Índice de balance nutricional DRIS (IBN-DRIS) en Olivos, variedad Leccino (* coeficiente de correlación lineal de Pearson estadísticamente significativo al 5 %, evaluado con el estadístico t de Student).

Los resultados fueron concluyentes con lo de la literatura, en donde se ha reportado que altos valores de IBN-DRIS están relacionados con bajos rendimientos y a su vez los cultivos con altos rendimientos tienen bajos valores de IBN-DRIS (Walworth y Sumner, 1987 y Walworth y Sumner, 1988).

Al realizar un Análisis Multivariado de Componentes Principales de las variables: índices DRIS, IBN y Producción, se puede observar, mediante el grafico Biplot, que el 80,6 % de la variabilidad de los datos es explicado entre sus dos ejes principales, del cual el 48,2 % corresponde al eje CP1 y el 32,4% al eje CP2 (**Figura 11**).

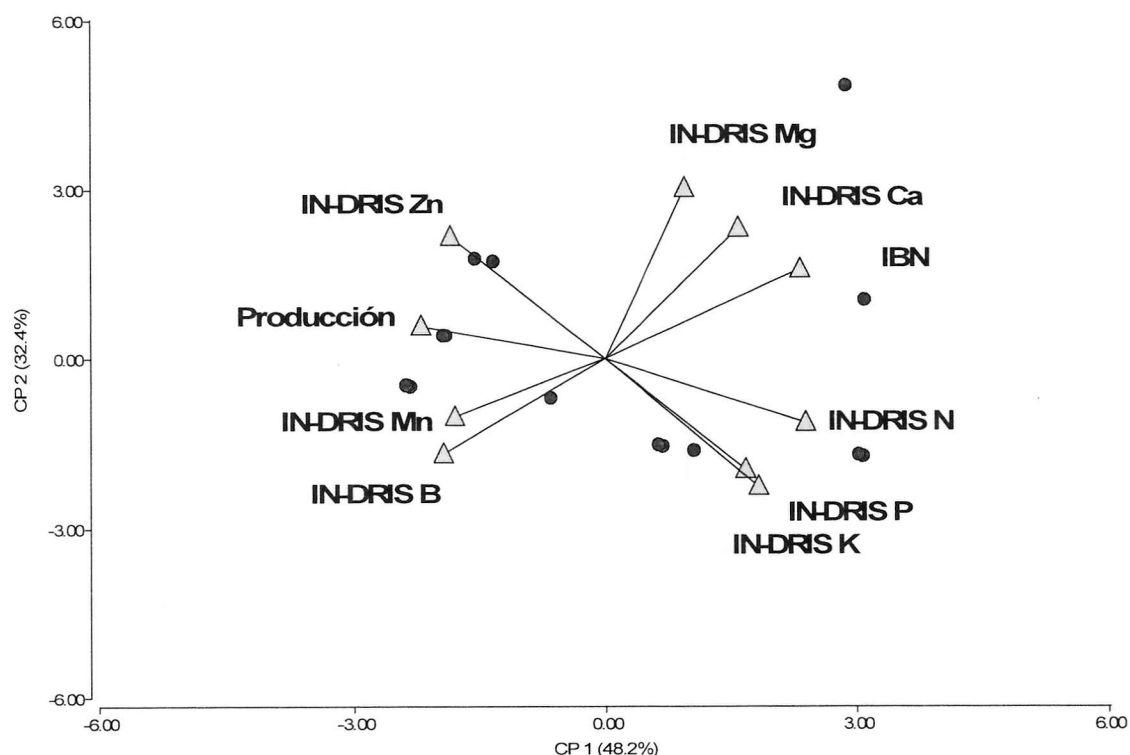


Figura 11. Representación Bi-plot del Análisis Multivariado de Componentes Principales de los IN-DRIS, IBN y Producción en Olivos, variedad Leccino.

Los IN-DRIS el IBN y la variable producción están representados por triángulos amarillos. Los cuarteles están representados por puntos azules. En el eje principal (CP1) se observa que la mayor variabilidad entre los índices se ve explicada principalmente por las variables Producción, IN-DRIS Zn, IN-DRIS Mn, IN-DRIS B y IBN e IN-DRIS N. Se observa que los cuarteles de alta producción (ubicados en la parte izquierda del gráfico), están correlacionados directamente con el IN-DRIS Zn, IN-DRIS Mn e IN-DRIS B, e indirectamente con los IBN, IN-DRIS N.

En el **Cuadro 13** se presentan las normas preliminares CND para olivos, variedad Leccino.

Cuadro 13: Normas preliminares CND (Media y Desviación estándar) para olivos especie Leccino.

	Media (Vx*)	Desviación estándar (SD*x)
N	0.103373135	0.091
P	-2.185526505	0.028
K	-0.041470596	0.069
Ca	0.154223418	0.215
Mg	-2.320445823	0.015
R	4.289846372	0.154

El primer valor es el valor medio de los valores obtenidos a partir del grupo de referencia. El segundo término corresponde a la desviación estándar de cada elemento (**Cuadro 13**).

Se utilizaron sólo los macronutrientes N, P, K, Ca, Mg, como lo señala Parent y Dafir (1992), para todos los cálculos concernientes a la metodología CND.

Una vez establecidas las normas se procedió a calcular los índices individuales IN-CND para cada elemento y los respectivos índices de balance nutricional (IBN-CND)

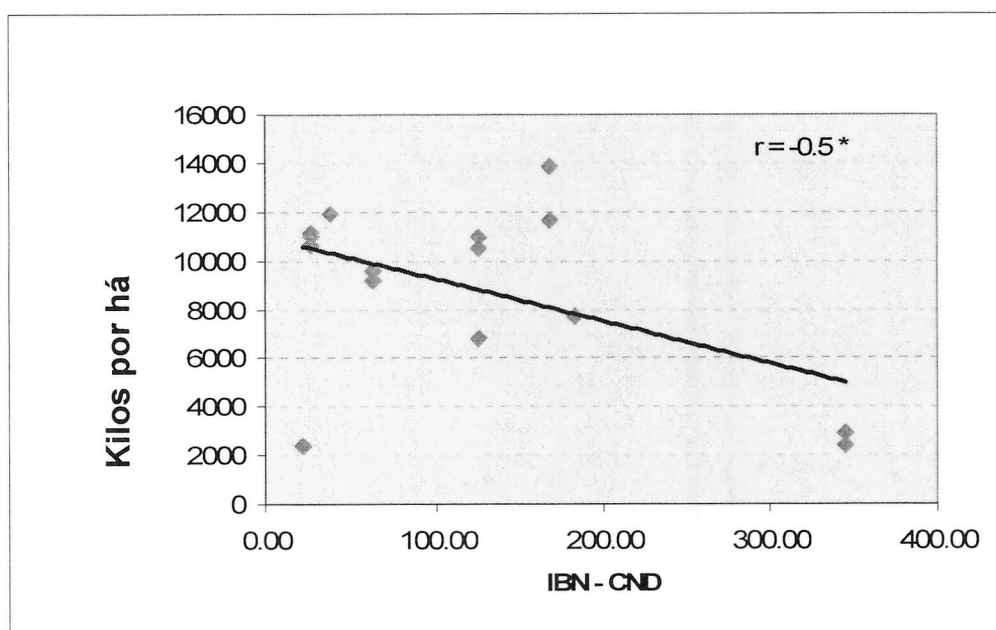


Figura 12. Asociación entre la producción (kilos por hectárea) y el Índice de balance nutricional CND (IBN-CND) en olivos variedad Leccino (* coeficiente de correlación lineal de Pearson estadísticamente significativo al 5 %, evaluado con el estadístico t de Student).

En la **Figura 12** se puede observar una correlación lineal negativa estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación lineal de Pearson de $r = -0,5$ entre la producción y el IBN-CND.

Especie: Uva de mesa
Variedad Sultanina
IV región

Se trabajó con una base de datos de 50 cuarteles de la variedad Sultanina con análisis foliares realizados con pecíolos en plena flor.

Las normas preliminares para uva de mesa, variedad Sultanina, IV Región utilizadas para el cálculo de los Índices DRIS se presentan en el **Cuadro 14**

Cuadro 14. Normas DRIS preliminares (media y coeficiente de variación) para uva de mesa, variedad Sultanina, IV Región provenientes de la población de altos rendimientos.

Relación de nutriente	Media	CV (%)
P/N	0.211	46.578
K/N	1.614	21.769
Ca/N	1.026	27.297
Mg/N	0.229	30.360
Zn/N	28.509	20.029
Mn/N	31.480	82.346
B/N	41.242	26.613
Mg/Ca	0.222	14.700
Zn/Ca	29.600	28.914
Mn/Ca	27.287	69.929
B/Ca	41.076	16.848
P/K	0.132	49.092
P/Ca	0.200	33.140
Mg/P	1.202	28.723
P/Zn	0.008	48.789
Mn/P	133.069	63.935
B/P	233.569	43.512
K/Ca	1.662	28.978
K/Mg	7.744	36.926
K/Zn	0.058	28.107
Mn/K	19.383	81.990
B/K	26.030	23.293
Mg/Zn	0.008	32.370
Mn/Mg	121.459	69.570
B/Mg	190.325	26.339
Mn/Zn	1.146	86.762
B/Zn	1.459	23.542
Mn/B	0.741	79.804

Después del establecimiento de las normas DRIS se calculó el IN-DRIS y el IBN-DRIS para cada nutriente de cada cuartel bajo estudio.

En la **Figura 13** se presenta la asociación entre el IBN y la producción. Se puede observar una correlación lineal negativa con un coeficiente de correlación lineal de Pearson de $r = -0,3$ estadísticamente significativo

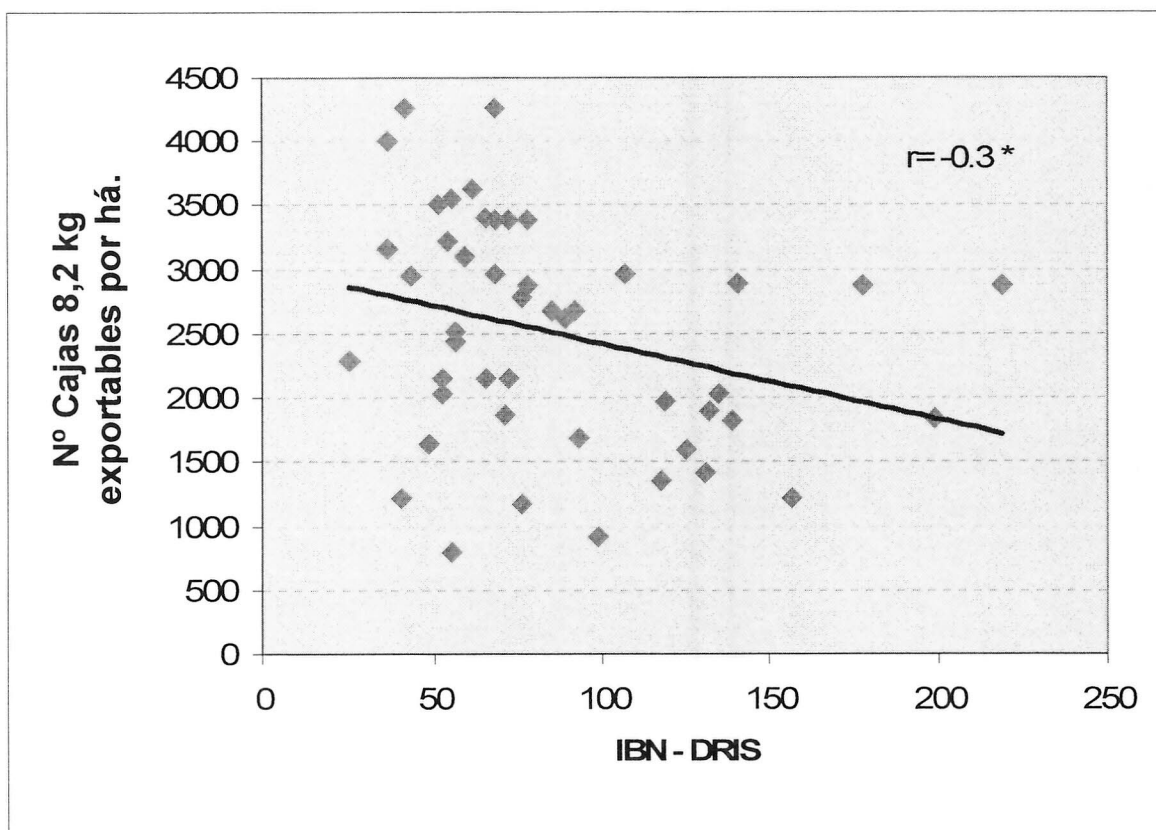


Figura 13. Asociación entre la producción (Nº cajas 8,2 kg exportables $\cdot$ ha⁻¹) y el Índice de balance nutricional DRIS (IBN-DRIS) en Uva de mesa, variedad Sultanina, IV Región. (*coeficiente de correlación lineal de Pearson estadísticamente significativo al 5 %, evaluado con el estadístico t de Student).

Los resultados fueron concluyentes con lo de la literatura, en donde se ha reportado que altos valores de IBN-DRIS están relacionados con bajos rendimientos y a su vez los cultivos con altos rendimientos tienen bajos valores de IBN-DRIS (Walworth y Sumner, 1987 y Walworth y Sumner, 1988).

Al realizar un Análisis Multivariado de Componentes Principales de las variables: índices DRIS, IBN y Producción, se puede observar, mediante el grafico Biplot, que el 59,2 % de la variabilidad de los datos es explicado entre sus dos ejes principales, del cual el 32,3 % corresponde al eje CP1 y el 26,9% al eje CP2 (**Figura 14**).

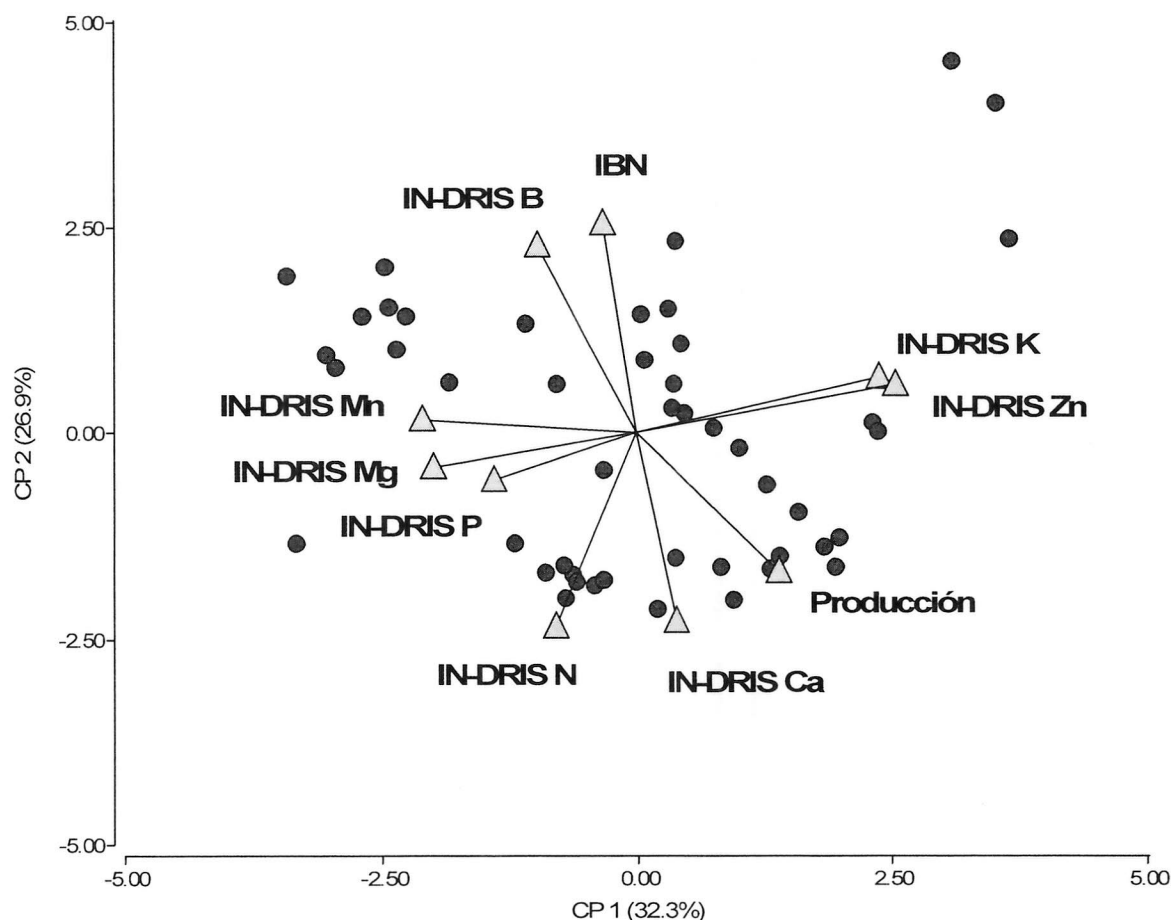


Figura 14. Representación Bi-plot del Análisis Multivariado de Componentes Principales de los IN-DRIS, IBN y Producción en Uva de mesa, variedad Sultanina, IV Región.

Los IN-DRIS, el IBN y la variable producción están representados por triángulos amarillos. Los cuarteles están representados por puntos azules. En el eje principal (CP1) se observa que la mayor variabilidad entre los índices se ve explicada principalmente por las variables IN DRIS Mn, IN-DRIS Mg, IN-DRIS K e IN-DRIS Zn.

En cuanto al eje CP2 se ve que la mayor variabilidad entre datos se da entre el IBN, IN-DRIS B, IN-DRIS N, IN-DRIS Ca y la Producción. Se observa que los cuarteles de alta producción (ubicados en la parte de abajo del gráfico), están correlacionados directamente con el IN-DRIS Ca e IN-DRIS N, e indirectamente con los IBN, IN-DRIS B.

En el **Cuadro 15** se presentan las normas preliminares CND para uva de mesa, variedad Sultanina, IV región.

Cuadro 15: Normas preliminares CND (Media y Desviación estándar) para uva de mesa, variedad Sultanina, IV Región.

	Media (Vx^*)	Desviación estándar (SD^*x)
N	-0.230132769	0.447
P	-1.869106747	0.109
K	0.210334795	0.441
Ca	-0.26908067	0.198
Mg	-1.775287991	0.060
R	3.93327338	0.544

El primer valor es el valor medio de los valores obtenidos a partir del grupo de referencia. El segundo término corresponde a la desviación estándar de cada elemento (**Cuadro 15**).

Se utilizaron sólo los macronutrientes N, P, K, Ca, Mg, como lo señala Parent y Dafir (1992), para todos los cálculos concernientes a la metodología CND.

Una vez establecidas las normas se procedió a calcular los índices individuales IN-CND para cada elemento y los respectivos índices de balance nutricional (IBN-CND)

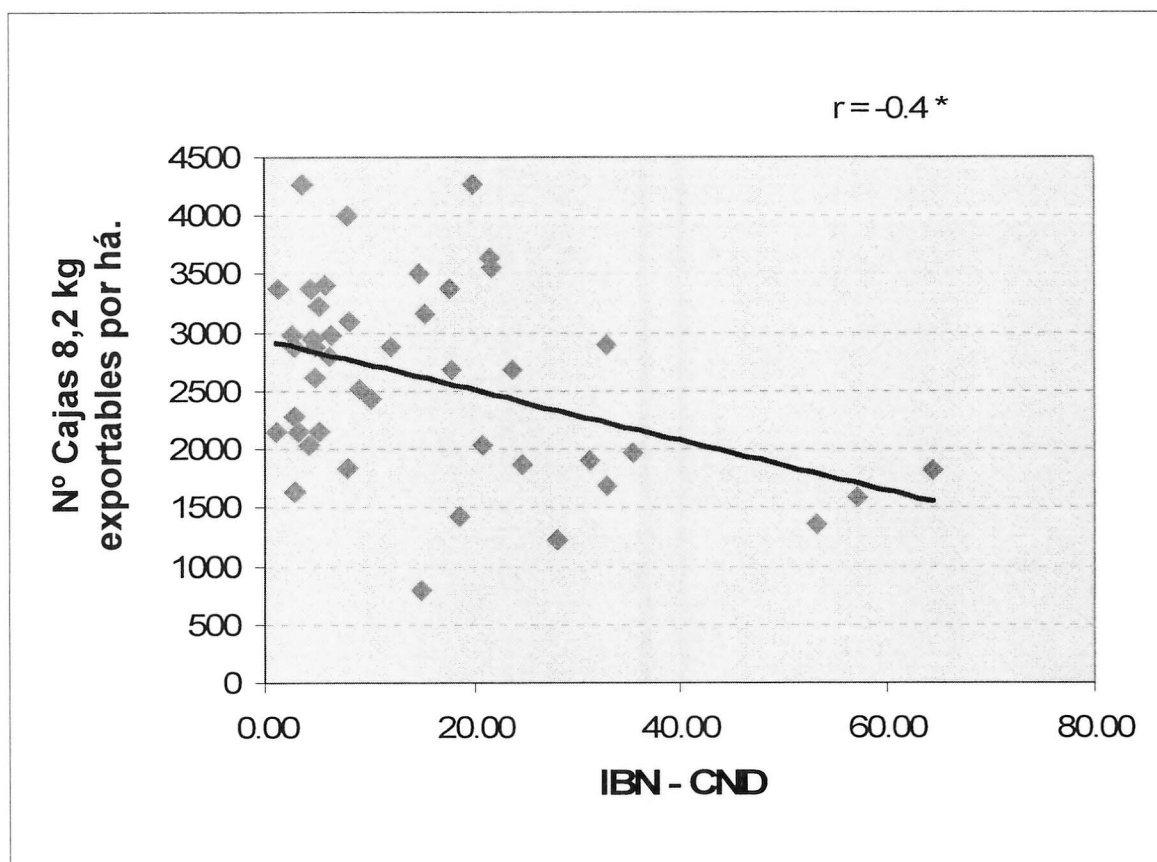


Figura 15. Asociación entre la producción (Nº cajas 8,2 kg exportables $\cdot$ ha⁻¹) y el Índice de balance nutricional CND (IBN-CND) en uva de mesa variedad Sultanina, IV Región (* coeficiente de correlación lineal de Pearson estadísticamente significativo al 5 %, evaluado con el estadístico t de Student).

En la **Figura 15** se puede observar una correlación lineal negativa estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación lineal de Pearson de $r = -0,4$ entre la producción y el IBN-CND.

Especie: Uva de mesa
Variedad Perlette
III región

Se trabajó con una base de datos de 20 cuarteles de la variedad Perlette con análisis foliares realizados con pecíolos en plena flor.

Las normas preliminares para uva de mesa, variedad Perlette, III Región utilizadas para el cálculo de los Índices DRIS se presentan en el **Cuadro 16**

Cuadro 16. Normas DRIS preliminares (media y coeficiente de variación) para uva de mesa, variedad Perlette, III Región provenientes de la población de altos rendimientos.

Relación de nutriente	Media	CV (%)
N/P	2.585	26.907
N/K	0.280	17.271
Ca/N	2.654	17.539
N/Mg	2.143	16.968
N/Zn	0.016	30.945
Mn/N	144.521	23.581
B/N	90.947	21.934
Ca/Mg	5.575	2.789
Ca/Zn	0.042	41.449
Mn/Ca	54.413	13.153
Ca/B	0.029	7.436
P/K	0.111	18.829
Ca/P	6.691	17.795
P/Mg	0.851	18.189
P/Zn	0.006	27.952
Mn/P	369.731	29.890
P/B	0.004	12.117
Ca/K	0.729	2.132
Mg/K	0.131	0.810
Zn/K	19.008	32.180
Mn/K	39.690	14.261
B/K	24.868	8.336
Mg/Zn	0.007	38.527
Mn/Mg	303.761	15.064
B/Mg	190.153	8.078
Mn/Zn	2.358	53.487
B/Zn	1.424	38.710
Mn/B	1.610	19.091

Después del establecimiento de las normas DRIS se calculó el IN-DRIS y el IBN-DRIS para cada nutriente de cada cuartel bajo estudio.

En la **Figura 16** se presenta la asociación entre el IBN y la producción. Se puede observar una correlación lineal negativa con un coeficiente de correlación lineal de Pearson de $r = -0,7$ estadísticamente significativo

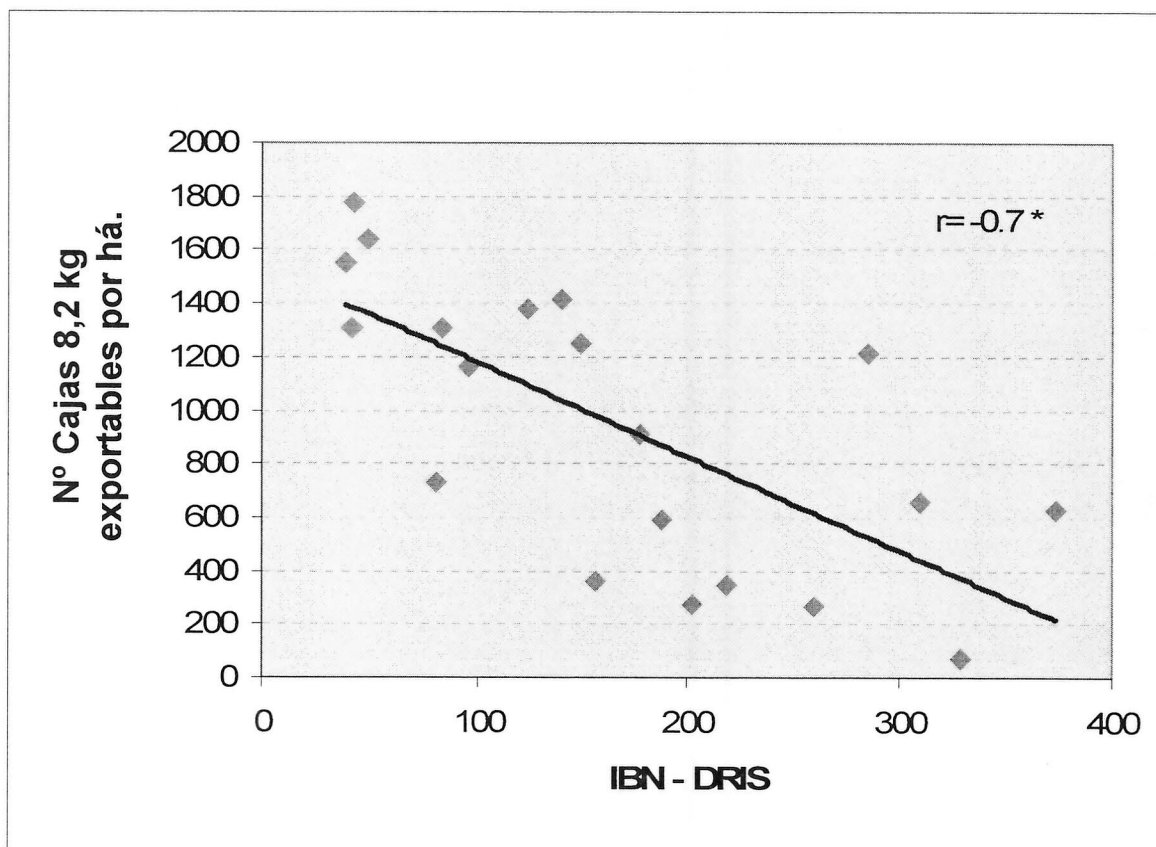


Figura 16. Asociación entre la producción (Nº cajas 8,2 kg exportables $\cdot$ ha⁻¹) y el Índice de balance nutricional DRIS (IBN-DRIS) en Uva de mesa, variedad Perlette, III Región. (*coeficiente de correlación lineal de Pearson estadísticamente significativo al 5 %, evaluado con el estadístico t de Student).

Los resultados fueron concluyentes con lo de la literatura, en donde se ha reportado que altos valores de IBN-DRIS están relacionados con bajos rendimientos y a su vez los cultivos con altos rendimientos tienen bajos valores de IBN-DRIS (Walworth y Sumner, 1987 y Walworth y Sumner, 1988).

Al realizar un Análisis Multivariado de Componentes Principales de las variables: índices DRIS, IBN y Producción, se puede observar, mediante el grafico Biplot, que el 65,1 % de la variabilidad de los datos es explicado entre sus dos ejes principales, del cual el 47,0 % corresponde al eje CP1 y el 18,1% al eje CP2 (**Figura 17**).

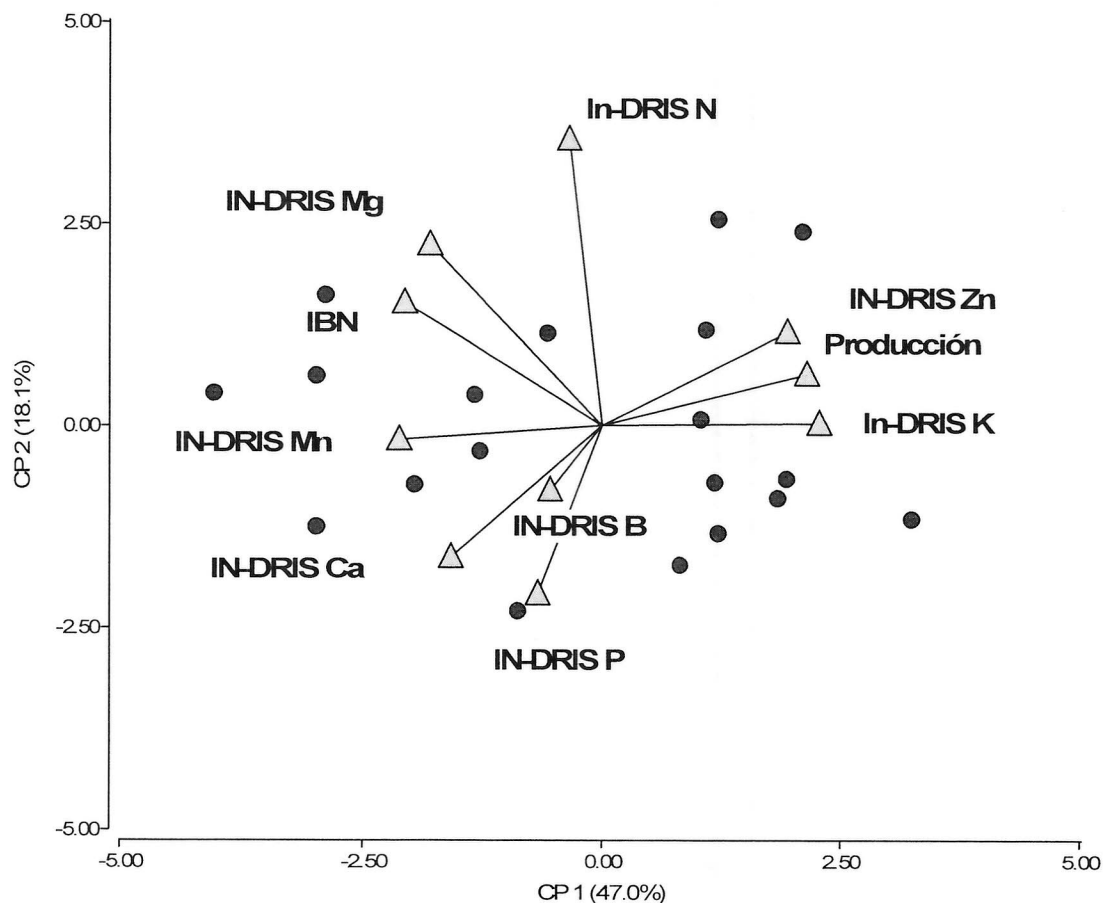


Figura 17. Representación Bi-plot del Análisis Multivariado de Componentes Principales de los IN-DRIS, IBN y Producción en Uva de mesa, variedad Perlette, III Región.

Los IN-DRIS, el IBN y la variable producción están representados por triángulos amarillos. Los cuarteles están representados por puntos azules. En el eje principal (CP1) se observa que la mayor variabilidad entre los índices se ve explicada principalmente por las variables Producción, IN-DRIS Zn, IN-DRIS K, IBN e IN-DRIS Mn. Se observa que los cuarteles de alta producción (ubicados en la parte derecha del gráfico), están correlacionados directamente con el IN-DRIS Zn e IN-DRIS K, e indirectamente con los IBN e IN-DRIS Mn.

En cuanto al eje CP2 se ve que la mayor variabilidad entre datos se da entre el IN-DRIS N e IN-DRIS P.

En el **Cuadro 17** se presentan las normas preliminares CND para uva de mesa, variedad Sultanina, IV región.

Cuadro 17: Normas preliminares CND (Media y Desviación estándar) para uva de mesa, variedad Perlette, III Región.

	Media (Vx^*)	Desviación estándar (SD^*x)
N	-0.901791212	0.070
P	-1.818081944	0.056
K	0.38037644	0.287
Ca	0.06561502	0.252
Mg	-1.65445252	0.035
R	3.928334216	0.560

El primer valor es el valor medio de los valores obtenidos a partir del grupo de referencia. El segundo término corresponde a la desviación estándar de cada elemento (**Cuadro 17**).

Se utilizaron sólo los macronutrientes N, P, K, Ca, Mg, como lo señala Parent y Dafir (1992), para todos los cálculos concernientes a la metodología CND.

Una vez establecidas las normas se procedió a calcular los índices individuales IN-CND para cada elemento y los respectivos índices de balance nutricional (IBN-CND)

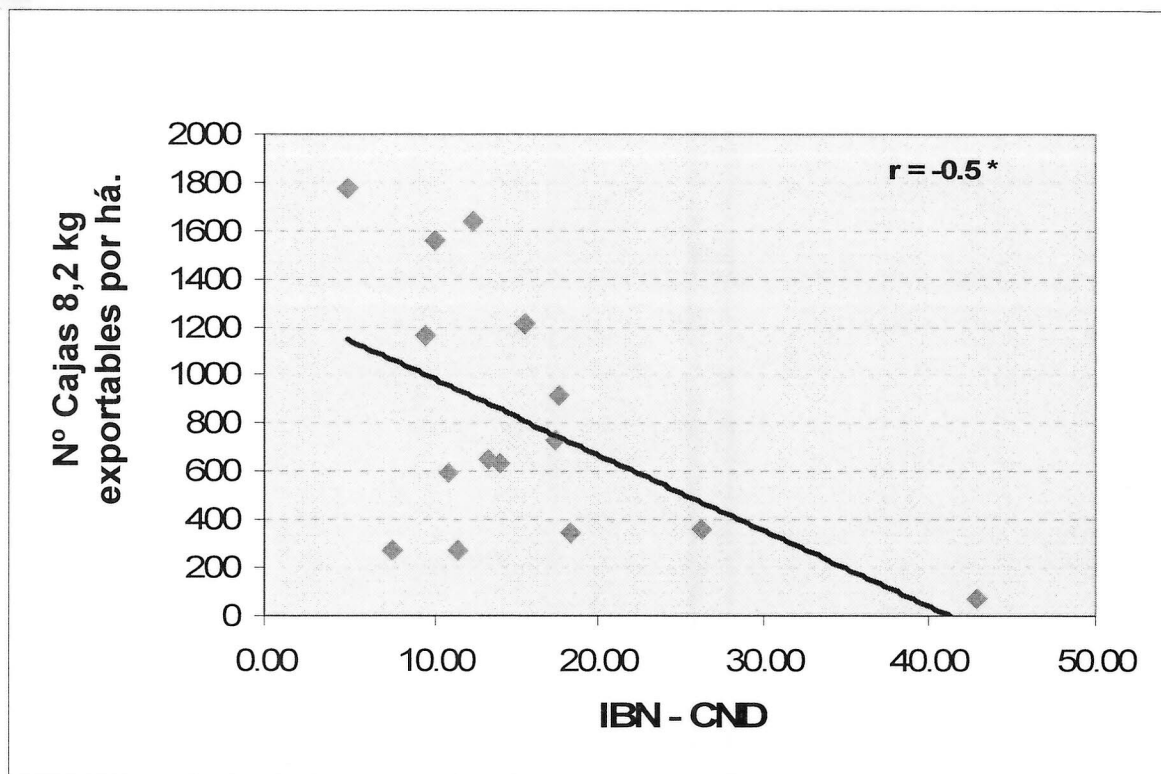


Figura 18. Asociación entre la producción (N° cajas 8,2 kg exportables $\cdot$ ha⁻¹) y el Índice de balance nutricional CND (IBN-CND) en uva de mesa variedad Perlette, III Región (* coeficiente de correlación lineal de Pearson estadísticamente significativo al 5 %, evaluado con el estadístico t de Student).

En la **Figura 18** se puede observar una correlación lineal negativa estadísticamente significativa con un coeficiente de correlación lineal de Pearson de $r = -0,5$ entre la producción y el IBN-CND.

Especie: Uva de mesa
Variedad Superior
III región

Se trabajó con una base de datos de 16 cuarteles de la variedad Superior.

Luego de la obtención de las normas preliminares DRIS, se calculó el IN-DRIS y el IBN-DRIS para cada nutriente de cada cuartel bajo estudio.

En la **Figura 19** se presenta la asociación entre el IBN y la producción. Se puede observar una baja correlación con un coeficiente de correlación lineal de Pearson de $r = -0,3$ estadísticamente no significativo.

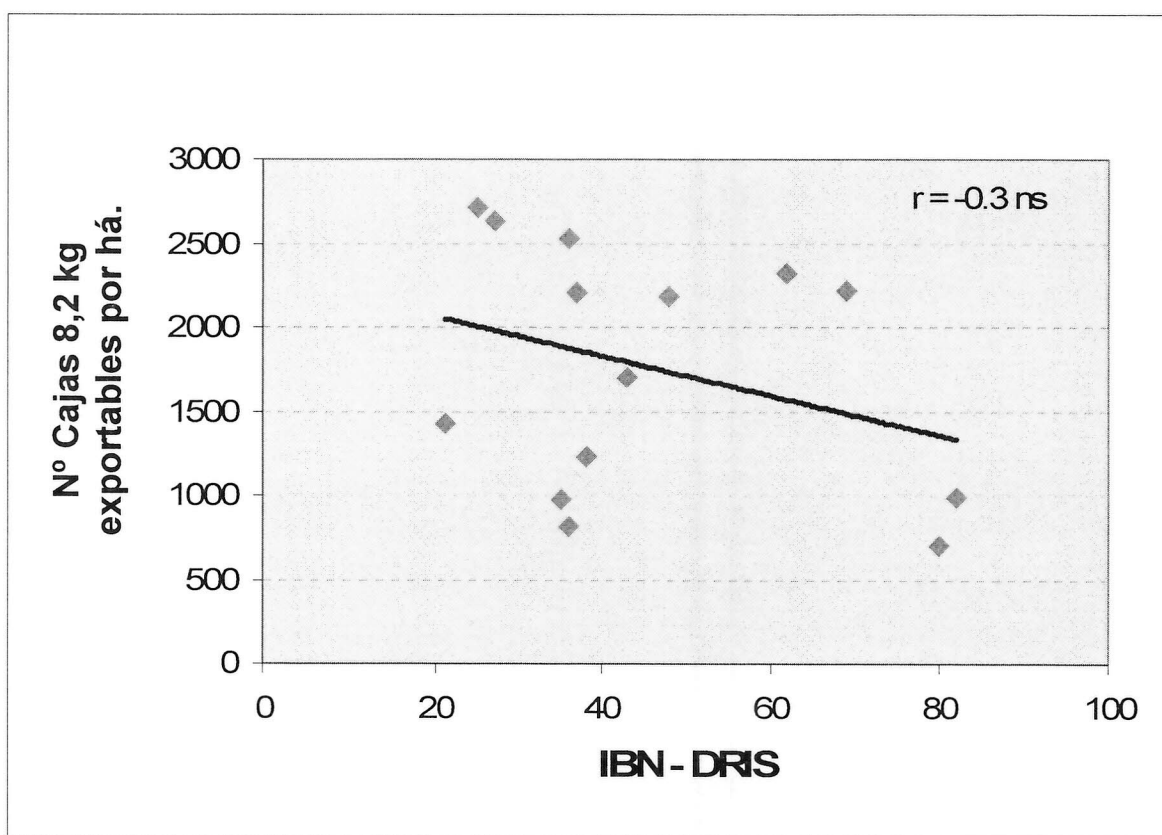


Figura 19. Asociación entre la producción (N° cajas 8,2 kg exportables $\cdot$ ha⁻¹) y el Índice de balance nutricional DRIS (IBN-DRIS) en uva de mesa, variedad Sultanina, III Región. (ns: coeficiente de correlación lineal de Pearson estadísticamente no significativo al 5 %, evaluado con el estadístico t de Student).

Una vez establecidas las normas CND se procedió a calcular los índices individuales IN-CND para cada elemento y los respectivos índices de balance nutricional (IBN-CND)

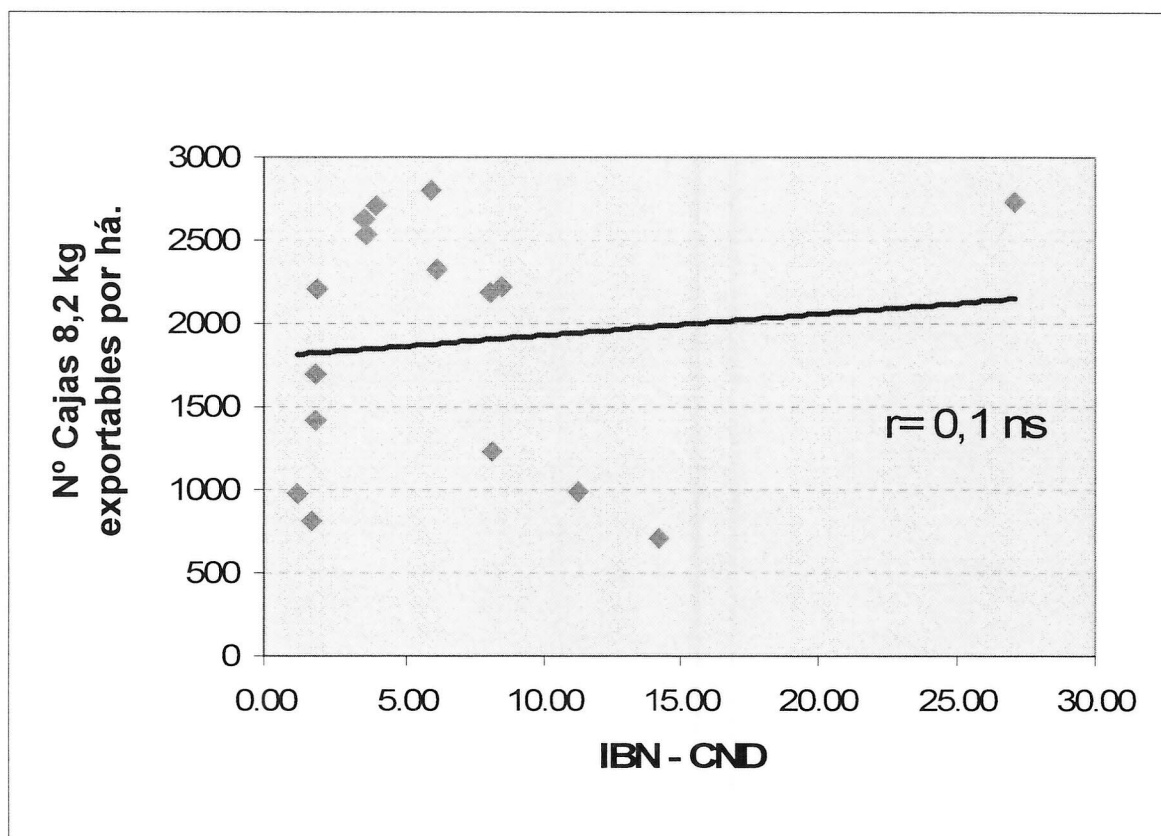


Figura 20. Asociación entre la producción (N° cajas 8,2 kg exportables $\cdot$ ha⁻¹) y el Índice de balance nutricional CND (IBN-CND) en uva de mesa variedad Superior, III Región (ns: coeficiente de correlación lineal de Pearson estadísticamente no significativo al 5 %, evaluado con el estadístico t de Student).

En la **Figura 20** se puede observar una nula correlación lineal estadísticamente no significativa con un coeficiente de correlación lineal de Pearson de $r= 0,1$ entre la producción y el IBN-CND.

Especie: Uva de mesa
Red Globe
V Región.

Se trabajó con una base de datos de 39 cuarteles de la variedad Red Globe.

Luego de la obtención de las normas preliminares DRIS, se calculó el IN-DRIS y el IBN-DRIS para cada nutriente de cada cuartel bajo estudio.

En la **Figura 21** se presenta la asociación entre el IBN y la producción. Se puede observar una nula correlación entre la producción y el IBN, con un coeficiente de correlación lineal de Pearson de $r = -0,15$ estadísticamente no significativo.

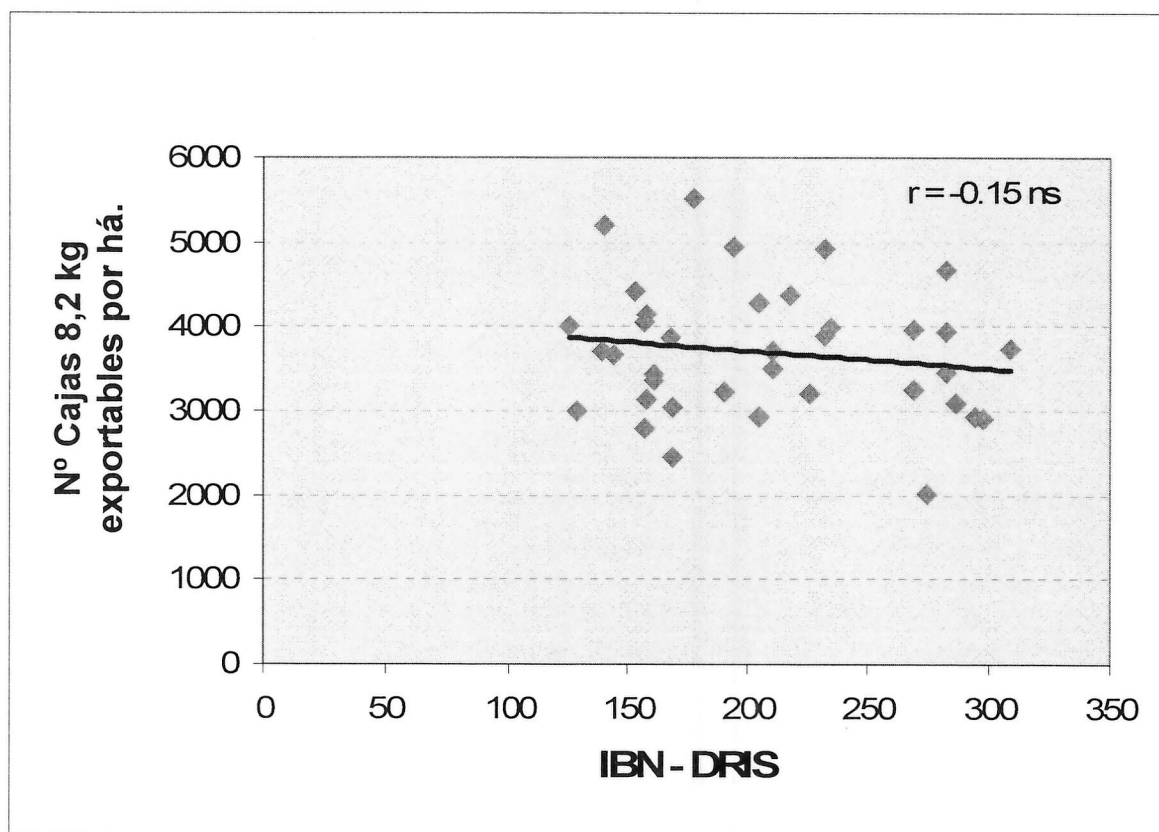


Figura 21. Asociación entre la producción (Nº cajas 8,2 kg exportables $\cdot$ ha⁻¹) y el Índice de balance nutricional DRIS (IBN-DRIS) en uva de mesa, variedad Red Globe, V Región. (ns: coeficiente de correlación lineal de Pearson estadísticamente no significativo al 5 %, evaluado con el estadístico t de Student).

Una vez establecidas las normas CND se procedió a calcular los índices individuales IN-CND para cada elemento y los respectivos índices de balance nutricional (IBN-CND)

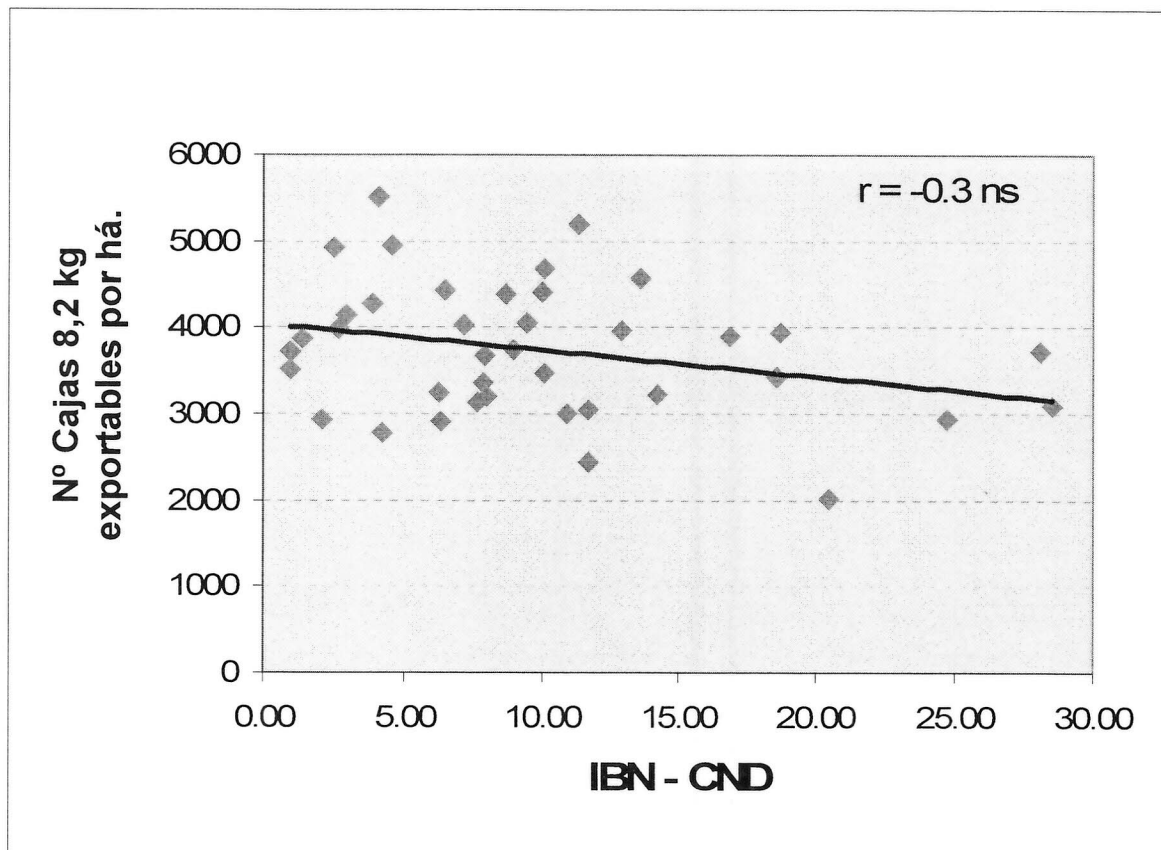


Figura 22. Asociación entre la producción (Nº cajas 8,2 kg exportables $\cdot$ ha⁻¹) y el Índice de balance nutricional CND (IBN-CND) en uva de mesa variedad Red Globe, V Región (ns: coeficiente de correlación lineal de Pearson estadísticamente no significativo al 5 %, evaluado con el estadístico t de Student).

En la **Figura 22** se puede observar una correlación lineal estadísticamente no significativa con un coeficiente de correlación lineal de Pearson de $r = -0,3$ entre la producción y el IBN-CND.

Especie: Palto
Variedad Hass, Portainjerto Mexicola
Región Metropolitana

Se trabajó con una base de datos de 51 cuarteles de la variedad Hass con portainjerto Mexicola

Luego de la obtención de las normas preliminares DRIS, se calculó el IN-DRIS y el IBN-DRIS para cada nutriente de cada cuartel bajo estudio.

En la **Figura 23** se presenta la asociación entre el IBN y la producción. Se puede observar una nula correlación entre la producción y el IBN, con un coeficiente de correlación lineal de Pearson de $r = -0,15$ estadísticamente no significativo.

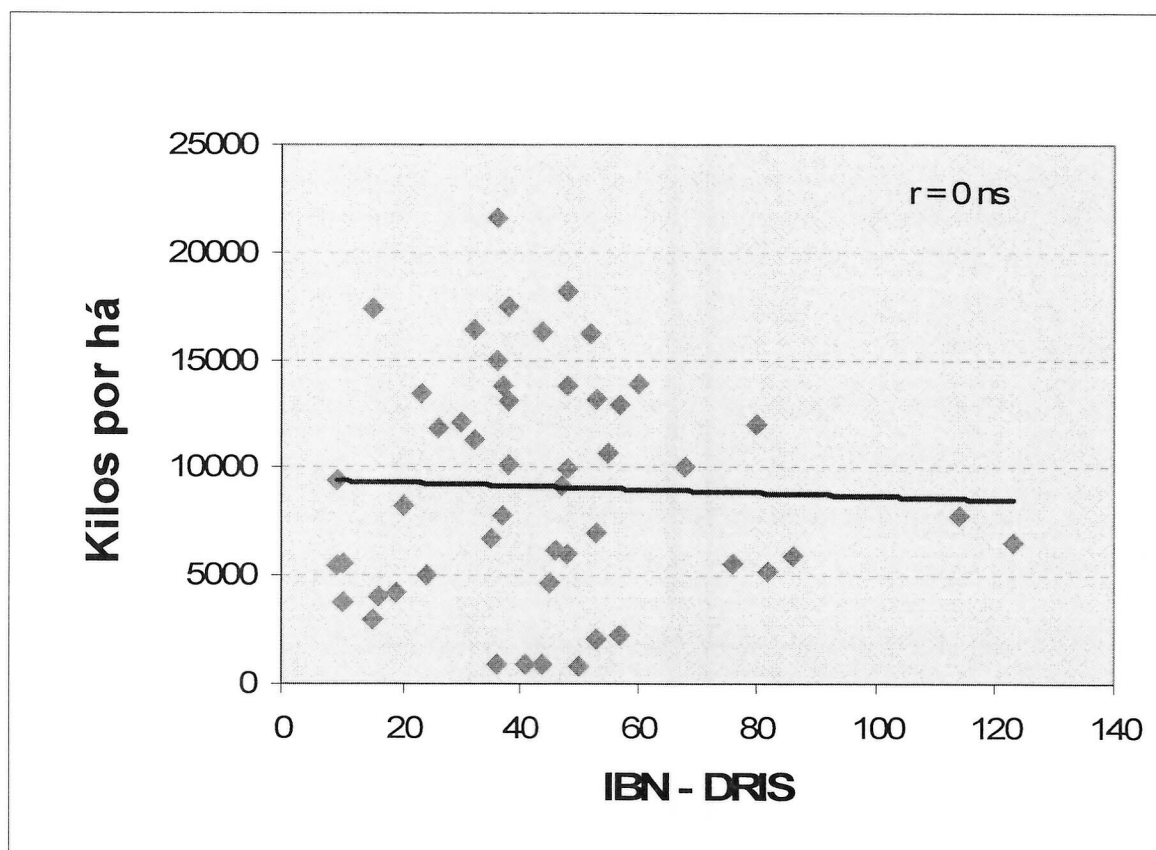


Figura 23. Asociación entre la producción ($\text{Kilos} \cdot \text{ha}^{-1}$) y el Índice de balance nutricional DRIS (IBN-DRIS) en paltos, variedad Hass, (ns: coeficiente de correlación lineal de Pearson estadísticamente no significativo al 5 %, evaluado con el estadístico t de Student).

Resultado 7. Presentaciones realizada y productores notificados.

Pendiente (a realizar entre septiembre y octubre de 2010)

• **Hitos esperados**

	Nombre	Fecha Asociada al Hito	Fecha cumplimiento	Descripción Breve
1.	30 nuevos productores incorporados al Estudio	Mayo 2009	Septiembre 2009	Se contactaron a los productores directos de las asociaciones APAC, APECO y FRUNOR. Por otra parte se incorporó a los beneficiarios Valle Grande S.A y AGRICOM. S.A.
2.	Datos clasificados por especie y variedad.	Septiembre 2009	Marzo 2010	Información clasificada por especie: Uva de mesa, paltos, olivos (aceite), Ciruelos (para deshidratado) y por variedades.
3.	Datos procesados e índices obtenidos	Febrero 2009	Julio 2010	Normas foliares preliminares generadas
4.	Resultados difundidos al menos a 60 productores.	Marzo 2010	Pendiente	Al menos 60 productores frutícolas serán notificados de la información y resultados generados en el proyecto.

5 . Problemas enfrentados durante el proyecto

- Los problemas fueron básicamente metodológicos, ya explicados anteriormente
- Los asociados Prunesco y Alfredo Chimenti, no disponían de información de producciones por cuartel, por lo que no se pudieron generar normas foliares con sus bases de datos. Sus aportes no pecuniarios del segundo período de informe no fueron considerados.

6. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones:

- El sistema DRIS y CND ha demostrado ser una eficaz herramienta para la interpretación de los análisis foliares, solamente si se cuenta normas bien desarrolladas.
- Dada la variabilidad obtenida al realizar el análisis por especie, se recomienda generar normas por variedad.
- Al trabajar con bases de datos mas pequeñas, es decir de una sola variedad, se logró obtener correlaciones negativas y significativa entre el IBN y la producción.
- Las normas de diagnóstico pueden ser desarrolladas en una población reducida de individuos, solo si están presentes los extremos de los rendimientos del cultivo.
- El análisis multivariado de componentes principales, graficado a través del Bi-plot demostró ser una poderosa herramienta estadística para establecer tendencias sobre la variabilidad entre IN-DRIS y CND con respecto a la productividad.
- La metodología de análisis para la generación de las normas foliares DRIS y CND, requiere necesariamente contar con información de análisis foliares y datos de producción por cuartel y por hectárea de cada temporada de análisis foliar efectuada.

Recomendaciones

- En la práctica las relaciones entre pares de nutrientes son las más utilizadas, sin embargo, se propone estudiar en futuras investigaciones las expresiones de las normas en forma de productos, para obtener una real ventaja de la flexibilidad que ofrecería el uso del sistema de interpretación DRIS, interpretando un análisis foliar cuando éste es muestreado en un estado fenológico diferente al cual fue desarrollado la norma.
- Es de vital importancia que los productores manejen bases de datos ordenadas, con datos confiables y bien codificados, registrando datos como bajas de producción causadas por problemas de heladas o bien fallas en la brotación.
- Es de suma importancia depurar bien las bases de datos, ya que un dato mal codificado o una producción que no corresponde, puede alterar totalmente los resultados.
- En base a los resultados y experiencia generada en este Estudio, el desarrollo de normas foliares DRIS y CND demanda futuras investigaciones, en donde debe ocurrir un período de validación de las normas.
- Se sugiere considerar en futuras investigaciones no sólo los datos de producción de cuarteles sino que también aspectos que tengan relación con la calidad de la fruta o materia prima generada.
- Al grupo de productores participantes de la especie Ciruelos se les recomienda registrar los datos de producción por cuarteles y por hectárea.
- Al los productores de paltos registrar las bajas de producciones causadas por heladas.
- En Olivos, realizar análisis foliares por Cuartel y no por dos o tres Cuarteles en conjunto.
- A los productores de uva de mesa que realizan análisis foliares secuenciales en la temporada, registrar el estado fonológico exacto del momento en que se tomó el análisis foliar.

▪ IV. INFORME DE DIFUSIÓN Y PUBLICACIONES

1) CHARLA - MESA DE TRABAJO GRUPO FRUNOR- LA SERENA

- Invitación:



La Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y Frutas del Norte (Chile) S.A. (FRUNOR) invitan a usted a una Charla – Mesa de trabajo del proyecto **"Uso eficiente de los fertilizantes en la fruticultura chilena, aplicando nuevas técnicas interpretativas del análisis foliar"**, iniciativa que cuenta con el financiamiento de la Fundación para la Innovación Agraria

La actividad se realizará el Miércoles 26 de agosto de 2009, de 9:00 a 11:00 horas, en la sala de reuniones de FRUNOR, ubicada en Los Carrera 380, of 415, La Serena.

Le agradecemos confirmar su participación con Trinidad del Río (tdelrio@uchile.cl, 09-2246196, 02-9785727, anexo 216)

- **Tipo de actividad:** Charla – Mesa de trabajo informativa del proyecto
- **Objetivo principal:** Presentar y sociabilizar la metodología de interpretación de los análisis foliares a los productores frutícolas, basada en los resultados de estudios previos de título y grado.
- **Fecha:** Miércoles 26 de agosto
- **Horario:** 9.00 – 11.00 hrs.
- **Lugar de realización:** Sala de reuniones Frutas del Norte (Chile) S.A (FRUNOR). Los Carrera 380, of 415, La Serena.
- **Temas tratados o exposiciones realizadas:** Herramientas existentes para interpretar los análisis foliares, objetivos del estudio, metodología de trabajo.
- **Destinatarios de la actividad:** Productores de la zona.
- **Nombre y tipo de las organizaciones u otras instituciones relevantes en el tema o sector que tuvieron representación en la asistencia del evento.** FRUNOR. Empresa privada, Frutas del Norte, Chile S.A.
- **Identificación de los expositores:** Erika Kania K. (Investigadora, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile)
- Actividad limitada destinada a quienes fueron específicamente invitados.
- Actividad sin costo para los invitados.
- Se exhibió data show a los asistentes. Se adjunta la presentación.
- **Resumen de la actividad:**

Objetivo de la actividad:

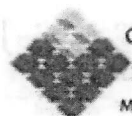
Pesentar y sociabilizar la metodología de análisis a los productores frutícolas, basadas en los resultados previos de estudios de título y grado.

Contenido de la presentación:

- Necesidades y análisis del problema a abordar.
- Metodología existente para la interpretación de los análisis foliares.
- Objetivo general del Estudio
- Objetivos específicos del Estudio
- Metodología de trabajo
- Análisis Estadístico

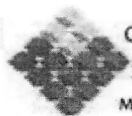
Conclusiones:

- El sistema DRIS ha demostrado ser una eficaz herramienta para la interpretación de los análisis foliares, solamente si se cuenta con normas bien desarrolladas.
- El uso del Análisis Multivariado de Componentes Principales es una poderosa herramienta estadística para analizar varias variables a la vez.



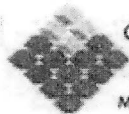
GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA
MINISTERIO DE AGRICULTURA

PRESENTACION 1



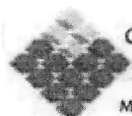
GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA
MINISTERIO DE AGRICULTURA

2



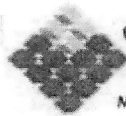
GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA
MINISTERIO DE AGRICULTURA

3



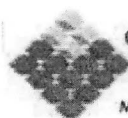
GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA
MINISTERIO DE AGRICULTURA

4



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA
MINISTERIO DE AGRICULTURA

5



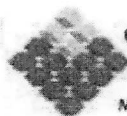
GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA
MINISTERIO DE AGRICULTURA

6



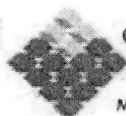
GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA
MINISTERIO DE AGRICULTURA

7



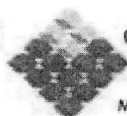
GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA
MINISTERIO DE AGRICULTURA

8



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA
MINISTERIO DE AGRICULTURA

19



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA
MINISTERIO DE AGRICULTURA

10

2) CHARLA - MESA DE TRABAJO GRUPO APAC- ALTO DEL CARMEN

- Invitación:



La Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y la Asociación Gremial de Productores y Exportadores de Uva de Mesa de la comuna de Alto del Carmen (APAC) invitan a usted a una Charla – Mesa de trabajo del proyecto “Uso eficiente de los fertilizantes en la fruticultura chilena, aplicando nuevas técnicas interpretativas del análisis foliar”, iniciativa que cuenta con el financiamiento de la Fundación para la Innovación Agraria.

La actividad se realizará el Jueves 27 de agosto de 2009, de 9:00 a 11:00 horas, en la Sala de reuniones de la Municipalidad de Alto del Carmen, ubicada en Padre Alonso García s/n, Alto del Carmen.

Le agradecemos confirmar su participación con Paulina Pino (paupino@uchile.cl, 06-8437090).

Colaboran: Centro Regional de Estudios Agronómicos de la Universidad de Chile (UCHILECREA), proyecto cofinanciado por InnovaChile de CORFO.

- **Tipo de actividad:** Charla – Mesa de trabajo informativa del proyecto
- **Objetivo principal:** Presentar y sociabilizar la metodología de interpretación de los análisis foliares a los productores frutícolas, basada en los resultados de estudios previos de título y grado.
- **Fecha:** Jueves 27 de agosto
- **Horario:** 9.00 – 11.00 hrs.
- **Lugar de realización:** Sala de reuniones de la Municipalidad de Alto del Carmen, ubicada en Padre Alonso García s/n, Alto del Carmen.
- **Temas tratados o exposiciones realizadas:**
Herramientas existentes para interpretar los análisis foliares, objetivos del estudio, metodología de trabajo.
- **Destinatarios de la actividad:** Productores de la zona.
Nombre y tipo de las organizaciones u otras instituciones relevantes en el tema o sector que tuvieron representación en la asistencia del evento. Productores de uva de mesa del Valle del Huasco pertenecientes a APAC (Asociación Gremial de productores y Exportadores de Uva de Mesa de la comuna de Alto del Carmen)
- **Identificación de los expositores:** Erika Kania K. (Investigadora, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile)
- Actividad limitada destinada a quienes fueron específicamente invitados.
- Actividad sin costo para los invitados.
- Se exhibió data show a los asistentes. Se adjunta la presentación (misma presentación que charla realizada en La Serena)
- **Resumen de la actividad:** Mismo resumen que charla realizada en La Serena

3) CHARLA - MESA DE TRABAJO GRUPO APECO- COPIAPÓ

- Invitación:



La Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y la Asociación de Productores y Exportadores Agrícolas del Valle de Copiapó (APECO) invitan a usted a una Charla – Mesa de trabajo del proyecto “Uso eficiente de los fertilizantes en la fruticultura chilena, aplicando nuevas técnicas interpretativas del análisis foliar”, iniciativa que cuenta con el financiamiento de la Fundación para la Innovación Agraria.

La actividad se realizará el Jueves 27 de agosto de 2009, de 16:00 a 18:00 horas, en el Salón ACHS, ubicado en Vallejos 570, 3^{er} piso (Entre Rodríguez y Los Carreras), Copiapó.

Le agradecemos confirmar su participación con Fernanda Prohens (mprohens@uchile.cl, 06-8437087 o al 52-232496).

Colaboran: Centro Regional de Estudios Agronómicos de la Universidad de Chile (UCHILECREA), proyecto cofinanciado por InnovaChile de CORFO.

- **Tipo de actividad:** Charla – Mesa de trabajo informativa del proyecto
- **Objetivo principal:** Presentar y sociabilizar la metodología de interpretación de los análisis foliares a los productores frutícolas, basada en los resultados de estudios previos de título y grado.
- **Fecha:** Jueves 27 de agosto
- **Horario:** 16.00 – 18.00 hrs.
- **Lugar de realización:** Salón ACHS, ubicado en Vallejos 570, 3^{er} piso (Entre Rodríguez y Los Carreras), Copiapó.
- **Temas tratados o exposiciones realizadas:** Herramientas existentes para interpretar los análisis foliares, objetivos del estudio, metodología de trabajo.
- **Destinatarios de la actividad:** productores de la zona
Nombre y tipo de las organizaciones u otras instituciones relevantes en el tema o sector que tuvieron representación en la asistencia del evento. Productores de uva de mesa del Valle de Copiapó pertenecientes a APECO (Asociación de productores y Exportadores Agrícolas del Valle de Copiapó).
- **Identificación de los expositores:** Erika Kania K. (Investigadora, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile)
- Actividad limitada destinada a quienes fueron específicamente invitados.
- Actividad sin costo para los invitados.
- Se exhibió data show a los asistentes. Se adjunta la presentación (misma presentación que charla realizada en La Serena)
- **Resumen de la actividad:** Mismo resumen que charla realizada en La Serena

4) CHARLAS TÉCNICAS CON LOS DEMÁS ASOCIADOS:

Con los asociados PRUNESCO, Alfredo Chimenti, Soc. Agrofrutera Fundo el Escorial Ltda., Agrícola Pihue Ltda. y Agrícola Brown Ltda., se realizaron reuniones técnicas con cada uno de ellos, abordando. Se incluyeron además a los beneficiarios directos Valle Grande S.A. y AGRICOM.

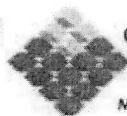
- **Tipo de actividad:** Charla informativa del proyecto
- **Objetivo principal:** Presentar y sociabilizar la metodología de interpretación de los análisis foliares a los asociados del proyecto y a los nuevos beneficiarios directos.
- **Fecha:** entre septiembre y octubre de 2009.
- **Lugar de realización:** En los campos de cada uno de ellos.
- **Temas tratados o exposiciones realizadas:**
Herramientas existentes para interpretar los análisis foliares, objetivos del estudio, metodología de trabajo.
- **Destinatarios de la actividad:** Ingenieros Agrónomos del campo, Administradores.
- **Identificación de los expositores:** Erika Kania K. (Investigadora, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile)
- Se exhibió data show a los asistentes. Se adjunta la presentación (misma presentación que charla realizada en La Serena)
- **Resumen de la actividad:** Mismo resumen que charla realizada en La Serena

5. PRESENTACIONES EN CONGRESO AGRONÓMICO

El análisis foliar es una herramienta eficaz para evaluar el estado nutricional de las plantas, en la medida que se cuentan con procedimientos adecuados para la interpretación de resultados de los análisis. Usualmente en los predios se generan grandes bases de datos con información histórica de análisis foliares y datos de producción, antecedentes que pueden llegar a ser muy valiosos si se recurren a técnicas estadísticas que permitan “mirar los datos para ver que pretenden decir”. Comúnmente podemos graficarlos en tres dimensiones, pero para entender que esta pasando en dimensiones mayores se debe recurrir otras herramientas como lo es el Análisis Multivariado, técnica estadística que analiza simultáneamente más de tres variables en una muestra de observaciones.

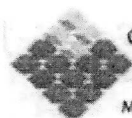
En el marco del Estudio, se realizó un estudio en el predio Agrícola Brown V Región, con diferentes variedades de uva de mesa, cuyo objetivo consistió en relacionar el contenido de nutrientes de pecíolos, evaluados durante 5 años en plena flor, con la productividad de seis variedades de uva de mesa.

Se adjunta trabajo presentando en poster.



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA
MINISTERIO DE AGRICULTURA

ADJUNTAR POSTER



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA
MINISTERIO DE AGRICULTURA

V. ANEXOS

ANEXO 1: FICHA DATOS PERSONALES

FICHA REPRESENTANTE (S) LEGAL (ES) DEL EJECUTOR

Tipo de actor en el Proyecto (A)	Representante legal del Agente Postulante.		
Nombres	Luís Antonio		
Apellido Paterno	Lizana		
Apellido Materno	Malinconi		
RUT Personal	4.017.376-5		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas		
RUT de la Organización	60.910.000-1		
Tipo de Organización	Pública	☒ X	Privada
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Decano		
Dirección (laboral)	Av. Santa Rosa 11315		
País	Chile		
Región	Metropolitana		
Ciudad o Comuna	Santiago		
Fono	02-9785727		
Fax	02-5417055		
Celular	09-0796503		
E-mail	alizana@uchile.cl		
Web	www.uchile.cl		
Género	Masculino	☒ X	Femenino
Etnia (B)	Sin Clasificar		
Tipo (C)	Profesional		

(A), (B), (C): Ver notas al final de este anexo

ANEXO 1: FICHA DATOS PERSONALES

FICHA REPRESENTANTE (S) LEGAL (ES) AGENTES ASOCIADOS

En el Transcurso del Estudio hubo un cambio en el representante del Agente Asociado APECO, FRUNOR,

Tipo de actor en el proyecto (A)	Representante legal Agente Asociado		
Nombres	Juan Carlos Lillo Blanco		
Apellido Paterno	Lillo		
Apellido Materno	Blanco		
RUT Personal	6.862.770-2		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	APECO. Asociación de Productores y Exportadores Agrícolas del Valle de Copiapó.		
RUT de la Organización	72.122.200-4		
Tipo de Organización	Pública	Privada	☒
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Representante Legal.		
Dirección (laboral)	Rómulo Jota Peña 231		
País	Chile		
Región	Tercera		
Ciudad o Comuna	Copiapó		
Fono (laboral)	52-216404		
Fax (laboral)			
Celular	9-3599786		
E-mail	jclillo@ruta.cl		
Web			
Género	Masculino	☒	Femenino
Etnia (B)	Sin Clasificar		
Tipo (C)	Profesional		

(A), (B), (C): Ver notas al final de este anexo

ANEXO 1: FICHA DATOS PERSONALES

FICHA REPRESENTANTE (S) LEGAL (ES) AGENTES ASOCIADOS

Tipo de actor en el proyecto (A)	Representante legal Agente Asociado			
Nombres	Nicolás			
Apellido Paterno	Del Río			
Apellido Materno	Noe			
RUT Personal	10.765.984-6			
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	APAC. Asociación Gremial de productores y Exportadores de Uva de Mesa de la comuna de Alto del Carmen.			
RUT de la Organización	65.805.630-1			
Tipo de Organización	Pública		Privada	X
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Presidente			
Dirección (laboral)	Alonso de Ercilla 629			
País	Chile			
Región	Región de Atacama			
Ciudad o Comuna	Vallenar			
Fono (laboral)	051-612728			
Fax (laboral)				
Celular	9-2800834			
E-mail	delrionoe@gmail.com			
Web				
Género	Masculino	X		
Etnia (B)	Sin clasificar			
Tipo (C)	Profesional			

ANEXO 1: FICHA DATOS PERSONALES

FICHA REPRESENTANTE (S) LEGAL (ES) AGENTES ASOCIADOS

Tipo de actor en el proyecto (A)	Representante legal Agente Asociado		
Nombres	Alfredo		
Apellido Paterno	Chimenti		
Apellido Materno	Agri		
RUT Personal			
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Alfredo Chimenti Agri		
RUT de la Organización	4.344.518-9		
Tipo de Organización	Pública		Privada ☒
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Propietario		
Dirección (laboral)	Parcelas N° 8-9 Loreto-Talagante		
País	Chile		
Región	M		
Ciudad o Comuna	Talagante		
Fono (laboral)	8172282		
Fax (laboral)	8173349		
Celular	09-2362590		
E-mail	achimenti@adsl.tie.cl		
Web			
Género	Masculino	☒	Femenino
Etnia (B)	Sin Clasificar		
Tipo (C)	Productor individual mediano		

ANEXO 1: FICHA DATOS PERSONALES

FICHA REPRESENTANTE (S) LEGAL (ES) AGENTES ASOCIADOS

Tipo de actor en el proyecto (A)	Representante legal Agente Asociado		
Nombres	Héctor		
Apellido Paterno	Claro		
Apellido Materno	Collins		
RUT Personal	5.789.027-4		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	PRUNESCO		
RUT de la Organización	96.687.090-7		
Tipo de Organización	Pública		Privada ☒
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Gerente General		
Dirección (laboral)	Av. Ramón Subercaseaux 1712		
País	Chile		
Región	Metropolitana		
Ciudad o Comuna	Pirque		
Fono (laboral)	(02)-4890000		
Fax (laboral)	(02)-8505134		
Celular			
E-mail	hclaro@prunesco.com		
Web	www.prunesco.com		
Género	Masculino ☒	Femenino	
Etnia (B)	Sin Clasificar		
Tipo (C)	Profesional		

ANEXO 1: FICHA DATOS PERSONALES

FICHA REPRESENTANTE (S) LEGAL (ES) AGENTES ASOCIADOS

Tipo de actor en el proyecto (A)	Representante legal Agente Asociado		
Nombres	Eltjer Boris		
Apellido Paterno	Ramirez		
Apellido Materno	Gajardo		
RUT Personal	7.779.429-8		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Soc. Agrofrutera Fundo el Escorial Ltda..		
RUT de la Organización	87.695.700-0		
Tipo de Organización	Pública	Privada	☒
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Gerente de Administracion y Finanzas		
Dirección (laboral)	Calle Larga N° 2380		
País	Chile		
Región	Valparaíso		
Ciudad o Comuna	Calle Larga		
Fono (laboral)	034-461888		
Fax (laboral)	034-461383		
Celular	8900 9556		
E-mail	eramirez@browngroup.cl		
Web			
Género	Masculino	☒	Femenino
Etnia (B)	Sin Clasificar		
Tipo (C)	Profesional		

ANEXO 1: FICHA DATOS PERSONALES

FICHA REPRESENTANTE (S) LEGAL (ES) AGENTES ASOCIADOS

Tipo de actor en el proyecto (A)	Representante legal Agente Asociado		
Nombres	Eltjer Boris		
Apellido Paterno	Ramirez		
Apellido Materno	Gajardo		
RUT Personal	7.779.429-8		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Agrícola Pihue Ltda.		
RUT de la Organización	78.801.570-4		
Tipo de Organización	Pública		Privada ☒
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Gerente de Administracion y Finanzas		
Dirección (laboral)	Calle Larga N° 2390		
País	Chile		
Región	Valparaiso		
Ciudad o Comuna	Calle Larga		
Fono (laboral)	034-461036		
Fax (laboral)	034-461383		
Celular	8900 9556		
E-mail	eramirez@browngroup.cl		
Web			
Género	Masculino ☒		Femenino ☐
Etnia (B)	Sin Clasificar		
Tipo (C)	Profesional		

ANEXO 1: FICHA DATOS PERSONALES

FICHA REPRESENTANTE (S) LEGAL (ES) AGENTES ASOCIADOS

Tipo de actor en el proyecto (A)	Representante legal Agente Asociado		
Nombres	Eltjer Boris		
Apellido Paterno	Ramirez		
Apellido Materno	Gajardo		
RUT Personal	7.779.429-8		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Agrícola Brown Ltda.		
RUT de la Organización	84.485.800-0		
Tipo de Organización	Pública	Privada	☒
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Gerente de Administracion y Finanzas		
Dirección (laboral)	Calle Larga N° 2389		
País	Chile		
Región	Valparaiso		
Ciudad o Comuna	Calle Larga		
Fono (laboral)	034-461036		
Fax (laboral)	034-461383		
Celular	8900 9556		
E-mail	eramirez@browngroup.cl		
Web			
Género	Masculino	☒	Femenino
Etnia (B)	Sin Clasificar		
Tipo (C)	Profesional		

ANEXO 1: FICHA DATOS PERSONALES

FICHA REPRESENTANTE (S) LEGAL (ES) AGENTES ASOCIADOS

Tipo de actor en el proyecto (A)	Representante legal Agente Asociado		
Nombres	Carlos		
Apellido Paterno	Vergara		
Apellido Materno			
RUT Personal			
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Frutas del Norte (Chile) S.A		
RUT de la Organización	99.533.040-7		
Tipo de Organización	Pública		Privada ☒
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Gerencia General		
Dirección (laboral)	Los Carrera 380. Of. 415		
País	Chile		
Región	Cuarta		
Ciudad o Comuna	La Serena		
Fono (laboral)	51-223183 51- 550606		
Fax (laboral)	51-223183		
Celular	9-3456112		
E-mail	cvergara@frunor.cl		
Web	www.frunor.cl		
Género	Masculino	☒	Femenino ☐
Etnia (B)	Sin Clasificar		
Tipo (C)	Profesional		

ANEXO 1: FICHA DATOS PERSONALES

FICHA COORDINADORES Y EQUIPO TECNICO

Tipo de actor en el proyecto (A)	Coordinador Principal		
Nombres	Rodrigo		
Apellido Paterno	Callejas		
Apellido Materno	Rodríguez		
RUT Personal	9.798.777-7		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas		
RUT de la Organización	60.910.000-1		
Tipo de Organización	Pública	☒ X	Privada
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Académico, Profesor Asistente, Jornada Completa (44 hrs. semanales)		
Profesión	Ingeniero Agrónomo (Universidad de Chile)		
Especialidad	Doctor en Ciencias Agrícolas (Dr. Sc. Agr.) (Universidad de Hohenheim-Stuttgart)		
Dirección (laboral)	Av. Santa Rosa 11315		
País	Chile		
Región	Metropolitana		
Ciudad o Comuna	Santiago, La Pintana		
Fono	02-9785727		
Fax	02-9785813		
Celular	09-2228552		
E-mail	rcalleja@uchile.cl		
Web	www.uchile.cl		
Género	Masculino	☒ X	Femenino
Etnia (B)	Sin Clasificar		
Tipo (C)	Profesional		

ANEXO 1: FICHA DATOS PERSONALES

FICHA COORDINADORES Y EQUIPO TECNICO

Tipo de actor en el proyecto (A)	Coordinador Alterno		
Nombres	Bruno		
Apellido Paterno	Razeto		
Apellido Materno	Migliario		
RUT Personal	4.627.386-9		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas		
RUT de la Organización	60.910.000-1		
Tipo de Organización	Pública	☒ X	Privada
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Académico, Profesor Titular, Jornada Completa (44 hrs. semanales)		
Profesión	Ingeniero Agrónomo (Universidad de Chile)		
Especialidad	Master of Science (Universidad de California, Davis)		
Dirección (laboral)	Av. Santa Rosa 11315		
País	Chile		
Región	Metropolitana		
Ciudad o Comuna	Santiago, La Pintana		
Fono	02-9785727		
Fax	02-9785813		
Celular	09-9175870		
E-mail	brazeto@uchile.cl		
Web	www.uchile.cl		
Género	Masculino	☒ X	Femenino
Etnia (A)	Sin Clasificar		
Tipo (B)	Profesional		

ANEXO 1: FICHA DATOS PERSONALES

FICHA COORDINADORES Y EQUIPO TECNICO

Tipo de actor en el proyecto (A)	Equipo Técnico		
Nombres	Erika Elisabeth		
Apellido Paterno	Kania		
Apellido Materno	Kuhl		
RUT Personal	12.852.602-1		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas		
RUT de la Organización	60.910.000-1		
Tipo de Organización	Pública	☒ X	Privada
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Instructor Adjunto, Jornada parcial (12 hrs. semanales)		
Profesión	Ingeniero Agrónomo (Universidad de Chile).		
Especialidad	Estudiante Doctorado (Universidad de Chile)		
Dirección (laboral)	Av. Santa Rosa 11315		
País	Chile		
Región	La Pintana		
Ciudad o Comuna	Santiago		
Fono	02-9785727		
Fax	02-9785813		
Celular	09-2511300		
E-mail	ekania@uchile.cl		
Web	www.uchile.cl		
Género	Masculino	☐	Femenino ☒ X
Etnia (A)	Sin Clasificar		
Tipo (B)	Profesional		

ANEXO 1: FICHA DATOS PERSONALES

FICHA COORDINADORES Y EQUIPO TECNICO

Tipo de actor en el proyecto (A)	Equipo Técnico		
Nombres	Trinidad		
Apellido Paterno	Del Rio		
Apellido Materno	Mena		
RUT Personal	15.324.150.3		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas		
RUT de la Organización	60.910.000-1		
Tipo de Organización	Pública	☒ X	Privada
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Ayudante a honorario		
Profesión	Lic. Cs. Agropecuarias (Universidad de Chile).		
Especialidad			
Dirección (laboral)	Av. Santa Rosa 11315		
País	Chile		
Región	La Pintana		
Ciudad o Comuna	Santiago		
Fono	02-9785727		
Fax	02-9785813		
Celular	09-2246196		
E-mail	tdelrio@uchile.cl		
Web	www.uchile.cl		
Género	Masculino	☐	Femenino ☒ X
Etnia (A)	Sin Clasificar		
Tipo (B)	Profesional		

ANEXO 1: FICHA DATOS PERSONALES

FICHA PARTICIPANTES O BENEFICIARIOS DIRECTOS

Tipo de actor en el proyecto (A)	Beneficiario Directo.		
Nombres	Juan Pablo		
Apellido Paterno	Barrios		
Apellido Materno	Toro		
RUT Personal	9.973.751-4		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Valle Grande S.A		
RUT de la Organización	76.929.810-k		
Tipo de Organización	Publica	Privada	☒
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Gerente General		
Profesión			
Especialidad			
Dirección (laboral)	Av. del Parque 4161 of. 302 Ciudad Empresarial, Huechuraba Región Metropolitana		
País	Chile		
Región	RM		
Ciudad o Comuna	Melipilla y Coquimbo		
Fono	02-4431033		
Fax	02-4431033		
Celular	06-2076792		
E-mail	m-rojas@valle-grande.cl		
Web	www.olave.cl		
Género	Masculino	☒	Femenino
Etnia (B)	Sin clasificar		
Tipo (C)	Profesional		

ANEXO 1: FICHA DATOS PERSONALES

FICHA PARTICIPANTES O BENEFICIARIOS DIRECTOS

Tipo de actor en el proyecto (A)	Beneficiario Directo		
Nombres	Max		
Apellido Paterno	Cathalifaud		
Apellido Materno	Escobar		
RUT Personal			
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	AGRICOM		
RUT de la Organización	86.727.800-1		
Tipo de Organización	Publica		Privada ☒
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Gerente de finanzas		
Profesión			
Especialidad			
Dirección (laboral)	El Golf 99, of. 301		
País	Chile		
Región	Metropolitana		
Ciudad o Comuna	Santiago		
Fono	4313200		
Fax	4313250		
Celular			
E-mail	maxca@agricom.cl		
Web	www.agricom.cl		
Género	Masculino	☒	Femenino ☐
Etnia (B)	Sin clasificar		
Tipo (C)	Profesional		

ANEXO 2: FICHA DATOS ORGANIZACIONES

FICHA AGENTES POSTULANTES Y ASOCIADOS

Tipo de actor en el Proyecto (D)	Agente Postulante.		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas		
RUT de la Organización	60.910.000-1		
Tipo de Organización	Pública	☒ X	Privada
Dirección	Av. Santa Rosa 11315		
País	Chile		
Región	Metropolitana		
Ciudad o Comuna	Santiago		
Fono	02-9785727		
Fax	02-5417055		
Celular	09-0796503		
E-mail	alizana@uchile.cl		
Web	www.uchile.cl		
Tipo (E)	Universidad Nacional		

ANEXO 2: FICHA DATOS ORGANIZACIONES

FICHA AGENTES POSTULANTES Y ASOCIADOS

Tipo de actor en el proyecto (D)	Agente Asociado		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	APECO. Asociación de Productores y Exportadores Agrícolas del Valle de Copiapó.		
RUT de la Organización	72.122.200-4		
Tipo de Organización	Pública	Privada	X
Dirección	Romulo Jota Peña 231		
País	Chile		
Región	Tercera		
Ciudad o Comuna	Copiapó		
Fono	52-216404		
Fax			
Celular	9-3599786		
E-mail	jclillo@ruta.cl		
Web			
Tipo (E)	Organización o Asociación d Productores Medianos-grande		

ANEXO 2: FICHA DATOS ORGANIZACIONES

FICHA AGENTES POSTULANTES Y ASOCIADOS

Tipo de actor en el proyecto (D)	Agente Asociado		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	APAC. Asociación Gremial de productores y Exportadores de Uva de Mesa de la comuna de Alto del Carmen.		
RUT de la Organización	65.805.630-1		
Tipo de Organización	Pública	Privada	X
Dirección	Alonso de Ercilla 629		
País	Chile		
Región	Región de Atacama		
Ciudad o Comuna	Vallenar		
Fono	051-612728		
Fax			
Celular	9-2800834		
E-mail	delrionoe@gmail.com		
Web			
Tipo (E)	Organización o Asociación de productores Medianos		

ANEXO 2: FICHA DATOS ORGANIZACIONES

FICHA AGENTES POSTULANTES Y ASOCIADOS

Tipo de actor en el proyecto (A)	Agente Asociado		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Alfredo Chimenti Agri		
RUT de la Organización	4.344.518-9		
Tipo de Organización	Pública	Privada	☒
Dirección	Parcelas N° 8-9 Loreto-Talagante		
País	Chile		
Región	M		
Ciudad o Comuna	Talagante		
Fono	8172282		
Fax	8173349		
Celular	09-2362590		
E-mail	achimenti@adsl.tie.cl		
Web			
Tipo (E)	Productor individual mediano		

ANEXO 2: FICHA DATOS ORGANIZACIONES

FICHA AGENTES POSTULANTES Y ASOCIADOS

Tipo de actor en el proyecto (D)	Agente Asociado		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	PRUNESCO S.A.		
RUT de la Organización	96.687.090-7		
Tipo de Organización	Pública		Privada ☒
Dirección	Av. Ramón Subercaseaux 1712		
País	Chile		
Región	Metropolitana		
Ciudad o Comuna	Pirque		
Fono	(02)-4890000		
Fax	(02)-8505134		
Celular			
E-mail	hclaro@prunesco.com		
Web	www.prunesco.com		
Tipo (E)	Organización o Asociaciones de productores Medianos a Pequeños		

ANEXO 2: FICHA DATOS ORGANIZACIONES

FICHA AGENTES POSTULANTES Y ASOCIADOS

Tipo de actor en el proyecto (D)	Agente Asociado		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Soc. Agrofrutera Fundo el Escorial Ltda..		
RUT de la Organización	87.695.700-0		
Tipo de Organización	Pública		Privada ☒
Dirección	Calle Larga N° 2380		
País	Chile		
Región	Valparaíso		
Ciudad o Comuna	Calle Larga		
Fono	034-461383		
Fax	034-461888		
Celular	09-4488084		
email	eramirez@browngroup.cl		
Web			
Tipo (E)	Empresa productiva		

ANEXO 2: FICHA DATOS ORGANIZACIONES

FICHA AGENTES POSTULANTES Y ASOCIADOS

Tipo de actor en el proyecto (D)	Agente Asociado		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Agrícola Pihue Ltda.		
RUT de la Organización	78.801.570-4		
Tipo de Organización	Pública	Privada	X
Dirección	Calle Larga N° 2389		
País	Chile		
Región	Valparaíso		
Ciudad o Comuna	Calle Larga		
Fono	034-461036		
Fax	034-461383		
Celular	09-4488084		
E-mail	eramirez@browngroup.cl		
Web			
Tipo (E)	Empresa Productiva		

ANEXO 2: FICHA DATOS ORGANIZACIONES

FICHA AGENTES POSTULANTES Y ASOCIADOS

Tipo de actor en el proyecto (D)	Agente Asociado		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Agrícola Brown Ltda.		
RUT de la Organización	84.485.800-0		
Tipo de Organización	Pública	Privada	X
Dirección	Calle Larga N° 2389		
País	Chile		
Región	Valparaíso		
Ciudad o Comuna	Calle Larga		
Fono	034-461036		
Fax	034-461383		
Celular	09-4488084		
E-mail	eramirez@browngroup.cl		
Web			
Tipo (E)	Empresa productiva		

ANEXO 2: FICHA DATOS ORGANIZACIONES

FICHA AGENTES POSTULANTES Y ASOCIADOS

Tipo de actor en el proyecto (D)	Agente Asociado		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Frutas del Norte (Chile) S.A		
RUT de la Organización	99.533.040-7		
Tipo de Organización	Pública	Privada	X
Dirección	Los Carrera 380. Of. 415		
País	Chile		
Región	Cuarta		
Ciudad o Comuna	La Serena		
Fono	51-223183 51- 550606		
Fax	51-223183		
Celular	9-3456112		
E-mail	cvergara@frunor.cl		
Web	www.frunor.cl		
Tipo (E)	Organización o Asociaciones de productores Medianos - Grandes		

ANEXO 2: FICHA DATOS ORGANIZACIONES

FICHA ORGANIZACIONES PARTICIPANTES O BENEFICIARIOS DIRECTOS

Tipo de actor en el proyecto (D)	Beneficiario Directo.		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Valle Grande S.A		
RUT de la Organización	76.929.810-k		
Tipo de Organización	Publica	Privada	X
Dirección	Av. del Parque 4161 of. 302 Ciudad Empresarial, Huechuraba Región Metropolitana		
País	Chile		
Región	RM		
Ciudad o Comuna	Melipilla y Coquimbo		
Fono	02-4431033		
Fax	02-4431033		
Celular	06-2076792		
E-mail	m-rojas@valle-grande.cl		
Web	www.olave.cl		
Tipo (E)	Empresa productiva		

ANEXO 2: FICHA DATOS ORGANIZACIONES

FICHA ORGANIZACIONES PARTICIPANTES O BENEFICIARIOS DIRECTOS

Tipo de actor en el proyecto (D)	Beneficiario Directo		
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	AGRICOM		
RUT de la Organización	86.727.800-1		
Tipo de Organización	Publica	Privada	X
Dirección	El Golf 99, of 301		
País	Chile		
Región	Metropolitana		
Ciudad o Comuna	Santiago		
Fono	4313200		
Fax	4313250		
Celular			
E-mail	maxca@agricom.cl		
Web	www.agricom.cl		
Tipo (E)			

VI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- AITCHISON, J.** 1982. The statistical analysis of compositional data. Journal of the Royal Statistical Society. Serie B. 44:139-177.
- AITCHISON, J.** 1986. Statistical analysis of compositional data. Chapman and Hall, New York.
- ANGELES, D.; SUMNER, M.; LAHAV, E.** 1993. Preliminary DRIS norms for bananas. Journal of Plant Nutrition. 16:1059-1070.
- BAILEY, J.S.; BEATTIE, J.A.M. Y KILPATRICK, D.J.** 1997. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for diagnosing the nutrient status of grassland swards: I. Model establishment. Plant and Soil. 197: 127-135.
- BALDOCK, J.; SCHULTE, E.** 1996. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. Agronomy Journal. 88: 448-456.
- BATES, T.** 1971. Factors affecting critical nutrient concentrations in plant and their evaluation: A review. Soil Science. 112:116-130.
- BEAUFILS, E.** 1957. Research for rational exploitation of *Hevea brasiliensis* using a physiological diagnosis based on mineral analysis of various parts of the plant. Fertilite. 3:27-38.
- BEAUFILS, E.** 1971. Physiological diagnosis. A guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. Fertilizer Society of South African Journal. 1:1-31.
- BEAUFILS, E.** 1973. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). A general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. Soil Science Bulletin - University of Natal (Sudafrica). 1: 1-132.
- BEAUFILS, E.; SUMNER, M.** 1976. Application of the DRIS approach for calibrating soil, plant yield and quality factors of sugarcane. Proceedings of the South Africa Sugar Technology Association. 50:118-124.
- BEAUFILS, E.; SUMNER, M.** 1977. Effect of time of sampling on the diagnosis of N, P, K, Ca and Mg requirements of sugarcane by DRIS approach. Proceedings of the South Africa Sugar Technology Association. 51: 62-67.
- BELL, P.; HALLMARK, W.; SABBE, W.; DOMBECK, D.** 1995. Diagnosing nutrient deficiencies in soybean, using M-DRIS and critical nutrient level procedures. Agronomy Journal. 87:859-865.
- BEVERLY, R.; STARK, J.; OJALA, J.; EMBLETON, T.** 1984. Nutrient diagnosis of Valencia orange by DRIS. Journal of the American Society for Horticultural Science. 109:649-654.
- BEVERLY, R.** 1992. Prescient diagnostic-analysis shows sufficiency range approach superior to DRIS for citrus. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 23: 2641-2649.
- BOWEN, J.** 1992. Comparative DRIS and critical concentration interpretation of papaya tissue-analysis data. Tropical Agriculture. 69:63-67.
- CADAHÍA, C.** 1998. Fertirrigación, cultivos hortícolas y ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa, España. 475p.
- CALDWELL, J.; SUMNER, M.; VAVRINA, S.** 1994. Development and testing of preliminary foliar DRIS norms for onions. HortScience. 29: 1501-1504.
- DARA, S.; FIXEN, P.; GELDERMAN, R.** 1992. Sufficiency level and diagnosis and recommendation integrated system approaches for evaluating the nitrogen status of corn. Agronomy Journal. 84:1006-1010.
- DOW, A.; ROBERTS, S.** 1982. Proposal: Critical nutrient ranges for crop diagnosis. Agronomy Journal. 74: 401-403.
- ELWALI, A.; GASCHO, G.** 1983. Sugarcane response to P, K, and DRIS corrective treatments on Florida Histosols. Agronomy Journal. 75:7-83.

- ELWALI, A.; GASCHO, G.** 1984. Soil testing foliar analysis and DRIS as guides for sugarcane fertilization. *Agronomy Journal*. 76: 466-470.
- ESCANO, C.; JONES, C.; UEHARA, G.** 1981. Nutrient diagnosis in corn grown on hydric dystrandepts. II. Comparison of two systems of tissue diagnosis. *Soil Science Society of American Journal*. 45:1140-1114.
- GALLEGUILLLOS, M.** 2005. Estudios de los sistemas DRIS y CND para el diagnóstico nutricional de la vid "Sultanina" en el Valle de Copiapó. Memoria de Título Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 46 p.
- HALLMARK, W.; BEVERLY, R.** 1991. Review - An update in the use of the diagnosis and recommendation integrated system. *Journal of Fertilizer Issues*. Paris. 8:74-88.
- HARTZ, T.; MIYAO, E.; VALENCIA, J.** 1998. DRIS evaluation of the nutritional status of processing tomato. *HortScience*. 33: 830-832.
- JONES, C.** 1981. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 12:785-794.
- JONES JUNIOR, J.** 1993. Modern interpretation system for soil and plant analysis in the USA. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 33: 1039-1043.
- KELLING, K.; SCHULTE, E.; ERICKSON, T.** 1985-1986. Adapting DRIS for alfalfa: What are the diagnostic norms? *Better Crops Plant Food*. 70:18-20.
- LETSCH, W.; SUMNER, M.** 1984. Effect of population size and yield level on selection of diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) norms. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 15:997-1006.
- LETSCH, W.** 1985. Computer program for selection of norms used in the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 16:39-347.
- MELSTED, S.; MOTTO, H.; PECK, T.** 1969. Critical plant nutrient composition values useful in interpreting plant analysis data. *Agronomy Journal*. 61: 17-20
- PARENT, L.; GRANGER, R.** 1989. Derivation of DRIS norms from a high density apple orchard established in the Quebec Appalachian Mountains. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 114: 915-919.
- PARENT, L.; DAFIR, M.** 1992. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. Sainte-Foy, Québec, Canada. Soil Science Department, Laval University. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 117(2): 239-242.
- PAYNE, G.; RECHCIGL, J.; STEPHENSON, R.** 1990. Development of diagnosis and recommendation integrated system norms for bahiagrass. *Agronomy Journal*. 82: 930-934.
- RAZETO, B.** 1970. Fecha de muestreo y su influencia en análisis foliar en duraznero. Boletín técnico n° 32. Estación Experimental Agronómica. Universidad de Chile.
- RAZETO, B.** 2009. Symptoms of nutrient imbalances in fruit trees. SQM. Santiago, Chile. 187 p.
- REIS, R.** 2002. DRIS norms universality in the corn crop. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 33: 711-735.
- REIS, R.; MONNERAT, P.** 2002 a. Diagnose nutricional sa cana de azucare m Campos dos Goytacazes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 26: 367-372.
- REIS, R.; MONNERAT, P.** 2002 b. Sugarcane nutritional diagnosis with DRIS norms established in Brazil, South Africa, and the United States . *Journal of Plant Nutrition*. 25: 2831-2851.
- ROBERTS, S.; RHEE, J.** 1993. Critical nutrient concentrations and DRIS analysis of leaf and grain from high-yielding corn. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 24:2679-2687.
- ROMINGER, R.; SMITH, D.; PETERSON, L.** 1975. Changes in elemental concentration in alfalfa herbage at two soil fertility levels with advance in maturity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 6: 163-180.

- SOLTANPOUR, P.; MALAKOUTI, M.; RONAGHI, A.** 1995. Comparison of diagnosis and recommendation integrated system and nutrient sufficiency range for corn. *Soil Science Society of American Journal*. 59:133-139.
- STEEL, R.G.D., TORRIE, J.H.** 1980. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. McGraw-Hill Book Co., New York.
- SUMNER, M.** 1977 a. Applications of Beaufils diagnostic indices to maize data published in the literature irrespective of age and conditions. *Plant and Soil*. 46:359-369.
- SUMNER, M.** 1977 b. Preliminary N, P and K foliar diagnosis norms for soybean. *Agronomy Journal*. 69: 226-230.
- SUMNER, M.** 1977 c. Effect of corn leaf sampled on N, P, K, Ca, and Mg content on calculated DRIS indices. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 8: 269-280.
- SUMMER, M.** 1979. Interpretation of foliar analysis for diagnostic purposes. *Agronomy Journal*. 71:343-348.
- SUMNER, M.** 1982. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS).p.149-188. En: Soil & plant analysis seminar. Council on Soil Testing and Plant Analysis, Anaheim.California. (EE.UU.).
- SUMMER, M.** 1985. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) as a guide to orchard fertilization. International Seminar on leaf diagnosis as a guide to orchard fertilization. Food and Fertilizer Technology Center for Asia and Pacific Region. Suweon, Korea. Boletín N° 231, Taiwan. 24 p.
- WALWORTH, J.; LETSCH, W.; SUMNER, M.** 1986 b. Use of boundary lines in establishing diagnostic norms. *Soil Science Society of American Journal* 50:123-127.
- WALWORTH, J.; SUMMER, M.** 1987. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). *Advances in Soil Science*. 6: 149-188.
- WALWORTH, J.; SUMMER, M.** 1988. Foliar diagnosis. A review. *Advance in Plant Nutrition*. 3:139-241.