

### **4.2.3 Diagnóstico nutricional por medio de Componentes Principales**

La técnica multivariada de Componentes Principales permite reducir la información de  $p$  variables a un grupo de  $q$  variables ( $q < p$ ), formando componentes mediante la combinación lineal de las  $p$  variables. De esta forma una nueva variable agrupa la información de varias variables originales que tienen características comunes, y es posible detectar nuevas relaciones entre variables que no se pueden identificar con otros métodos.

#### **4.2.3.1 Ciclo P-V 1996**

En el Cuadro 17 se presentan los coeficientes de correlación entre los componentes principales y las concentraciones de nutrimentos en hojas de papa; y coeficientes de regresión y nivel de significancia que explican la relación entre los componentes principales y el rendimiento del ciclo P-V 1996. El análisis de componentes principales identificó 4 componentes con eigenvalores mayores que 1, los cuales explicaron en un 70.62% la varianza total de los datos. El Componente Principal 1 contrasta al N, P y K con el Ca y B (Cuadro 14). Encontrándolo significativo en el análisis de regresión múltiple con coeficiente positivo, lo que indica que concentraciones altas de N, P y K y bajas de Ca y B están asociadas con altos rendimientos. El CP 3 está relacionado con Ca y Cu en forma positiva, y el coeficiente de regresión resultó negativo y significativo, lo que indica que niveles altos de Ca y Cu están asociados con bajos rendimientos. El Componente Principal 4, está positivamente correlacionado con el Fe y el coeficiente de regresión resultó negativo, lo que indica que niveles altos de Fe en el tejido vegetal están asociados con niveles bajos de rendimiento. En general, en este ciclo se observó que niveles altos de N, P y K y bajos niveles de Ca, B, Fe y Cu estuvieron asociados con altos rendimientos.

Cuadro17. Coeficientes de correlación entre los componentes principales y las concentraciones de nutrimentos en hojas de papa; coeficientes de regresión y nivel de significancia que explican la relación entre los componentes principales y el rendimiento. Ciclo P-V 1996.

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	B	$\beta_i$	p
C1	.874	.733	.658	-.588	-.046	.231	-.019	-.044	-.044	-.363	2.89	.00
C2	-.002	.153	-.131	.199	.496	-.134	.882	-.006	.883	.300	-.70	.39
C3	-.138	-.296	.295	.584	.391	-.068	-.225	.794	.164	.130	-1.64	.04
C4	.022	-.263	.192	-.085	.106	.860	.155	.008	-.198	.675	-2.45	.00

#### 4.2.3.2 Ciclo P-V 1997

En el Cuadro 18 se presentan los coeficientes de correlación entre los componentes principales y las concentraciones de nutrimentos en hojas de papa; y coeficientes de regresión y nivel de significancia que explican la relación entre los Componentes Principales y el rendimiento del ciclos P-V 1997. El análisis de componentes principales identificó 5 componentes con eigenvalores mayores que 1, los cuales explicaron en un 75.10 % la varianza total de los datos. El Componente Principal 1 contrasta al Zn y Mn (Cuadro 18). Este componente resultó significativo en el análisis de regresión múltiple con coeficiente positivo, lo que indica que concentraciones altas de Zn y Mn están asociadas con altos rendimientos. El Componente Principal 4, está positivamente correlacionado con el Mg y B y el coeficiente de regresión resultó negativo, lo que indica que niveles altos Mg y B en el tejido vegetal están asociados con niveles bajos de rendimiento. El Componente Principal 5 se encontró significativo en el análisis de regresión múltiple con coeficiente positivo para el Cu, lo que indica que niveles altos de Cu están asociados con altos rendimientos. En general, en este ciclo se observó que niveles altos de Mn, Zn y Cu y bajos niveles de Mg y B estuvieron asociados con altos rendimientos.

Cuadro18. Coeficientes de correlación entre los componentes principales y las concentraciones de nutrimentos en hojas de papa, coeficientes de regresión y nivel de significancia que explican la relación entre los componentes principales y el rendimiento. Ciclo P-V 1997.

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	B	$\beta$	p
C1	.257	-.232	.100	-.123	-.309	-.036	.838	-.015	.837	.241	2.45	.00
C2	-.379	-.445	.234	.796	.109	.768	-.068	-.065	-.062	-.007	1.21	.18
C3	.720	.685	.732	-.118	-.020	-.013	-.035	-.065	.261	-.040	.005	.99
C4	-.105	.195	-.167	.309	.767	.170	.216	.023	-.292	.787	-3.86	.00
C5	-.042	.195	-.167	.309	-.192	-.089	-.139	.941	.130	.187	2.16	.02

#### 4.2.3.3 Análisis total de los dos ciclos

En el Cuadro 19 se presentan los coeficientes de correlación entre los componentes principales y las concentraciones de nutrimentos en hojas de papa; y coeficientes de regresión y nivel de significancia que explican la relación entre los componentes principales y el rendimiento del análisis total de los dos ciclos. El análisis de Componentes Principales identificó 4 componentes con eigenvalores mayores que 1, los cuales explicaron en un 64.20 % la varianza total de los datos. El análisis de componentes principales para los datos totales presentó tendencias similares a los resultados obtenidos en el análisis de los ciclos individuales. El Componente Principal 1 considera al N, P y K con coeficientes positivos, contrastando al Ca y B con coeficientes negativos. El análisis de regresión relacionó positivamente a este componente con el rendimiento, lo que indica que niveles altos de N, P y K y niveles bajos de Ca y B en el tejido vegetal están asociados con altos rendimientos. El Componente Principal 3 está relacionado positivamente con el Mg y Fe y en el análisis de regresión mostró una relación negativa con el rendimiento, indicando que niveles altos de estos elementos están relacionados con bajos rendimientos. El Componente Principal 4 esta relacionado al Cu positivamente con el rendimiento, lo que indica que niveles altos de Cu en el tejido vegetal están relacionados con altos rendimientos.

Cuadro 19. Coeficientes de correlación entre los componentes principales y las concentraciones de nutrimentos en hojas de papa; y coeficientes de regresión y nivel de significancia que explican la relación entre los componentes principales y el rendimiento. Análisis total de los dos ciclos.

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	B	$\beta$	$p$
C1	.878	.797	.401	-.696	-.071	.090	.049	-.139	.018	-.272	2.32	.00
C2	.104	.040	-.057	-.020	-.020	-.121	.882	.029	.875	.321	.580	.39
C3	.067	-.087	-.032	.122	.758	.721	.164	.075	-.178	.530	-.648	.01
C4	.160	.035	-.157	.319	-.131	.268	-.151	.903	.200	-.018	2.54	.00

El diagnóstico nutricional realizado por medio de Componentes Principales en el total de los dos ciclos, indicó que concentraciones altas de N, P, K y Cu, así como bajas de Ca, Mg, Fe y B estuvieron asociados con altos rendimientos.

#### 4.2.4 Diagnóstico nutricional por medio de Rangos de Suficiencia en papa

El método clásico para realizar diagnósticos nutricionales en cultivos es el de rangos de suficiencia, el cual consiste en comparar los niveles de concentración de nutrimentos de las hojas obtenidos en el análisis foliar con rangos de suficiencia establecidos para dicho cultivo

##### 4.2.4.1 Ciclo P-V 1996 (Reuter y Robinson, 1986)

La concentración de nutrimentos obtenidos en los análisis foliares de las 72 muestras estudiadas en el ciclo P-V 1996 se clasificaron de acuerdo a los rangos de suficiencia establecidos para papa por Reuter y Robinson (1986). En el Cuadro 20, se presenta el número de muestras para cada nutrimento que tuvieron concentraciones por debajo del valor menor del rango de suficiencia (concentraciones bajas), así como las muestras que estuvieron dentro del rango de suficiencia (concentraciones adecuadas) y por arriba del valor mayor del rango de suficiencia (concentraciones altas).

Cuadro 20. Número de muestras con concentraciones bajas, adecuadas y altas para cada nutrimento de acuerdo a los rangos de suficiencia para papa, establecidos por Reuter y Robinson (1986). Ciclo P-V 1996.

Nutrientos	Concentraciones Bajas	Concentraciones Adecuadas	Concentraciones Altas	Rangos de Suficiencia Reuter y Robinson 1986
N	9	63		3.50-5.50 %
P	35	37		0.30-0.45 %
K	42	30		4.50-6.50 %
Ca		22	50	1.20-2.50 %
Mg		68	4	0.26-0.82 %
Fe		18	54	70-150 ppm
Mn		14	58	50-300 ppm
Zn			72	15-30 ppm
Cu		68	4	6-20 ppm
B	6	66		20-50 ppm

El diagnóstico nutricional mostró que en algunas muestras se encontraron concentraciones bajas de N, P, K y B, destacando el caso del K, el cual presentó concentraciones bajas en más de la mitad de las muestras, seguido muy de cerca por el P, con casi la mitad de las muestras. Los elementos que estuvieron por arriba del rango de suficiencia en la mayoría de las muestras fueron Zn, Mn, Fe y Ca, en donde destaca el Zn, el cual tuvo concentraciones altas en todas las muestras. Los nutrimentos que presentaron concentraciones dentro del rango de suficiencia en la mayoría de las muestras fueron Mg, Cu, B y N.

#### 4.2.4.2 Ciclo P-V 1996 (Walwort y Muñiz, 1993)

La concentración de nutrimentos obtenidos en los análisis foliares de las 72 muestras estudiadas en el ciclo P-V 1996 también se clasificaron de acuerdo a los rangos de suficiencia establecidos para papa por Walwort y Muñiz (1993). En el Cuadro 21, se presenta el número de muestras para cada nutrimento que tuvieron concentraciones por debajo del menor valor del rango de suficiencia (concentraciones bajas), así como las muestras que estuvieron dentro del rango de suficiencia (concentraciones adecuadas) y por arriba del valor mayor del rango de suficiencia (concentraciones altas).

Cuadro 21. Número de muestras con concentraciones bajas, adecuadas y altas para cada nutrimento de acuerdo a los rangos de suficiencia para papa, establecidos por Walwort y Muñiz (1993). Ciclo P-V 1996.

Nutrimientos	Concentraciones Bajas	Concentraciones Adecuadas	Concentraciones Altas	Rangos de Suficiencia Walwort y Muñiz 1993
N	18	54		4.10-6.00 %
P	38	34		0.31-0.50 %
K	10	59	3	3.60-5.50 %
Ca		22	50	.60-2.50 %
Mg		67	5	0.50-0.80 %
Fe		60	12	70-250 ppm
Mn			72	21-200 ppm
Zn		19	53	21-70 ppm
Cu		72		6-30 ppm
B		61	11	15-39 ppm

El diagnóstico nutricional mostró que en algunas muestras se encontraron concentraciones bajas de N, P y K, destacando el caso del P, el cual presentó concentraciones bajas en más de la mitad de las muestras. Los elementos que estuvieron por arriba del rango de suficiencia en la mayoría de las muestras fueron Mn, Zn y Ca, en donde destaca el Mn, el cual tuvo concentraciones altas en todas las muestras. Los nutrimentos que presentaron concentraciones dentro del rango de suficiencia en la mayoría de las muestras fueron Cu, Mg, B, Fe, K y N, en donde destaca el Cu, el cual tuvo concentraciones adecuadas en todas las muestras.

#### 4.2.4.3 Ciclo P-V 1997 (Reuter y Robinson, 1986)

La concentración de nutrimentos obtenidos en los análisis foliares de las 70 muestras estudiadas en el ciclo P-V 1997 se clasificaron de acuerdo a los rangos de suficiencia establecidos para papa por Reuter y Robinson (1986). En el Cuadro 22, se presenta el número de muestras para cada nutrimento que tuvieron concentraciones por debajo del menor valor del rango de suficiencia (concentraciones bajas), así como las muestras que estuvieron dentro del rango de suficiencia (concentraciones adecuadas) y por arriba del valor mayor del rango de suficiencia (concentraciones altas).

Cuadro 22. Número de muestras con concentraciones bajas, adecuadas y altas para cada nutriente de acuerdo a los rangos de suficiencia para papa establecidos por Reuter y Robinson (1986). Ciclo P-V 1997.

Nutrientes	Concentraciones Bajas	Concentraciones Adecuadas	Concentraciones Altas	Rangos de Suficiencia Reuter y Robinson 1986
N	1	69		3.50-5.50 %
P	13	57		0.30-0.45 %
K	59	11		4.50-6.50 %
Ca		4	66	1.20-2.50 %
Mg		58	12	0.26-0.82 %
Fe			70	70-150 ppm
Mn		12	58	50-300 ppm
Zn			70	15-30 ppm
Cu		66	4	6-20 ppm
B		70		20-50 ppm

El diagnóstico nutricional mostró que en algunas muestras se encontraron concentraciones bajas de N, P y K, destacando el caso del K, el cual presentó concentraciones bajas en más de la mitad de las muestras. Los elementos que estuvieron por arriba del rango de suficiencia en la mayoría de las muestras fueron Zn, Fe, Ca y Mn, en donde destacan Zn y Fe, los cuales tuvieron concentraciones altas en todas las muestras. Los nutrientes que presentaron concentraciones dentro del rango de suficiencia en la mayoría de las muestras fueron B, N, Cu, Mg y P, en donde destaca el B, el cual tuvo concentraciones adecuadas en todas las muestras, seguido muy de cerca por N y Cu.

#### 4.2.4.4 Ciclo P-V 1997 (Walwort y Muñiz, 1993)

La concentración de nutrientes obtenidos en los análisis foliares de las 70 muestras estudiadas en el ciclo P-V 1997 se clasificaron de acuerdo a los rangos de suficiencia establecidos para papa por Walwort y Muñiz (1993). En el Cuadro 23, se presenta el número de muestras para cada nutriente que tuvieron concentraciones por debajo del menor valor del rango de suficiencia (concentraciones bajas), así como las muestras que estuvieron dentro del rango de suficiencia (concentraciones adecuadas) y por arriba del valor mayor del rango de suficiencia (concentraciones altas).

Cuadro 23. Número de muestras con concentraciones bajas, adecuadas y altas para cada nutrimento de acuerdo a los rangos de suficiencia para papa establecidos por Walwort y Muñiz (1993). Ciclo P-V 1997.

Nutrimentos	Concentraciones Bajas	Concentraciones Adecuadas	Concentraciones Altas	Rangos de Suficiencia Walwort y Muñiz 1993
N	5	65		4.10-6.00 %
P	20	50		0.31-0.50 %
K	3	67		3.60-5.50 %
Ca		4	66	.60-2.50 %
Mg		58	12	0.50-0.80 %
Fe		24	46	70-250 ppm
Mn		1	69	21-200 ppm
Zn			70	21-70 ppm
Cu		70		6-30 ppm
B		61	9	15-39 ppm

El diagnóstico nutricional mostró que en algunas muestras de encontraron concentraciones bajas de N, P y K, destacando el caso del P, el cual presentó concentraciones bajas en 20 muestras. Los elementos que estuvieron por arriba del rango de suficiencia en la mayoría de las muestras fueron Zn, Mn, Ca y Fe, en donde destaca el Zn, el cual tuvo concentraciones altas en todas las muestras. Los nutrimentos que presentaron concentraciones dentro del rango de suficiencia en la mayoría de las muestras fueron Cu, K, N, B, y Mg, en donde destaca el Cu, el cual tuvo concentraciones adecuadas en todas las muestras.

#### 4.2.4.5 Análisis total de los dos ciclos (Reuter y Robinson, 1986)

La concentración de nutrimentos obtenidos en los análisis foliares de las 142 muestras estudiadas en el análisis total de los dos ciclos, se clasificaron de acuerdo a los rangos de suficiencia establecidos para papa por Reuter y Robinson (1986). En el Cuadro 24, se presenta el número de muestras para cada nutrimento que tuvieron concentraciones por debajo del menor valor del rango de suficiencia (concentraciones bajas), así como las muestras que estuvieron dentro del rango de suficiencia (concentraciones adecuadas) y por arriba del valor mayor del rango de suficiencia (concentraciones altas).

Cuadro 24. Número de muestras con concentraciones bajas, adecuadas y altas para cada nutriente de acuerdo a los rangos de suficiencia para papa establecidos por Reuter y Robinson (1986). Análisis total de los dos ciclos.

Nutrientes	Concentraciones Bajas	Concentraciones Adecuadas	Concentraciones Altas	Rangos de Suficiencia Reuter y Robinson 1986
N	10	132		3.50-5.50 %
P	48	94		0.30-0.45 %
K	101	41		4.50-6.50 %
Ca		26	116	1.20-2.50 %
Mg		126	16	0.26-0.82 %
Fe		18	124	70-150 ppm
Mn		26	116	50-300 ppm
Zn			142	15-30 ppm
Cu		134	8	6-20 ppm
B	6	136		20-50 ppm

El diagnóstico nutricional mostró que en algunas muestras se encontraron concentraciones bajas de N, P, K y B, destacando el caso del K, el cual presentó concentraciones bajas en más de 100 muestras, seguido por el P, con casi 50 muestras. Los elementos que estuvieron por arriba del rango de suficiencia en la mayoría de las muestras fueron Zn, Fe, Mn y Ca, en donde destaca el Zn, el cual tuvo concentraciones altas en todas las muestras. Los nutrientes que presentaron concentraciones dentro del rango de suficiencia en la mayoría de las muestras fueron B, Cu, N y Mg.

#### 4.2.4.6 Análisis total de los dos ciclos (Walwort y Muñiz, 1993)

La concentración de nutrientes obtenidos en los análisis foliares de las 142 muestras estudiada en el análisis total de los dos ciclos, se clasificaron de acuerdo a los rangos de suficiencia establecidos para papa por Walwort y Muñiz (1993). En el Cuadro 25, se presenta el número de muestras para cada nutriente que tuvieron concentraciones por debajo del menor valor del rango de suficiencia (concentraciones bajas), así como las muestras que estuvieron dentro del rango de suficiencia (concentraciones adecuadas) y por arriba del valor mayor del rango de suficiencia (concentraciones altas).

Cuadro 25. Número de muestras con concentraciones bajas, adecuadas y altas para cada nutrimento de acuerdo a los rangos de suficiencia para papa establecidos por Walwort y Muñiz (1993). Análisis total de los dos ciclos.

Nutrimentos	Concentraciones Bajas	Concentraciones Adecuadas	Concentraciones Altas	Rangos de Suficiencia Walwort y Muñiz 1993
N	23	119		4.10-6.00 %
P	58	84		0.31-0.50 %
K	13	129	3	3.60-5.50 %
Ca		26	116	.60-2.50 %
Mg		125	17	0.50-0.80 %
Fe		84	58	70-250 ppm
Mn		1	141	21-200 ppm
Zn		19	123	21-70 ppm
Cu		142		6-30 ppm
B		122	20	15-39 ppm

El diagnóstico nutricional mostró que en algunas muestras se encontraron concentraciones bajas de N, P y K, destacando el caso del P, el cual presentó concentraciones bajas en 58 muestras. Los elementos que estuvieron por arriba del rango de suficiencia en la mayoría de las muestras fueron Mn, Zn y Ca, en donde destaca el Mn, el cual tuvo concentraciones altas en casi todas las muestras. Los nutrimentos que presentaron concentraciones dentro del rango de suficiencia en la mayoría de las muestras fueron Cu, K, Mg, B, N y Fe, en donde destaca el Cu, el cual tuvo concentraciones adecuadas en todas las muestras.

En forma general para el análisis total de los dos ciclos, el diagnóstico nutricional utilizando los rangos de suficiencia establecidos para el cultivo de papa por Reuter y Robinson (1986), indica que se presentaron deficiencias de N, P, K y B en ese orden. Los elementos que estuvieron por arriba del rango de suficiencia en la mayoría de las muestras fueron Zn, Fe, Mn y Ca,. Los nutrimentos que presentaron concentraciones dentro del rango de suficiencia en la mayoría de las muestras fueron B, Cu, N y Mg.

En forma general para el análisis total de los dos ciclos, el diagnóstico nutricional utilizando los rangos de suficiencia establecidos para el cultivo de papa por Walwort y Muñiz (1993), indica que se presentaron deficiencias de P, N, y K en

ese orden. Los elementos que estuvieron por arriba del rango de suficiencia en la mayoría de las muestras fueron Mn, Zn y Ca,. Los nutrimentos que presentaron concentraciones dentro del rango de suficiencia en la mayoría de las muestras fueron Cu, K, Mg, B, N y Fe.

#### **4.2.5 Diagnóstico nutricional por medio del DRIS**

Beaufils (1973), desarrolló el método denominado Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS), con la finalidad de obtener un diagnóstico nutricional más preciso y completo, ya que clasifica en orden de importancia los nutrimentos que requiere la planta, toma en cuenta su interacción, el balance nutricional y detecta deficiencias y excesos relativos.

##### **4.2.5.1 Ciclo P-V 1996**

A los resultados obtenidos en los análisis foliares de cada muestra, se les sometió a un análisis DRIS, utilizando las normas obtenidas en el ciclo P-V de 1996.

En el Cuadro A2, se presenta la concentración de nutrimentos en el tejido vegetal, índices DRIS, orden de requerimiento nutricional, índice de desbalance nutricional (IDN) y rendimiento para cada una de las muestras tomadas durante el ciclo P-V 1996.

En este Cuadro A2 se observa con respecto a la concentración de nutrimentos en la hoja como el N varió desde 2.66 a 5.19 %, P de .15 a .40 %, K de 3.07 a 5.73 %, Ca de 2.03 a 4.10 %, Mg de .46 a .94 %, Fe de 73 a 343 ppm, Mn de 219 a 695 ppm, Cu de 8 a 26 ppm, Zn de 54 a 175 ppm y B de 15 a 48 ppm.

Con respecto a los índices DRIS, el mayor índice negativo de N fue de  $-32.21$  y el mayor índice positivo fue de  $+0.81$ , el mayor índice negativo de P fue de  $-36.63$  y el mayor índice positivo fue de  $+1.33$ , el mayor índice negativo de K fue de  $-24.04$  y el mayor índice positivo fue de  $+6.10$ , el mayor índice negativo de Ca fue de  $-9.57$  y el mayor índice positivo fue de  $+15.25$ , el mayor índice negativo de Mg fue de  $-9.43$  y el mayor índice positivo fue de  $+20.34$ , el mayor índice negativo de Fe fue de  $-28.65$  y el mayor índice positivo fue de  $+14.70$ , el mayor índice negativo de Zn fue de  $-9.81$  y el mayor índice positivo fue de  $+33.21$ , el mayor índice negativo de Cu fue de  $-15.29$  y el mayor índice positivo fue de  $+30.74$ , el mayor índice negativo de B fue de  $-0.39$  y el mayor índice positivo fue de  $+39.18$ .

La media general de los índices fue para N de  $-8.29$ , P  $-12.21$ , K  $-3.99$ , Ca  $+0.20$ , Mg  $+1.62$ , Fe  $-1.00$ , Mn  $+1.31$ , Cu  $+4.75$ , Zn  $+6.43$  y B  $+11.25$ . En base a estos resultados el orden de requerimiento nutricional para el cultivo de papa en el ciclo P-V 1996 fue:  $P > N > K > Fe > Ca > Mn > Mg > Cu > Zn > B$ .

El diagnóstico realizado por medio de las medias de los índices DRIS mostró que los elementos más limitantes (índices más negativos) de acuerdo al orden de requerimiento nutricional del cultivo de papa fueron: P, seguido de N, luego K, posteriormente Fe. Los índices más positivos (excesos relativos) fueron primeramente B, seguido del Zn, luego Cu, posteriormente Mg, enseguida el Mn y al final Ca.

En el Cuadro 26, se presenta el número de muestras del total de 72 para cada nutrimento en donde ocupa el primer lugar con deficiencia y exceso relativo de acuerdo al orden de requerimiento para cada muestra.

El diagnóstico realizado por medio del número de muestras del total de 72 para cada nutrimento en donde ocupa el primer lugar con deficiencia y exceso relativo de acuerdo al orden de requerimiento para cada muestra mostró similitud con el obtenido por las medias de los índices siendo el siguiente:  $P > N > K > Fe > Ca > Mg > Mn > Cu > Zn > B$ .

Cuadro 26. Número de muestras del total de 72 con deficiencia y exceso relativo de acuerdo al orden de requerimiento para cada muestra. Ciclo P-V 1996.

Nutrientes	No. de muestras con deficiencias	No. de muestras con excesos relativos
N	12	
P	39	
K	10	
Ca		1
Mg		3
Fe	7	1
Mn	2	5
Zn		22
Cu	2	8
B		32

Una medida del balance nutrimental total puede ser obtenida al sumar los índices sin considerarse el signo. Este parámetro se denomina índices de desbalance nutrimental (IDN). Datos reportados por Meyer (1975), Davee et al. (1986) y otros investigadores demuestran cierta relación entre la magnitud del IDN y el rendimiento.

En el Cuadro A2 también se observa que el IDN menor se presentó en la muestra 58 con 17.46 y con un rendimiento alto de 45 Ton/ha. y el IDN mayor fue para la muestra 70 con 141.80 y un rendimiento bajo de 20 Ton/ha.

Para establecer la relación entre el IDN y el rendimiento se realizó un análisis de regresión lineal simple. En la Figura 1A se muestra una función lineal entre dichas variables, en la cuál se observa que el rendimiento obtenido decrece conforme el IDN se incrementa. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) fue de .51 lo cual indica que el 51 % de la variación en rendimiento se debe al desbalance nutricional. El modelo de regresión estimado fue :  $Y = 45.538 - 0.169 (\text{IDN})$ .

#### 4.2.5.2 Ciclo P-V 1997

En el Cuadro A3, se presenta la concentración de nutrimentos en el tejido vegetal, índices DRIS, orden de requerimiento nutricional, índice de desbalance nutricional (IDN) y rendimiento para cada una de las muestras tomadas durante el ciclo P-V 1997.

En este Cuadro A3 se observa con respecto a la concentración de nutrimentos en la hoja como el N varió desde 3.41 a 5.82 %, P de .24 a .41 %, K de 3.04 a 5.09 %, Ca de 2.24 a 4.25 %, Mg de .58 a 1.04 %, Fe de 157 a 394 ppm, Mn de 200 a 665 ppm, Cu de 11 a 30 ppm, Zn de 60 a 144 ppm y B de 20 a 49 ppm.

Con respecto a los índices DRIS, el mayor índice negativo de N fue de -13.75 y el mayor índice positivo fue de +5.79, el mayor índice negativo de P fue de -11.34 y el mayor índice positivo fue de +5.58, el mayor índice negativo de K fue de -7.92 y el mayor índice positivo fue de +13.64, el mayor índice negativo de Ca fue de -7.74 y el mayor índice positivo fue de +13.26, el mayor índice negativo de Mg fue de -3.86 y el mayor índice positivo fue de +27.53, el mayor índice negativo de Fe fue de -25.05 y el mayor índice positivo fue de +9.37, el mayor índice negativo de Zn fue de -6.98 y el mayor índice positivo fue de +30.75, el mayor índice negativo de Cu fue de -3.44 y el mayor índice positivo fue de +20.46, el mayor índice negativo de B fue de -5.15 y el mayor índice positivo fue de +22.57

La media general de los índices fue para N de -4.05, P -1.77, K +1.75, Ca +1.98, Mg +5.22, Fe -4.60, Mn -6.86, Cu +3.04, Zn +1.97 y B +3.53. En base a estos resultados el orden de requerimiento nutricional para el cultivo de papa en el ciclo P- V 1997 fue: Mn>Fe>N>P>K>Zn>Ca>Cu>B>Mg

El diagnóstico realizado por medio de las medias de los índices DRIS mostró que los elementos mas limitantes (índices más negativos) de acuerdo al

orden de requerimiento nutricional del cultivo de papa fueron: Mn, seguido de Fe, luego N, posteriormente P. Los índices más positivos (excesos relativos) fueron primeramente Mg, seguido del B, luego Cu, posteriormente Ca, enseguida el Zn y al final K.

En el Cuadro 27, se presenta el número de muestras del total de 70 para cada nutrimento en donde ocupa el primer lugar con deficiencia y exceso relativo de acuerdo al orden de requerimiento para cada muestra.

Cuadro 27. Número de muestras del total de 70 con deficiencia y exceso relativo de acuerdo al orden de requerimiento para cada muestra. Ciclo P-V 1997.

Nutrimentos	No. de muestras Con deficiencias	No. de muestras con excesos relativos
N	21	1
P	7	2
K		4
Ca		9
Mg		25
Fe	8	1
Mn	34	6
Zn		8
Cu		6
B		8

El diagnóstico realizado por medio del número de muestras del total de 72 para cada nutrimento en donde ocupa el primer lugar con deficiencia y exceso relativo de acuerdo al orden de requerimiento para cada muestra mostró similitud con el obtenido por las medias de los índices DRIS siendo el siguiente: Mn>N>Fe>P>K>Cu>B>Zn>Ca>Mg.

En el Cuadro A3 se observa que el IDN menor se presentó en la muestra 7 con 12.02 y con un rendimiento alto de 46 Ton/ha. y el IDN mayor fue para la muestra 19 con 169.22 y un rendimiento bajo de 13.90 Ton/ha.

Para establecer la relación entre el IDN y el rendimiento se realizó un análisis de regresión lineal simple. En la Figura 2A se muestra una función lineal entre dichas variables, en la cuál se observa que el rendimiento obtenido decrece

conforme el IDN se incrementa. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) fue de .70 lo cual indica que el 70 % de la variación en rendimiento se debe al desbalance nutricional. El modelo de regresión estimado fue:  $Y = 49.79 - 0.243 (IDN)$ .

#### 4.2.5.3 Análisis total de los dos ciclos

En los Cuadros A2 y A3, se presentan la concentración de nutrimentos en el tejido vegetal, índices DRIS, orden de requerimiento nutricional, índice de desbalance nutricional (IDN) y rendimiento para cada una de las muestras tomadas durante el ciclo P-V 1996 y 1997.

En este cuadro se observa con respecto a la concentración de nutrimentos en la hoja como el N varió desde 2.66 a 5.82 %, P de .15 a .41 %, K de 3.04 a 5.73 %, Ca de 2.03 a 4.25 %, Mg de .46 a 1.04 %, Fe de 73 a 394 ppm, Mn de 200 a 665 ppm, Cu de 8 a 30 ppm, Zn de 54 a 175 ppm y B de 15 a 49 ppm.

Con respecto a los índices DRIS, el mayor índice negativo de N fue de -32.21 y el mayor índice positivo fue de +5.79, el mayor índice negativo de P fue de -36.63 y el mayor índice positivo fue de +5.58, el mayor índice negativo de K fue de -24.04 y el mayor índice positivo fue de +13.64, el mayor índice negativo de Ca fue de -9.57 y el mayor índice positivo fue de +15.25, el mayor índice negativo de Mg fue de -9.43 y el mayor índice positivo fue de +27.53, el mayor índice negativo de Fe fue de -28.65 y el mayor índice positivo fue de +14.70, el mayor índice negativo de Zn fue de -9.81 y el mayor índice positivo fue de +33.21, el mayor índice negativo de Cu fue de -15.29 y el mayor índice positivo fue de +30.74, el mayor índice negativo de B fue de -5.15 y el mayor índice positivo fue de +39.18.

La media general de los índices fue para N de -6.20, P -7.06, K -1.16, Ca +1.08, Mg +3.39, Fe -2.77, Mn -2.72, Cu +3.91, Zn +4.24 y B +7.44. En base a estos resultados el orden de requerimiento nutricional para el cultivo de papa en el análisis total de los dos ciclos fue:  $P > N > Fe > Mn > K > Ca > Mg > Cu > Zn > B$ .

El diagnóstico realizado por medio de las medias de los índices DRIS mostró que los elementos más limitantes (índices más negativos) de acuerdo al orden de requerimiento nutricional del cultivo de papa fueron: P, seguido de N, luego Fe, posteriormente Mn y K . Los índices más positivos (excesos relativos) fueron primeramente B, seguido del Zn, luego Cu, posteriormente Mg y al final Ca.

En el Cuadro 28, se presenta el número de muestras del total de 142 para cada nutrimento en donde ocupa el primer lugar con deficiencia y exceso relativo de acuerdo al orden de requerimiento para cada muestra.

Cuadro 28. Número de muestras del total de 142 con deficiencia y exceso relativo de acuerdo al orden de requerimiento para cada muestra. Análisis total de los dos ciclos.

Nutrimentos	No de muestras Con deficiencias	No de muestras con excesos relativos
N	33	1
P	46	2
K	10	4
Ca		10
Mg		28
Fe	15	2
Mn	36	11
Zn		30
Cu	2	14
B		40

El diagnóstico realizado por medio del número de muestras del total 142, para cada nutrimento en donde ocupa el primer lugar con deficiencia y exceso relativo de acuerdo al orden de requerimiento para cada muestra mostró casi similitud con el obtenido por las medias de los índices DRIS siendo el siguiente: P>Mn>N>Fe>K>Ca>Cu>Mg>Zn>B

En los Cuadros A2 y A3 se observa que el IDN menor se presentó en la muestra 121 con 12.02 y con un rendimiento alto de 46 Ton/ha. y el IDN mayor fue para la muestra 91 con 169.22 y un rendimiento bajo de 13.90 Ton/ha.

Para establecer la relación entre el IDN y el rendimiento se realizó un análisis de regresión lineal simple. En la Figura 3A se muestra una función lineal entre dichas variables, en la cuál se observa que el rendimiento obtenido decrece conforme el IDN se incrementa. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) fue de .62 lo cual indica que el 62 % de la variación en rendimiento se debe al desbalance nutricional. El modelo de regresión estimado fue :  $Y = 47.759 - 0.200 (IDN)$ .

#### **4.2.6 Discusión sobre del diagnóstico nutricional regional por diferentes métodos**

En el Cuadro 29, se presenta un resumen de los resultados obtenidos en el diagnóstico regional utilizando el Análisis de Varianza, Correlación Simple, Componentes Principales, Rangos de Suficiencia y DRIS para cada ciclo y total. En el ciclo P-V 1996, el Análisis de Varianza y Correlación Simple detectaron los mismos nutrimentos deficientes (N y P), sin embargo el análisis de Correlación Simple fue más eficiente al detectar relaciones funcionales negativas entre el rendimiento y las concentraciones de Cu y Ca. El análisis de Componentes Principales incluyó al N y P como deficientes, pero además detectó también al K y en cuanto a los nutrimentos con concentraciones altas incluyó al Fe, por lo que se considera más eficiente que el análisis de Correlación Simple. El diagnóstico nutricional utilizando Rangos de Suficiencia, determinó los mismos elementos deficientes que el análisis de Componentes Principales, sin embargo difirió con algunos nutrimentos con concentraciones altas. Las mismas tendencias fueron encontradas para el ciclo P-V 1997 y análisis total de los dos ciclos. En cuanto al diagnóstico realizado por medio del DRIS se identificó al N, P, K y Fe como deficientes y con concentraciones altas a los nutrimentos Ca, B, Mg, Zn, Mn y Cu. Para el ciclo P-V 1997 se determinó al Mn, N, P, K y Fe como deficientes y con contenidos altos a Zn, B, Mg, Cu y Ca y en el análisis total de los dos ciclos fue similar al ciclo P-V 1997. Por lo tanto en cuanto a la eficiencia de detectar mayor número de nutrimentos con deficiencias y excesos con los métodos de diagnóstico

utilizados en los dos ciclos, se considera el siguiente orden: DRIS>Componentes Principales>Rangos de Suficiencia>Correlación Simple>Análisis de Varianza.

Cuadro 29. Resumen del diagnóstico nutricional regional utilizando el Análisis de Varianza, Correlación Simple, Componentes Principales, Rangos de Suficiencia y DRIS, para cada ciclo y análisis total de los dos ciclos.

Método	Ciclo P-V 1996		Ciclo P-V 1997		Análisis total	
	Conc. bajas	Conc. Altas	Conc. Bajas	Conc. Altas	Conc. bajas	Conc. altas
ANVA	N y P	B	N y Mn	Mg	N, P, Mn, Fe	Mg y B
Correlación Simple	N y P	Ca, Cu y B	N, Fe y Mn	Mg	N, P, Mn, Fe	Mg y B
Comptes. Principales	N, P y K	Ca, Fe Cu B	Mn, Zn, Cu	Mg y B	N, P, K, Cu	B, Mg, Fe, Ca,
Rangos de Suficiencia	N, P y K	Zn, Mn, Fe, Ca	N, P y K	Zn, Mn, Fe, Ca	N, P y K	Zn, Mn, Fe, Ca
DRIS	N, P, K, Fe	Zn, B, Mg, Cu, Ca, Mn	Mn, N, P, Fe	Zn, B, Mg, K, Cu, Ca,	Mn, N, P, K, Fe	Zn, B, Mg, Cu, Ca,

El diagnóstico realizado por medio del Análisis de Varianza, Correlación Simple y Componentes Principales indicaron qué nutrimentos estuvieron asociados con altos rendimientos, sin embargo no mostraron cuales fueron más importantes unos con otros, en cambio el diagnóstico realizado por medio de rangos de suficiencia y el DRIS si detectaron el orden de importancia para cada elemento nutritivo, al comparar estos métodos se puede decir que el método DRIS fue más completo y preciso, ya que aparte de clasificar en orden de importancia los nutrimentos que requiere la planta, toma en cuenta su interacción, el balance nutrimental y además detecta deficiencias y excesos relativos de los mismos, lo cual coincide con lo reportado por Sumner (1986), Sumner (1979) y Sumner y Boswell (1981). El método de rangos de suficiencia no fue capaz de detectar en el diagnóstico deficiencias de Mn y Fe, tampoco detectó niveles altos de Mg, B y Cu. Al utilizar este método si detectaron deficiencias de N, P y K así como contenidos altos de Ca y Zn, siendo Walwort y Muñiz (1993) más precisos en el orden de requerimiento para N, P y K que Reuter y Robinson (1986).

El diagnóstico realizado en el análisis total de los dos ciclos por medio de índices DRIS, indicó problemas de deficiencias con N, P, K, Fe y Mn, así como excesos relativos de Ca, Mg, Zn, Cu y B.

La deficiencia de N pueden atribuirse a que la mayoría de los suelos calcáreos que se presentan en zonas áridas tienen bajo contenido de materia orgánica (Olivares, 1997). Aún y cuando se aplican grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados, dichos fertilizantes se pierden por evaporación de  $\text{NH}_3$ , lixiviación de  $\text{NO}_3$  y denitrificación.

La deficiencia de P se debe principalmente a la fijación de este elemento en el suelo debido a las condiciones de pH alcalino y alto contenido de carbonatos (Thompson y Troeh, 1980; Pulido et al., 1992; Narro, 1995). También al igual que N se aplica grandes cantidades de fertilizantes fosfóricos, los cuales se fijan en el suelo en su mayor parte, ya que solamente el cultivo aprovecha de un 5 al 30 % de los mismos (Morales, 1996).

Con respecto a las deficiencias de K encontradas en el diagnóstico, se deben principalmente a que de los fertilizantes potásicos aplicados al suelo, una parte son atraídos por la superficie de las arcillas y son retenidos débilmente, quedando en forma intercambiable. Otra parte puede permanecer en la solución del suelo; y otra parte puede ser absorbida en forma inmediata por el cultivo. Además otra parte puede ser fijada o convertida a una forma no disponible para la planta (Manual de Fertilidad de Suelos, 1988). Gran parte del K disponible debe estar después de los 50 días del ciclo del cultivo, cuando aumenta el ritmo de formación de tubérculos (Gargantini et al., 1963 y Mengel y Kirkby, 1982).

Altos contenidos de Ca y Mg son explicables debido a que las plantas tienden a absorber una mayor cantidad de dichos nutrimentos en suelos de origen calcáreo (Dara et al., 1992 y Mengel y Kirkby, 1982).

Deficiencias de Fe y Mn se deben a las condiciones de pH alcalino y alto contenido de carbonatos, así como a niveles altos de metales pesados como Cu y Zn (Mortvedt et al., 1983; Rodríguez, 1982; Houghland, 1964).

Altos contenidos de Cu, Zn y Mn en algunos lotes se pueden explicar debido a la aplicación excesiva de fungicidas que contienen estos elementos (Narro 1995).

El alto contenido de B en la población de bajos rendimientos comparado con la de altos rendimientos, se puede explicar por un efecto de dilución. El crecimiento vegetativo en la población de bajos rendimientos pudo ser más lento que la de altos rendimientos, por lo que al muestrear la cuarta o quinta hoja, estas pudieran ser de mayor edad en las muestras de bajos rendimientos, considerando que el B no se trasloca en la planta, es de esperarse una mayor acumulación en hojas de mayor edad y por lo tanto en las muestras de bajos rendimientos.

#### **4.3 Calibración de las normas DRIS (Ciclo P-V 1998)**

Para confirmar las normas DRIS establecidas, es necesario probarlas con datos experimentales, en donde la respuesta en rendimiento haya sido obtenida para un nutrimento bajo estudio. Si los índices son capaces de predecir el comportamiento en dicho experimento, resulta la confirmación de las normas.

##### **4.3.1 Análisis de varianza del rendimiento comercial**

En el Cuadro 30, se presentan las medias de rendimiento comercial (Ton/ha) para cada uno de los tratamientos evaluados, en donde se observa que el mayor rendimiento (31.43 Ton/ha.) se obtuvo para los el tratamiento 9 con la dosis mayor de N, P y K 300-400-300. El más bajo rendimiento se obtuvo con el testigo absoluto (0-0-0) con 23.52 Ton/ha.

Cuadro 30. Medias de rendimiento comercial (Ton/ha), para cada uno de los tratamientos de fertilización evaluados.

Número	Dosis	Rendimiento Comercial (Ton/ ha)
1	100- 200-100	26.66
2	100-300-200	27.88
3	100-400-300	26.47
4	200-200-100	27.18
5	200-300-200	28.77
6	200-400-300	28.53
7	300-200-100	29.87
8	300-300-200	29.92
9	300-400-300	31.43
10	0 - 0 - 0	23.52

En el Cuadro 31, se presenta el análisis de varianza de los resultados obtenidos en los tratamientos de fertilización, en el cual se observa que no hubo diferencias significativas entre tratamientos, pero si se presentaron diferencias significativas entre bloques. El coeficiente de variación fue de 13.82.

Cuadro 31. Análisis de varianza de los resultados de la variable rendimiento comercial

F. V.	G. L.	S. C.	C.M	F.C.	P>F
Tratamientos	9	180.591797	20.065756	1.3386	.264
Bloques	3	180.423828	60.141277	4.0121	.017
Error	27	404.724609	14.989800		
Total	39	765.740234			

C. V.= 13.82

En la figura 2, se presenta la distribución de los tratamientos evaluados y sus respectivos rendimientos, en la cual se observa que se obtuvieron mayores rendimientos en los tratamientos de las repeticiones I y II en comparación con los tratamientos de las repeticiones III y IV, explicando de esta manera la diferencia significativa entre bloques.

REPETICION I	REPETICION III
Tratamiento 8 39.25	Tratamiento 1 27.23
Tratamiento 5 24.15	Tratamiento 9 33.69
Tratamiento 7 32.18	Tratamiento 5 33.99
Tratamiento 1 26.81	Tratamiento 6 29.59
Tratamiento 4 30.67	Tratamiento 2 26.39
Tratamiento 10 24.45	Tratamiento 10 24.15
Tratamiento 2 28.26	Tratamiento 7 23.61
Tratamiento 9 27.23	Tratamiento 3 25.12
Tratamiento 3 25.96	Tratamiento 8 24.63
Tratamiento 6 32.18	Tratamiento 4 21.74
REPETICION II	REPETICION IV
Tratamiento 7 32.18	Tratamiento 6 19.44
Tratamiento 10 22.28	Tratamiento 4 25.72
Tratamiento 5 33.33	Tratamiento 9 31.28
Tratamiento 8 30.07	Tratamiento 7 31.40
Tratamiento 3 30.85	Tratamiento 2 24.21
Tratamiento 6 32.91	Tratamiento 8 25.72
Tratamiento 1 27.41	Tratamiento 3 23.85
Tratamiento 4 30.61	Tratamiento 5 23.67
Tratamiento 9 33.69	Tratamiento 10 23.18
Tratamiento 2 30.91	Tratamiento 1 25.24

Figura 2. Distribución de los tratamientos evaluados y rendimiento (Ton/ha) para cada uno de ellos en el experimento calibración de las normas DRIS. Ciclo P-V 1998.

También es conveniente mencionar que los rendimientos obtenidos en el experimento fueron bajos, debido principalmente a problemas relacionados con la presencia del Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*), ya que se presentó un ataque de esta enfermedad, aún y cuando se estuvieron aplicando fungicidas preventivos y sistémicos, los cuales no pudieron controlar en una 100%.

Dadas las circunstancias anteriormente descritas, de alguna manera afectaron los resultados obtenidos, los cuales se discuten a continuación.

#### **4.3.2 Muestreo foliar**

En el Cuadros 32, se presentan la concentración foliar de N, P, K, Indices DRIS, orden de requerimiento nutricional, índices de desbalance nutricional (IDN) y rendimientos obtenidos para cada uno de los tratamientos y repeticiones evaluados en el muestreo foliar realizado. Se puede observar que el orden de requerimiento nutricional en casi todos los tratamientos fue  $N > P > K$ , siendo evidente la necesidad de N en la etapa en que se realizó el muestreo foliar. También se observó una tendencia de que a mayor dosis de N mayor rendimiento, así como menor índice de N, por lo cual se realizó otro análisis de varianza, agrupando los tratamientos con 0, 100, 200 y 300 Kg N/ha.

En el Cuadro 33 se presentan las medias de rendimiento e índices de N, así como la significancia estadística para cada uno de los tratamientos agrupados con 0, 100, 200 y 300 Kg/ha. En donde se observa que presentaron diferencias significativas entre tratamientos para ambas variables, siendo los tratamientos con 200 y 300 Kg/ha superiores en rendimiento y con menor índice de N. Esta información indica que los tratamientos con mayor dosis de N, presentaron un menor índice negativo de este elemento y por lo tanto un mayor rendimiento

Cuadro 32. Concentración foliar de N, P, K, Índices DRIS, orden de requerimiento nutricional, índices de desbalance nutricional (IDN) y rendimientos obtenidos en los tratamientos con las dosis de fertilización, para el muestreo foliar. Ciclo P-V 1998.

Trat.	Rep.	Concentración Foliar			Índices DRIS			Ord. de Req.	IDN	Rendto.
		N	P	K	N	P	K			
1	I	1.88	0.24	6.32	-112.39	6.06	106.35	N>P>K	212.66	26.81
	II	1.76	0.29	6.21	-137.52	34.82	102.70	N>P>K	275.04	27.41
	III	1.80	0.14	6.45	-93.08	-56.71	149.79	N>P>K	299.58	27.23
	IV	1.75	0.15	6.48	-101.17	-47.22	148.39	N>P>K	296.78	25.24
2	I	1.95	0.25	6.45	-110.93	7.33	103.60	N>P>K	207.20	28.26
	II	1.76	0.29	6.21	-137.52	34.82	102.70	N>P>K	275.04	30.91
	III	1.69	0.15	6.25	-102.63	-42.79	145.42	N>P>K	290.84	26.39
	IV	1.80	0.18	6.36	-103.26	-25.17	128.44	N>P>K	256.88	24.21
3	I	1.95	0.23	6.55	-107.15	-3.04	110.19	N>P>K	220.38	25.96
	II	1.84	0.20	6.44	-106.80	-14.80	121.60	N>P>K	243.20	30.86
	III	1.73	0.16	6.57	-107.84	-39.69	147.54	N>P>K	295.08	25.12
	IV	1.73	0.15	6.32	-100.08	-44.73	144.82	N>P>K	289.04	23.85
4	I	1.97	0.26	6.19	-107.57	12.99	94.57	N>P>K	215.14	30.67
	II	1.76	0.31	6.55	-149.83	41.38	108.45	N>P>K	299.66	30.61
	III	2.18	0.13	6.28	-59.86	-71.24	131.10	P>N>K	262.20	21.74
	IV	1.79	0.14	6.06	-86.89	-51.36	138.25	N>P>K	276.50	25.72
5	I	1.93	0.25	6.48	-113.25	7.81	105.44	N>P>K	216.50	24.15
	II	2.10	0.26	6.59	-103.09	5.82	97.27	N>P>K	206.18	33.33
	III	2.00	0.15	6.34	-78.19	-51.20	129.39	N>P>K	258.78	33.99
	IV	2.21	0.15	6.42	-65.79	-55.98	121.77	N>P>K	243.54	26.67
6	I	1.90	0.23	6.43	-109.61	-0.43	110.04	N>P>K	220.08	32.18
	II	1.97	0.34	6.45	-116.96	48.86	68.10	N>P>K	233.92	32.91
	III	1.88	0.15	6.42	-88.68	-49.63	138.31	N>P>K	276.62	29.59
	IV	1.89	0.14	6.64	-88.63	-61.17	150.00	N>P>K	300.00	19.44
7	I	2.04	0.29	6.43	-113.29	21.41	91.88	N>P>K	226.36	32.19
	II	1.80	0.27	6.58	-133.80	21.54	112.26	N>P>K	267.60	32.24
	III	1.80	0.14	6.83	-94.52	-57.76	152.28	N>P>K	304.56	23.67
	IV	2.04	0.14	6.28	-71.83	-59.35	131.18	N>P>K	262.36	31.40
8	I	2.08	0.25	6.43	-99.65	3.54	96.44	N>P>K	199.30	39.25
	II	1.95	0.26	6.63	-116.65	10.60	106.05	N>P>K	233.30	30.07
	III	1.78	0.19	6.49	-110.50	-19.43	129.93	N>P>K	259.06	24.63
	IV	1.97	0.14	6.28	-76.68	-58.05	134.73	N>P>K	269.46	25.72
9	I	1.84	0.24	6.60	-121.18	5.39	115.79	N>P>K	242.36	27.23
	II	2.18	0.29	6.55	103.60	15.79	87.87	N>P>K	207.32	33.69
	III	2.04	0.25	6.52	-104.30	3.80	100.50	N>P>K	208.60	33.51
	IV	2.04	0.15	6.48	-77.61	-53.70	131.31	N>P>K	262.62	31.28
10	I	1.25	0.09	5.72	-122.21	-91.90	214.11	N>P>K	428.22	24.45
	II	1.33	0.14	5.30	-124.71	-18.38	143.09	N>P>K	286.18	22.28
	III	1.62	0.14	6.45	-110.59	-52.12	162.71	N>P>K	352.42	24.15
	IV	1.48	0.12	6.34	-117.55	-67.38	184.93	N>P>K	369.86	23.18

Cuadro 33. Significancia estadística de las medias de rendimiento e índices de N para cada uno de los tratamientos agrupados.

Dosis de N	Medias de Rendimiento	Medias de Índices N
0	23.52 a	-118.76 a
100	26.85 a b	-108.93 a b
200	28.17 b c	-101.97 b c
300	30.41 c	-97.58 c

Con respecto a los valores de IDN presentados en el Cuadro 32, el menor valor de esta variable fue de 199.30, el cual se obtuvo con el tratamiento 8 (300-300-200) repetición III con el rendimiento mayor de 39.25 Ton/ha y el mayor índice de desbalance nutricional fue de 428.22, el cual se presentó con el tratamiento 10 (0-0-0) repetición I con un rendimiento de 24.25 Ton/ha. El índice de desbalance nutricional (IDN) se obtuvo al sumar los índices sin considerar el signo, encontrando cierta relación entre el rendimiento y el IDN evidenciada por un análisis de regresión lineal simple. La ecuación de regresión obtenida fue  $Y = 41.063 - 0.049 X$  con una  $R^2$  de 0.30.

En la Figura 4A se muestra una función lineal entre el rendimiento y el IDN, en la cuál se muestra que solamente un 30 % de la variación fue debido al desbalance nutricional, lo cual indica que otros factores afectaron de alguna manera la producción del cultivo de papa en el experimento.

Los valores del IDN fueron muy altos debido a las bajas concentraciones de N y P, y altas de K comparados con las normas DRIS establecidas, N (4.74 %), P (0.32 %) y K (4.06 %). Las diferencias de concentraciones muy marcadas entre los resultados del análisis foliares del experimento de calibración y las normas DRIS establecidas fueron debidas a los laboratorios donde se realizaron dichos análisis, los análisis de la calibración se llevaron a cabo en Fundación Produce Coahuila A, C. y el establecimiento de las normas DRIS en CENID-RASPA.

Los resultados obtenidos en el experimento en donde se evaluaron diferentes tratamientos de N-P-K, mostraron que es posible utilizar las normas DRIS establecidas en este trabajo para predecir el rendimiento de papa en la región, a pesar que en el experimento influyeron otros factores tales como la presencia de Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*), la variación en el terreno evidenciada por las diferencias de rendimientos entre bloques, así también la variación de concentración de N, P y K en la planta, donde se analizó las muestras del experimento y las muestras analizadas para el establecimiento de las normas DRIS.

#### **4.3.3. Utilización de otros datos experimentales**

En el Cuadros 34, se presentan la concentración foliar de N, P, K, Índices DRIS, orden de requerimiento nutricional y rendimientos obtenidos para cada una de las dosis iniciales evaluadas en el muestreo foliar realizado. Se puede observar que el orden de requerimiento nutricional en los primeros cuatro tratamientos fue  $N > P > K$  y para el quinto tratamiento el orden de requerimiento nutricional fue  $N > K > P$ .

Cuando no se aplicó fertilizante (tratamiento 1), el rendimiento fue de 10.26 Ton/ha. En el tratamiento 2 se agregó N y se disminuyó el rendimiento, sin embargo el índice DRIS fue menos negativo. Al aplicar N y P en el tercer tratamiento, resultó un incremento en rendimiento y el índice de P resultó positivo. En el cuarto tratamiento se agregó N, P y K ocurriendo también incremento en rendimiento y más positivo el índice de K. Finalmente en el tratamiento 5 se agrega más P y como consecuencia se incrementa el rendimiento y este elemento pasa del segundo al tercer orden de necesidad.

Cuadro 34. Concentración foliar de N, P, K, Indices DRIS, orden de requerimiento nutricional y rendimientos obtenidos en los tratamientos con las dosis de fertilización iniciales, para el muestreo foliar.

Trat.	Dosis	Concentración Foliar			Indices			DRIS Ord. de Req.	Rendto
		N	P	K	N	P	K		
1	0-0-0	4.545	0.332	5.245	-11.75	-3.61	15.36	N>P>K	10.26
2	60-0-0	4.613	0.319	4.760	-5.71	-4.07	9.78	N>P>K	8.81
3	60-200-0	3.880	0.325	4.395	-16.75	6.29	10.49	N>P>K	11.56
4	60-200-50	4.310	0.412	5.745	-29.53	11.78	17.75	N>P>K	13.22
5	60-400-50	4.413	0.448	5.273	-28.20	19.04	9.16	N>K>P	15.26

Como se podrá apreciar el método DRIS permitió explicar en la mayor parte de los casos el comportamiento de la planta a la adición de fertilizantes. Para este caso solo se utilizaron los tratamientos en los que no se agregó más fertilizante, que el aplicado al momento de la siembra. Enseguida se analizará el comportamiento de los tratamientos que si recibieron la aportación de algún fertilizante durante la primera escarda, es decir se evaluará la precisión del diagnóstico hecho con las normas DRIS establecidas, cuando la planta tenía de 25 a 30 cm, en relación con la posterior aplicación de fertilizantes durante la primera escarda.

El Cuadro 35, se incluyen los tratamientos de fertilización iniciales, el orden de requerimiento nutricional, enseguida se especifican los tratamientos de fertilización finales obtenidos con la segunda aplicación de fertilizante, en la siguiente columna se presentan los rendimientos obtenidos y finalmente el efecto del elemento adicionando a la dosis de fertilización inicial.

Cuadro 35. Efecto de segunda fertilización, relacionada con la predicción de necesidades hechas por el DRIS. Ciclo P-V 1988.

Tratamiento	Dosis Inicial	Orden de Req.	Dosis Final	Rendto.	Efecto del Factor	Factor adicionado Ton/ha.
1	0-0-0	N>P>K	0-0-0	10.26		
2			120-0-0	11.23	N +	0.97
2			0-400-0	8.82	P -	1.44
4			0-0-100	8.49	K -	1.77
5			120-400-100	11.85	NPK +	1.59
6	60-0-0	N>P>K	60-0-0	8.81		
7			120-0-0	10.63	N +	1.82
8			60-400-0	14.27	P +	5.46
9			60-0-100	15.97	K +	7.16
10			120-400-100	12.22	NPK +	3.41
11	60-200-0	N>P>K	60-200-0	11.56		
12			120-200-0	15.38	N +	3.82
13			60-400-0	17.01	P +	5.45
14			60-200-100	17.17	K +	5.61
15			120-400-100	13.31	NPK +	1.75
16	60-200-50	N>P>K	60-200-50	13.22		
17			120-200-50	15.51	N +	2.29
18			60-400-50	14.40	P +	1.18
19			60-200-100	13.08	K -	0.14
20			120-400-100	12.46	NPK -	0.76
21	60-400-50	N>K>P	60-400-50	15.26		
22			120-400-50	17.40	N +	2.14
23			60-400-100	13.31	K -	1.95
24			120-400-100	12.42	NK -	2.84
25			120-400-100 + Mg	14.80	NKMg -	0.46

Los primeros 5 tratamientos no recibieron fertilizante al momento de la siembra y la predicción hecha por el DRIS en base al muestreo foliar, señala que el orden de requerimiento nutricional fue  $N > P > K$ . Al hacer la aplicación de N (tratamiento 2), el rendimiento se incrementa en comparación con el tratamiento 1, cuando se aplicó solamente P o K el rendimiento disminuyó, pero cuando se aplicó N, P y K (tratamiento 5), se incrementó también el rendimiento, por lo que la predicción se considera acertada.

En los tratamientos del 6 al 10 la dosis original fue 60-0-0 y la predicción tuvo el mismo orden de requerimiento que el anterior. En este caso al haberse aplicado más N (tratamiento 2), también incrementó su rendimiento. Al aplicar solamente P (tratamiento 3), también presentó un efecto positivo en rendimiento, lo cual se pudiera explicar por medio de los índices DRIS obtenidos para las dosis iniciales (Cuadro 34), ya que tanto para N y P fueron negativos, razón por lo cual hubo respuesta para ambos nutrimentos.

En los tratamientos del 11 al 15 la dosis inicial fue de 60-200-0. Con la aplicación de 60 unidades de N al momento de la escarda incrementaron el rendimiento, con lo cual se confirmó el diagnóstico DRIS, También la aplicación de otras 200 unidades de P aumentó el rendimiento, denotando que aún existían necesidades de este elemento que se encontraba en el segundo lugar del orden de requerimiento según el diagnóstico DRIS.

Al realizar la evaluación de las predicciones para los dos siguientes grupos de tratamientos, se observa que el diagnóstico es acertado en ambos casos.

En el Cuadro 36, se presenta el diagnóstico nutricional realizado por medio de los Rangos de Suficiencia establecidos por Reuter y Robinson (1986) y Walwort y Muñiz (1993), considerando la concentración foliar para cada uno de los cinco tratamientos de fertilización evaluados. En el cual destaca que Reuter y Robinson (1986), no detectó deficiencias en los tratamientos 1, 2, 4 y 5,

detectando solamente deficiencias de K en el tratamiento 3. Utilizando los Rangos de Suficiencia de Walworth y Muñiz (1993), no detectó deficiencias en los tratamientos 1, 2 y 5, detectando solamente deficiencias de N en el tratamiento 3 y el tratamiento 4 detectó contenidos altos de K. Confirmando nuevamente que el método DRIS fue más completo y preciso que el de Rangos de Suficiencia.

Cuadro 36. Concentración foliar de N, P, K y diagnóstico nutricional por medio de Rangos de Suficiencia, obtenidos en los tratamientos con las dosis de fertilización iniciales, para el muestreo foliar.

Trat.	Dosis	Concentración Foliar			Rangos de Suficiencia	
		N	P	K	Reuter y Robinson (1986)	Walworth y Muñiz (1993)
1	0-0-0	4.545	0.332	5.245	No detectó Deficiencias	No detectó Deficiencias
2	60-0-0	4.613	0.319	4.760	No detectó Deficiencias	No detectó Deficiencias
3	60-200-0	3.880	0.325	4.395	Detectó deficiencias De K solamente	Detectó deficiencias De N solamente
4	60-200-50	4.310	0.412	5.745	No detectó Deficiencias	Detectó contenidos Altos de K
5	60-400-50	4.413	0.448	5.273	No detectó Deficiencias	No detectó Deficiencias

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base a los resultados obtenidos, así como la discusión que de ellos se hizo y en base a las hipótesis de trabajo inicialmente establecidas se concluye que:

Con respecto al establecimiento de las normas DRIS en la región:

1) Por medio de las normas DRIS establecidas en la región fue posible realizar un diagnóstico nutricional del cultivo de papa y pueden ser utilizadas eficientemente para detectar deficiencias o excesos nutricionales por medio del análisis foliar.

a) Se establecieron las normas DRIS para N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B en el cultivo de papa para la región Sureste de Coahuila y Sur de Nuevo León.

b) Las normas DRIS establecidas en la región fueron diferentes a las normas DRIS obtenidas para el cultivo de papa en otras regiones del mundo.

Con relación al diagnóstico nutricional regional:

2) El diagnóstico nutricional para el cultivo de papa en la región por diferentes métodos, determinó los nutrimentos que limitan su rendimiento y establecieron otros elementos nutritivos aparte del N y P que pudieran estar limitando su producción.

a) El diagnóstico nutricional realizado en los dos ciclos por medio del Análisis de Varianza indicó que concentraciones bajas de N, P, Fe y Mn así como altas de Mg y B afectaron significativamente el rendimiento del cultivo de papa.

b) El diagnóstico nutricional realizado en los dos ciclos utilizando el método de Correlación Simple determinó que concentraciones altas de N, P, Fe y Mn así como bajas de Mg y B estuvieron asociadas con altos rendimientos.

c) El diagnóstico nutricional realizado en los dos ciclos por medio de Componentes Principales estableció que concentraciones altas de N, P, K y Cu así como bajas de Ca, Mg Fe y B estuvieron asociadas con altos rendimientos.

d) El diagnóstico nutricional realizado en los dos ciclos utilizando el método de Rangos de Suficiencia, indicó que concentraciones bajas de N, P y K, así como altas de Zn, Mn, Fe y Ca, pudieran estar afectando el rendimiento de papa.

e) El diagnóstico nutricional realizado por medio del DRIS indicó que concentraciones bajas de N, P, K, Fe y Mn así como altas de Ca, Mg, Zn, Cu y B pudieran estar afectando el rendimiento del cultivo de papa en la región.

f) El orden de requerimiento nutricional para el cultivo de papa detectado por medio de índices DRIS fue  $P > N > Mn > Fe > K > Ca > Cu > Mg > Zn > B$ .

g) Los elementos nutritivos que mayormente están promoviendo el desbalance nutricional en el cultivo de papa son: P, N, Mn, Fe y K con deficiencias y B, Zn, Mg, Cu y Ca con excesos relativos.

h) En cuanto a la eficiencia de los métodos para el diagnóstico nutricional, para detectar mayor número de nutrimentos con deficiencias y excesos fue el siguiente orden: DRIS > Componentes Principales > Rangos de Suficiencia > Correlación Simple > ANVA.

i) Al comparar el método de Rangos de Suficiencia con el método DRIS, se determinó que Rangos de Suficiencia no fue capaz de detectar deficiencias de Fe y Mn, así como altos de B, Cu y Mg.

j) El diagnóstico nutricional realizado por medio de Índices DRIS fue el más preciso y completo, ya que aparte de indicar los nutrimentos que limitan el rendimiento, ordena los mismos de acuerdo al requerimiento nutricional del cultivo, considerando la interacción entre nutrimentos y el balance nutrimental.

Con respecto a la calibración de las normas DRIS:

3) Los índices DRIS fueron capaces de predecir el comportamiento de la papa en un experimento de fertilización, con lo cual se confirmó la precisión del diagnóstico nutricional realizado con las normas DRIS establecidas.

De acuerdo con las anteriores conclusiones y con el propósito de continuar con esta línea de investigación se sugieren las siguientes recomendaciones.

i) En base al diagnóstico nutricional realizado por medio del DRIS es necesario realizar proyectos de investigación enfocados principalmente a resolver los problemas de deficiencias con P, N, Mn, Fe y K y excesos de B, Zn, Mg, Cu y Ca .

ii) Es importante considerar incrementar el número de observaciones de las normas DRIS establecidas, con datos que incluyan análisis foliares y rendimientos del cultivo de papa en la región con la finalidad de incrementar la precisión en el diagnóstico nutricional.

## 6. LITERATURA CITADA

- Alonso, A., F. 1996. El cultivo de la patata. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. Barcelona. México. p 33-41.
- Beaufils, E. R. 1973. Diagnosis and recomendation integrated system (DRIS). A general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. Soil Sci. Bull. No.2. University of Natal, S. Africa.
- Browen, J. E., y B. A. Kratky. 1983. Microelementos. Causas de deficiencia y toxicidad. Agricultura de las Américas. 32 (6): 6-11.
- Cepl, J. 1992. DRIS method application to an evaluation of potato inorganic analysis. Scientia- Agriculturae-Bohemoslovaca. 24:4: 307-316.
- Chan, C. J. L. R. D. Valdez y M. H. Pérez B. 1985. Normas de diagnóstico foliar para duraznero en condiciones de riego. XVIII Congreso Nacional de la SMCS. La Paz; B. C. Sur, México.
- Clark, R. B. 1970. Effects of mineral nutrient levels on the organic composition and growth of corn. Ohio Agricultural Research and Development Center. Wooster, OH,USA. Research Circular 181. 21 p.
- Dominguez V., A. 1997. Tratado de fertilización. 3ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. Barcelona. México. p 338.
- Dara, S. T., P. E. Fixen and R. H. Gelderman. 1992. Sufficiency levels and diagnosis and recommendation integrated system approaches for evaluating the nitrogen status of corn. Agron. J. 84: 1006-1010.
- Davee, D. E.; T. L. Righetti; E. Fallahi and S. Robbins. 1986. An evaluation of the DRIS approach for identifying mineral limitations on yield in napolean sweet cherry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111: 988-993.
- Escano, C. R., C. A. Jones, C.A. and G. Uehara. 1981. Nutrient diagnosis in corn grown on Hydric Dystradepts: II. Comparison of two systems of tissue diagnosis. Soil Sci. Soc. Am. J. 45:1140-1144.
- Etchevers, B., J. D. 1997. Evaluación del estado nutrimental del suelo y los cultivos fertirrigados. 2º Simposium Internacional de Fertirrigación. Querétaro, Mex. p 51-60.
- Flegmann, A. W. and A. T. Raymond. 1980 Soils and other growth media. AVI Publishing Company, Inc Westport, Connecticut, USA. pp 32.
- Gargantini, H., H. G. Blanco., J. R. Gallo y S. A. Nobregas. 1963. Absarcao de nutrientes pela batatinha. Bragantia. (Campinas). 22 (22): 267-290.

- Houghland, G. V. 1964. Nutrient deficiencies in the potato In: Howard (Ed). Hunger sings in crops. David Mckay Company. New York pp 221-232 .
- Howeler, R. H. 1983. Análisis del tejido vegetal en el diagnóstico de problemas nutricionales de Algunos cultivos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p 22-30.
- Jones, C. A. 1981. Proposed modifications of diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analysis. Commun. in Soil Sci. Plant Anal. 12(8):785-794.
- Jones, J. B., B. Wolf , and H. A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publishing. U.S.A. pp 16-17.
- Letzsch, W. S. 1984. Standarized diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) data banks. Commun. in Soil Sci. Plant Anal. 16: 339-347.
- Letzsch, W. S. 1985. Compute program for selection of norms used in the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Commun. in Soil Sci. Plant Anal. 16: 339-347.
- Letzsch, W. S. and M. E. Sumner, 1984. Effect of population size and yield level in selection of diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) norms. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 15: 997-1006.
- Lorenz, O. A. and K. B. Tyler. 1983. Plant tissue analysis of vegetable crops. In Soil and Plant Tissue Testing in California. Univ Calif Bull No. 1879.
- Mackay, D. C., J. M. Carefoot and T. Entz. 1987. Evaluation of the DRIS procedure for assessing the nutritional status of potato (Solanum tuberosum L.). Commun. Soil Sci. Plant Anal 18:1331-1353.
- Manual de Fertilidad de Suelos. 1988. Primera impresión en español. Potash & Phosphate Institute. Atlanta, Georgia. U. S. A. p 48
- Meldal, J. A. and M. E. Sumner. 1980. Foliar diagnostic norms for potatoes. Journal of plant nutrition. 2 (5): 569-576.
- Mengel, K. and A. E. Kirkby. 1982. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute. Switerland. pp. 417-534.
- Meyer, J. H. 1975. Advances in the interpretation of foliar analysis of sugarcane in the South African sugar industry. Proc. S Afr. Sugar Tech. Assoc. 49: 1-9.
- Millar, C. E., L. M. Turk, y A. D. Foth. 1982. Fundamentos de la ciencia del suelo. Compañía Editorial Continental, S. A México. p 323-342.

- Montaldo, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. Costa Rica. p 197-210.
- Morales, B., J. A. 1996. Efecto de los fertilizantes líquidos ácidos y sólidos sobre el aprovechamiento de fósforo por el cultivo de papa en suelos de pH alcalino. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México. p 2.
- Mortvedt. J. J., P. M. Glordano, y W. L. Lindsay. 1983. Micronutrientes en Agricultura. Primera Edición en Español. A.G.T. Editor. S,A. México. p 254-261
- Navvabzdeh, M. and M.J. Malakouti 1993. Development of DRIS norms for potato in the calcareous soils of Iran. *Journal of Plant Nutrition*. 16(8): 1409-1416.
- Narro. F. E. 1995. Nutrición y sustancias húmicas en el cultivo de papa. Memorias del VI Congreso Nacional de Productores de papa. Saltillo, Coahuila. p 30-35.
- Olivares, S., E. 1997. El suelo como medio de nutrientes. Apuntes del curso de Nutrición Vegetal para Postgrado. FAUANL. México. p 12.
- Papadakis, J. 1977. Los fertilizantes. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina. p 67.
- Parent. L. E; A. N. Cambouris. and A. Muhawenimana. 1994. Multivariate diagnosis of nutrient imbalance in potato crops. *Soil Sci. Soc. of Amer. Journal*. 58:5, 1432-1438.
- Pulido, S. J., N. A. Aguilar y A. Vazquez. 1992. Química de Suelos. Manual de Prácticas. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Reuter, D. J. and J. B. Robinson. 1986. Plant analysis an interpretation manual. Inkata Press. Melbourne, Sidney. pp 173-175.
- Robson, A. D. and M. G. Pitman. 1983. Interactions between nutrients in higher plants. In: *Inorganic plant nutrition. Encyclopedia of plant physiology*. New series. Vol. 15-A. pp. 147.
- Rodríguez S., F. 1982. Fertilizantes- Nutrición Vegetal. 6ª reimpresión. AGT Editor. México. p 94-95.
- Rubio, C. O. 1988. Precisión y oportunidad del diagnóstico nutricional hecho por el método DRIS en el cultivo de papa Informe de investigación. Campo Experimental Saltillo. 17 p.

- \_\_\_\_\_ 1989. Diagnóstico nutricional del cultivo de papa utilizando el método DRIS en las regiones cercanas a Saltillo, Coahuila. XXII Congreso Nacional de la SMCS. Montecillo, Estado de México, México. p 94.
- \_\_\_\_\_ 1990. Aplicación del método DRIS en el diagnóstico nutricional del cultivo de papa en la región de Navidad, N.L. XXIII Congreso Nacional de la SMCS. Torreón, Coahuila, México. p 82.
- Sumner, M. E. 1979. Interpretation of foliar analyses for diagnostic purposes. *Agron. J.* Vol. 71: 343-348 U.S.A.
- \_\_\_\_\_. 1986. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) as a guide to orchard fertilization. Food and Fertilizer Technology Center Extensión. Bulletin No. 231. 21 p.
- Sumner, M. E. and F. G. Boswell. 1981. Alleviating nutrient stress. In: Arkin, G. I. and H. M. Taylor (Editor). *Modifying the root environment to reduce crop stress.* Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Madison, Wisconsin, U.S.A. pp. 99-137.
- Sumner, M. E. and M. P. W. Farina. 1986. Phosphorus interactions with other nutrients and lime in field cropping system. *Adv. Soil. Sci.* 5: 201-236.
- Thompson, L. M., y F. R. Troech. 1980. *Los suelos y su fertilidad.* Traductor D. Juan P. Vigde Fábregas. 4 ed. Reverté. España. p 32.
- Walworth, J. L. and J. E. Muñiz. 1993. A compendium of tissue nutrient concentration for field-grown potatoes. *Amer. Potato. J.* Vol 70: 579-597.
- Walworth, J.L. and M.E. Sumner, 1986. *Foliar diagnosis a review.* Ad. Plant Nutr. 3. Elsevier Pub. New York, USA.
- \_\_\_\_\_, 1987. The diagnosis and recommendation Integrated system (DRIS). *Ad. Soil Sci.* 6: 151-188.

## 7. APENDICE

Cuadro 1A. Lista de tratamientos evaluados en el experimento con dosis de fertilización inicial y final de fertilización.

Tratamiento	Dosis Inicial	Dosis Final
1	0-0-0	0-0-0
2		120-0-0
2		0-400-0
4		0-0-100
5		120-400-100
6	60-0-0	60-0-0
7		120-0-0
8		60-400-0
9		60-0-100
10		120-400-100
11	60-200-0	60-200-0
12		120-200-0
13		60-400-0
14		60-200-100
15		120-400-100
16	60-200-50	60-200-50
17		120-200-50
18		60-400-50
19		60-200-100
20		120-400-100
21	60-400-50	60-400-50
22		120-400-50
23		60-400-100
24		120-400-100
25		120-400-100 + 50 Mg

Cuadro 2A. Concentración de nutrientes, Índices DRIS, Orden de Requerimiento Nutricional, IDN y Rendimiento para cada una de las muestras tomadas en el ciclo P-V 1996.

No	Macronutrientes (%)										Índices DR S										IDN	Rendto	
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	P	N	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B			Orden requerimiento nutricional
1	4.55	0.30	3.10	2.60	0.75	297	507	14	97	36	-6.62	-12.77	-24.04	-4.83	6.09	11.59	4.00	1.29	8.64	16.63	K>P>N>Ca>Cu>Mn>Mg>Zn>Fe>B	96.48	37.0
2	4.28	0.30	4.25	2.50	0.87	233	695	15	92	40	-12.62	-14.71	-9.95	-8.53	10.31	2.50	10.89	1.16	4.33	16.82	P>N>K>Ca>Cu>Fe>Zn>Mg>Mn>B	91.64	30.5
3	4.68	0.34	4.22	2.80	0.61	204	428	14	67	20	-4.27	-3.68	-4.90	0.42	-0.76	2.12	3.28	3.60	0.89	3.30	K>N>P>Mg>Ca>Zn>Fe>Mn>B>Cu	19.62	46.0
4	4.79	0.36	5.10	2.80	0.68	210	407	15	81	22	-8.00	-4.50	-0.69	-1.65	0.29	0.92	0.60	3.35	3.96	3.70	P>K>N>Cu>Mg>Mn>Fe>Ca>Zn>B>Zn	25.66	40.0
5	4.71	0.28	3.66	2.81	0.60	209	424	12	67	29	-0.58	-10.71	-9.60	1.30	0.13	3.40	3.21	-0.38	1.08	12.15	P>K>N>Cu>Mg>Zn>Ca>Mn>Fe>B	42.64	34.0
6	4.40	0.34	4.07	2.59	0.64	311	410	15	87	35	-10.03	-7.24	-10.20	-4.79	-2.36	11.76	-0.38	3.64	5.41	14.19	K>N>P>Ca>Mg>Mn>Cu>Zn>Fe>B	70.00	36.5
7	4.23	0.24	3.34	2.27	0.69	169	497	15	88	29	-4.03	-17.75	-13.42	-5.64	7.09	-1.29	6.24	7.77	8.81	12.22	P>K>Ca>N>Fe>Mn>Mg>Cu>Zn>B	84.26	32.0
8	3.05	0.27	3.54	2.32	0.52	234	251	15	54	33	-18.01	-7.22	-6.47	-1.73	-2.32	9.92	-6.45	12.93	-1.48	20.63	N>P>K>Mn>Mg>Ca>Zn>Fe>Cu>B	87.36	24.0
9	3.08	0.15	3.99	2.19	0.48	149	337	18	57	26	-10.74	-35.80	3.65	-1.00	-1.55	0.55	1.52	26.03	1.81	15.53	P>N>Mg>Ca>Fe>Mn>Zn>K>B>Cu	98.18	36.0
10	4.29	0.34	4.12	2.89	0.61	207	420	12	66	21	-6.19	-2.62	-4.82	2.00	0.25	2.94	3.36	-0.58	1.07	4.59	N>K>P>Cu>Mg>Zn>Ca>Fe>Mn>B	32.42	42.5
11	3.62	0.25	3.44	2.75	0.58	138	332	14	70	25	-8.38	-11.23	-8.09	3.03	2.13	-4.21	-1.09	8.01	9.12	10.71	P>N>K>Fe>Mn>Mg>Ca>Cu>Zn>B	66.00	32.5
12	4.47	0.32	4.15	2.50	0.61	197	332	13	70	19	-3.45	-4.35	-3.89	-1.18	1.00	2.36	-0.70	2.98	3.78	3.45	P>K>N>Ca>Mn>Mg>Fe>Cu>B>Zn	27.14	40.0
13	4.45	0.25	3.68	2.50	0.61	217	535	12	81	29	-2.59	-16.10	-9.29	-2.46	1.02	4.67	8.04	-0.78	5.84	11.68	P>K>N>Ca>Cu>Mg>Fe>Zn>Mn>B	62.46	25.0
14	3.60	0.25	3.07	2.61	0.58	228	430	15	101	32	-12.34	-16.26	-17.38	-0.92	-0.66	7.36	2.08	8.24	14.10	14.78	K>P>N>Ca>Mg>Mn>Fe>Cu>Zn>B	93.12	32.0
15	4.73	0.34	4.31	2.60	0.61	211	394	14	65	20	-2.95	-3.74	-4.11	-1.37	-0.66	2.91	1.94	3.91	0.52	3.55	K>P>N>Ca>Mg>Zn>Mn>Fe>B>Cu	25.66	42.0
16	5.16	0.32	4.23	2.50	0.59	205	301	13	85	25	0.81	-6.73	5.23	-2.49	-2.12	2.00	-4.53	1.67	8.38	8.23	P>K>Mn>Ca>Mg>N>Cu>Fe>B>Zn	42.20	38.0
17	4.19	0.24	4.56	2.59	0.54	144	268	15	66	30	-3.59	-15.42	1.80	0.35	-2.53	-4.29	-5.82	10.22	3.18	16.10	P>Mn>Fe>N>Mg>Ca>K>Zn>Cu>B	63.30	37.0
18	3.10	0.20	3.64	2.50	0.46	135	300	9	72	47	-11.36	-18.50	-1.66	2.46	-4.24	-4.25	-3.20	-6.66	7.85	39.18	P>N>Cu>Fe>Mg>Mn>K>Ca>Zn>B	99.02	21.0
19	3.35	0.22	3.71	2.28	0.56	174	300	12	81	21	-9.88	-14.83	-2.63	-0.59	3.09	2.85	-1.87	4.46	11.68	7.72	P>N>K>Mn>Ca>Fe>Mg>Cu>B>Zn	59.60	36.0
20	4.13	0.34	4.74	2.30	0.65	148	451	14	65	15	-7.54	-1.90	1.21	-3.85	4.52	-3.94	5.69	4.92	1.28	-0.39	N>Fe>Ca>P>B>K>Zn>Mg>Cu>Mn	35.24	33.0
21	3.54	0.22	3.63	4.02	0.66	156	464	13	52	18	-10.56	-18.63	-3.26	15.25	7.12	-1.12	7.60	4.11	-3.81	3.40	P>N>Zn>K>Fe>B>Cu>Mg>Mn>Ca	74.96	33.5
22	2.66	0.21	3.30	3.60	0.51	178	516	10	100	29	-24.21	-18.76	-8.50	14.27	-1.93	3.25	8.94	-5.95	17.40	14.80	N>P>K>Cu>Mg>P>Fe>Mn>Ca>B>Zn	116.92	20.0
23	2.63	0.27	3.07	3.72	0.54	82	632	14	92	35	-27.28	-6.93	-13.27	13.89	-0.69	-22.63	14.39	7.94	12.88	21.70	N>Fe>K>P>Mg>Cu>Zn>Ca>Mn>B	141.60	22.0
24	3.55	0.22	3.12	2.83	0.70	170	305	11	81	25	-8.40	-17.06	-12.24	4.88	11.96	1.51	-2.30	-0.24	10.75	11.16	P>K>N>Mn>Cu>Fe>Ca>Zn>B>Mg	80.48	32.0
25	4.83	0.32	4.75	3.02	0.67	204	316	13	70	20	-2.78	-6.92	-1.22	2.28	2.10	1.67	-2.46	1.11	2.68	3.52	P>N>Mn>K>Cu>Fe>Mg>Ca>Zn>B	26.78	41.5
26	4.86	0.35	4.18	2.80	0.64	206	395	12	75	18	-2.08	-2.96	-5.62	1.53	1.01	2.17	1.74	-1.35	4.06	1.50	K>P>N>Cu>Mg>B>Ca>Mn>Fe>Zn	24.02	43.0
27	4.51	0.32	4.44	2.52	0.68	73	413	14	63	21	-0.24	-2.34	1.26	-0.47	7.61	-26.71	4.87	6.84	1.75	7.53	Fe>P>Ca>N>K>Zn>Mn>Cu>Mg>B	59.52	35.0
28	4.50	0.28	4.26	3.06	0.63	146	566	15	79	25	-7.20	-11.66	-4.18	2.24	0.49	-5.88	9.37	5.48	3.88	7.46	P>N>Fe>K>Mg>Ca>Zn>Cu>B>Mn	57.84	37.0
28	3.84	0.24	4.49	2.24	0.69	188	291	17	81	25	-10.06	-17.63	-0.47	-5.47	6.25	1.50	-5.31	13.59	8.16	9.44	P>N>Ca>Mn>K>Fe>Mg>Zn>B>Cu	77.88	32.5
30	4.27	0.25	4.60	2.50	0.94	105	478	15	67	28	-6.27	-18.03	-0.87	-3.92	20.34	-15.88	6.03	6.29	0.31	11.99	P>Fe>N>Ca>K>Zn>Mn>Cu>B>Mg	89.94	31.0
31	4.95	0.35	4.78	2.75	0.61	275	412	12	81	25	-4.07	-5.33	-2.82	-1.60	-3.14	7.85	1.16	-2.97	4.48	6.44	P>N>Mg>Cu>K>Ca>Mn>Zn>B>Fe	39.86	42.0
32	5.19	0.36	4.88	2.77	0.68	187	346	14	80	20	-1.62	-3.87	-1.71	-1.02	1.19	-1.06	-1.76	2.13	4.94	2.78	P>Mn>K>N>Fe>Ca>Mg>Cu>B>Zn	22.08	45.0
33	4.50	0.29	5.29	3.21	0.69	181	267	8	81	21	-4.03	-9.32	5.43	6.69	6.35	-5.81	-5.30	-15.29	9.58	5.90	Cu>P>Fe>Mn>N>K>B>Mg>Ca>Zn	66.38	67.9
34	4.34	0.29	5.31	2.56	0.66	164	386	12	80	20	-5.93	-9.40	4.89	-1.34	3.19	-2.38	1.47	-0.78	6.41	3.87	P>N>Fe>Ca>Cu>Mn>Mg>B>K>Zn	39.66	36.5
35	4.94	0.32	5.20	2.50	0.60	189	279	15	81	27	-2.61	-7.76	1.64	-3.38	-2.80	-0.58	-6.78	5.93	6.45	9.89	P>Mn>Ca>Mg>N>Fe>K>Cu>Zn>B	47.82	38.0
36	4.59	0.32	5.61	2.50	0.61	157	377	15	76	25	-5.55	-7.13	5.38	-3.36	-1.81	-4.59	0.01	5.50	3.73	7.82	P>N>Fe>Ca>Mg>Mn>Zn>K>Cu>B	44.88	36.0

Continuación Cuadro 2A.

No	Macronutrientos (%)											INDICES DRIS											Orden requerimiento nutricional	IDN	Rendto				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	N	P				K	Ca	Mg	Fe
37	4.67	0.29	5.16	2.81	0.56	1.90	267	12	115	25	-3.64	-10.89	2.70	-2.49	-4.40	0.66	-9.04	-1.31	20.37	8.52	P>Mn>Mg>N>Ca>Cu>Fe>K>B>Zn	63.52	25.0						
38	4.29	0.35	3.93	2.64	0.57	2.16	321	17	81	22	-7.45	-2.59	-7.98	-1.39	-3.93	3.68	-3.51	11.35	6.54	5.27	K>N>Mg>Mn>P>Ca>Fe>B>Zn>Cu	53.68	27.0						
39	4.31	0.32	4.17	2.44	0.70	2.03	219	18	102	17	-7.78	-6.91	-6.40	-3.84	4.15	2.01	-13.92	14.67	16.82	1.10	Mn>N>P>K>Ca>B>Fe>Mg>Cu>Zn	77.50	25.0						
40	4.42	0.33	3.80	2.50	0.69	1.34	470	12	76	17	-2.94	-2.50	-8.63	-1.19	5.65	-5.98	6.34	0.20	5.55	1.60	K>Fe>N>P>Ca>Cu>B>Zn>Mg>Mn	38.48	38.5						
41	4.24	0.37	3.35	2.55	0.90	1.42	595	12	70	23	-7.80	-0.12	-15.54	-3.10	17.52	-6.60	11.11	-2.48	0.85	6.17	K>N>Fe>Ca>Cu>P>Zn>B>Mn>Mg	71.30	36.0						
42	4.73	0.36	4.52	2.70	0.62	2.22	443	13	94	20	-5.55	-1.52	-4.33	-1.90	-2.10	2.81	2.35	-0.58	8.68	2.14	N>K>Mg>Ca>P>Cu>B>Mn>Fe>Zn	31.96	40.0						
43	4.92	0.33	4.34	2.42	0.58	1.79	500	16	118	25	-3.30	-7.65	-6.30	-6.15	-5.49	-2.57	3.68	6.10	15.60	6.15	P>K>Ca>Mg>N>Fe>Mn>B>Cu>Zn	66.64	29.0						
44	4.94	0.32	4.91	2.70	0.84	2.19	486	12	81	21	-2.67	-7.89	-0.71	-1.54	-0.22	2.71	4.93	-2.81	4.66	3.34	P>N>Cu>Ca>K>Mg>Fe>B>Zn>Mn	31.28	38.5						
45	5.04	0.30	4.48	2.50	0.65	2.40	221	13	81	21	-0.18	-9.45	-3.06	-1.99	1.90	5.95	-10.66	2.87	9.11	5.51	Mn>P>K>Ca>N>Mg>Cu>B>Fe>Zn	50.68	31.0						
46	4.47	0.33	3.81	2.84	0.63	3.20	296	16	105	33	-9.33	-8.87	-13.67	-1.90	-3.35	12.87	-6.83	6.60	13.18	13.10	K>N>P>Mn>Mg>Ca>Cu>Fe>B>Zn	91.50	25.0						
47	3.46	0.34	5.55	3.30	0.81	3.43	323	16	89	36	-28.82	-9.12	1.47	0.86	5.22	13.24	-6.71	4.19	5.63	14.04	N>P>Mn>Ca>K>Cu>Mg>Zn>Fe>B	89.30	34.0						
48	4.21	0.40	4.10	3.52	0.75	1.01	600	15	115	20	-11.32	1.33	-6.69	4.67	5.34	-19.29	8.29	2.91	14.86	2.10	Fe>N>K>P>B>Cu>Ca>Mg>Mn>Zn	78.60	30.5						
49	4.15	0.39	4.16	3.40	0.68	90	600	20	131	27	-13.32	-0.73	-9.27	2.47	-0.43	-26.38	7.11	13.83	18.63	8.09	Fe>N>K>P>Mg>Ca>Mn>B>Cu>Zn	100.26	29.0						
50	5.13	0.32	4.88	3.18	0.69	89	600	16	104	26	-0.64	-9.24	-1.06	1.42	1.64	-25.32	8.57	5.63	11.02	7.98	Fe>P>K>N>Ca>Mg>Cu>B>Mn>Zn	72.52	31.0						
51	3.87	0.28	4.24	3.96	0.63	203	308	13	81	41	-12.97	-13.07	-5.58	10.41	-0.83	1.22	-6.42	-0.15	5.39	22.00	P>N>Mn>K>Mg>Cu>Fe>Zn>Ca>B	78.04	31.5						
52	4.93	0.32	5.21	2.03	0.65	117	275	15	62	34	-0.63	-6.16	3.88	-8.76	2.39	-12.21	-5.89	8.01	-0.12	19.49	Fe>Ca>P>Mn>N>Zn>Mg>K>Cu>B	66.54	38.0						
53	5.02	0.36	4.59	2.76	0.62	238	558	10	81	23	-2.64	-3.59	-3.60	-1.05	-1.51	4.41	8.11	-9.31	4.33	4.85	Cu>K>P>N>Mg>Ca>Zn>Fe>B>Mn	43.40	40.0						
54	4.45	0.27	5.18	2.45	0.74	99	600	15	175	38	-8.96	-20.21	0.38	-9.05	3.60	-24.37	6.32	1.35	33.21	17.73	Fe>P>Ca>N>K>Cu>Mg>Mn>B>Zn	125.18	28.5						
55	4.14	0.22	5.18	3.44	0.66	81	600	15	81	41	-6.94	-25.93	6.10	6.07	3.30	-28.65	10.55	6.20	4.73	24.57	Fe>P>N>Mg>Zn>Ca>K>Cu>Mn>B	123.04	20.5						
56	4.53	0.39	5.73	2.50	0.61	270	600	15	124	40	-14.37	-5.60	0.23	-9.57	-6.74	4.43	5.05	-0.76	12.71	14.82	N>Ca>Mg>P>Cu>K>Fe>Mg>Zn>B	74.08	35.0						
57	4.94	0.35	4.13	2.63	0.62	211	421	12	82	21	-2.31	-3.73	-3.24	-1.71	-0.90	2.16	2.30	-1.97	5.68	3.72	P>K>N>Cu>Ca>Mg>Mn>Zn>Cu>Fe>B	27.72	43.0						
58	5.18	0.38	4.87	2.82	0.68	218	406	14	72	20	-2.64	-2.51	-2.49	-1.09	0.53	1.82	1.25	1.45	1.39	2.29	N>P>K>Ca>Mg>Mn>Zn>Cu>Fe>B	17.46	45.0						
59	4.88	0.33	4.26	3.12	0.65	220	316	13	81	24	-2.83	-6.38	-6.05	2.70	0.38	3.02	-3.74	0.44	5.96	6.50	P>K>Mn>N>Mg>Cu>Ca>Fe>Zn>B	38.00	36.0						
60	4.00	0.31	5.19	3.76	0.67	239	261	12	81	48	-15.20	-11.19	0.51	7.10	-0.62	3.48	-11.68	-4.46	4.65	27.41	N>Mn>P>Cu>Mg>K>Fe>Zn>Ca>B	86.30	33.0						
61	4.36	0.24	4.52	4.00	0.72	188	509	16	81	34	-8.22	-23.92	-4.68	8.69	3.36	-1.41	4.22	5.49	2.98	13.49	P>N>K>Fe>Zn>Mg>Mn>Cu>Ca>B	76.46	34.0						
62	4.24	0.23	4.79	3.79	0.59	154	514	15	91	38	-7.88	-24.43	-0.38	8.19	-3.94	-6.07	4.71	4.44	7.25	18.11	P>N>Fe>Mg>K>Cu>Mn>Zn>Ca>B	85.40	36.5						
63	4.13	0.21	5.51	2.40	0.55	202	600	15	135	42	-10.80	-32.82	5.42	-7.84	-8.30	0.38	7.48	3.87	21.54	20.89	P>N>Mg>Ca>Fe>Cu>K>Mn>B>Zn	119.12	24.0						
64	4.69	0.27	4.71	3.19	0.76	197	493	16	77	28	-5.49	-17.61	-3.43	1.50	5.13	-0.44	3.96	5.32	1.77	9.30	P>N>K>Fe>Ca>Zn>Mn>Mg>Cu>B	53.94	38.0						
65	5.01	0.28	4.31	3.33	0.74	318	600	18	128	31	-7.31	22.12	-12.57	-0.48	-0.29	10.19	4.82	6.06	14.00	7.70	P>K>N>Ca>Mg>Mn>Cu>B>Fe>Zn	85.54	26.0						
66	4.01	0.28	4.31	3.92	0.57	339	620	15	81	44	-16.12	-17.99	-9.06	7.14	-9.43	14.70	7.78	2.00	0.98	20.00	P>N>Mg>K>Zn>Cu>Ca>Mn>Fe>B	105.20	28.0						
67	2.96	0.21	5.02	3.10	0.85	270	630	15	81	39	-32.21	-31.79	2.77	1.27	13.91	10.15	10.12	4.42	3.01	18.35	N>P>Ca>K>Zn>Cu>Mn>Fe>Mg>B	128.00	27.0						
68	4.22	0.24	3.48	3.14	0.70	172	276	15	81	30	-4.90	-18.31	-12.17	4.69	6.65	-0.93	-7.92	10.73	8.08	14.08	P>K>Mn>N>Fe>Ca>Mg>Zn>Cu>B	88.46	35.0						
69	3.15	0.22	4.25	3.82	0.69	260	458	24	76	47	-29.26	-30.96	-7.68	7.32	1.01	8.25	0.57	25.37	0.38	25.00	P>N>K>Zn>Mn>Mg>Ca>Fe>B>Cu	195.80	22.0						
70	3.52	0.22	4.24	4.10	0.71	102	501	21	62	43	-17.05	-26.32	-4.41	12.09	5.79	-18.96	5.60	21.25	-4.16	26.17	P>Fe>N>K>Zn>Mn>Mg>Ca>Cu>B	141.80	20.0						
71	4.53	0.21	5.45	2.42	0.75	292	319	26	59	38	-8.62	-36.63	1.86	-8.77	3.93	-10.45	-6.47	30.74	-5.84	19.25	P>Ca>N>Mn>Zn>K>Mg>Fe>B>Cu	132.66	25.0						
72	4.35	0.22	5.38	2.57	0.73	270	347	26	54	45	-11.24	-33.37	1.31	-7.20	2.18	7.66	-5.05	30.21	-9.81	25.32	P>N>Z>Ca>Mn>K>Mg>Fe>B>Cu	133.34	23.5						

Cuadro 3A Concentración de nutrimentos, Indices DRIS, Orden de Requerimiento Nutricional, IDN y Rendimiento para cada una de las muestras tomadas en el ciclo P-V 1997

No	Macronutrientes (%)										M micronutrientes (ppm)										INDICES DRIS										IDN	Rendlo
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	B	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn		
1	4.69	0.34	4.18	2.58	0.67	255	419	13	77	21	-1.82	1.89	3.11	-0.55	3.94	-3.22	-3.80	1.12	1.54	-2.31	Mn>Fe>B>N>Ca>Cu>Zn>P>K>Mg	23.40	50.0									
2	4.83	0.34	4.26	2.76	0.68	280	357	12	77	22	-0.76	1.63	3.51	1.33	4.04	-1.41	-8.77	-0.42	1.88	-1.04	Mn>Fe>B>N>Ca>Cu>P>Zn>K>Mg	24.80	42.0									
3	4.84	0.37	3.90	3.13	0.63	257	394	13	66	22	-0.74	5.58	0.09	5.67	1.16	-3.27	-5.41	1.02	-2.81	-1.22	Mn>Fe>Zn>B>N>K>Cu>Mg>P>Ca	23.80	40.5									
4	4.65	0.33	4.18	2.86	0.59	252	402	12	62	25	-1.22	1.61	3.95	4.76	-0.45	-3.18	-4.22	-0.14	-4.07	2.93	Mn>Zn>Fe>N>Mg>Cu>P>B>K>Ca	28.58	41.5									
5	4.18	0.27	3.64	2.96	0.80	266	865	16	99	25	-6.90	-8.04	-3.41	-1.82	-0.83	2.30	8.48	4.48	8.34	2.00	P>N>K>Fe>Ca>Mg>B>Cu>Zn>Mn	48.60	38.0									
6	4.36	0.34	3.99	3.04	0.60	270	590	13	92	22	-7.22	-1.38	1.22	4.47	4.41	-2.00	-6.48	0.82	7.19	-1.02	N>Mn>Fe>P>B>Cu>K>Mg>Ca>Zn	36.22	32.0									
7	4.84	0.34	4.00	2.84	0.60	294	530	12	69	22	-2.24	2.11	1.07	0.10	-0.41	0.15	2.58	-0.68	-1.64	-0.98	N>Zn>B>Cu>Mg>Ca>Fe>K>P>Mn	12.02	46.0									
8	4.28	0.32	4.01	2.46	0.65	278	379	13	73	23	-4.30	1.07	2.67	-1.20	4.02	-0.53	-5.71	1.63	1.22	1.14	Mn>N>Ca>Fe>B>Zn>Cu>K>Mg	23.48	48.0									
9	4.54	0.30	4.25	2.49	0.64	357	200	15	82	24	-0.23	-1.19	6.95	-0.20	4.23	5.50	-33.10	5.91	8.12	4.02	Mn>P>N>Ca>B>Mg>Fe>Cu>K>Zn	89.42	36.0									
10	4.17	0.26	4.04	2.52	0.60	394	208	16	73	24	-2.54	-6.30	6.40	0.97	2.67	9.37	-28.58	7.63	5.19	4.69	Mn>P>N>Ca>Mg>B>Zn>K>Cu>Fe	74.84	36.0									
11	3.77	0.28	3.49	3.32	0.63	303	596	12	81	22	-11.02	-4.70	-3.74	8.13	2.11	1.35	6.22	-0.71	3.01	-0.65	N>P>K>Cu>B>Fe>Mg>Zn>Mn>Ca	41.64	34.0									
12	5.11	0.34	4.05	2.82	0.65	270	377	15	71	24	1.85	1.22	1.23	-0.52	2.14	-2.35	-7.28	3.85	-0.77	1.01	Mn>Fe>Zn>Ca>B>P>K>N>Mg>Cu	21.80	58.0									
13	5.27	0.35	4.17	2.89	0.68	270	387	11	79	21	2.45	2.00	1.81	2.44	3.44	-2.42	-6.88	2.56	2.04	-2.84	Mn>B>Fe>Cu>K>P>Zn>Ca>N>Mg	28.58	47.0									
14	5.07	0.32	3.61	2.45	0.62	270	238	14	70	23	5.79	2.27	0.33	0.28	3.85	-0.68	-21.65	4.59	2.66	2.86	Mn>Fe>Ca>K>P>Zn>B>Mg>Cu>N	45.26	38.0									
15	4.46	0.31	3.81	3.10	0.65	174	375	13	81	33	-4.82	-2.40	-3.65	5.02	14.67	-14.86	-8.60	0.78	3.04	10.92	Fe>Mn>N>K>P>Cu>Zn>Ca>B>Mg	88.86	25.0									
16	4.12	0.31	4.45	2.24	0.74	128	395	17	76	25	-5.73	0.85	9.68	-3.45	12.21	-25.05	-4.88	9.27	2.74	4.08	Fe>N>Mn>Ca>P>Zn>B>Cu>K>Mg	78.22	39.0									
17	4.56	0.28	3.83	2.53	0.80	222	281	13	86	26	-0.30	-4.37	-0.55	-0.13	21.51	-6.03	-17.63	2.58	-0.55	5.48	Mn>B>Fe>P>K>Zn>N>Ca>Cu>B>Mg	59.14	19.8									
18	4.27	0.28	3.63	2.99	0.64	220	252	15	64	23	-3.80	-4.14	3.38	0.68	24.64	-6.68	-20.52	5.95	-1.48	1.77	Mn>Fe>P>N>Zn>Ca>B>K>Cu>Mg	72.80	17.4									
19	4.63	0.31	4.24	2.35	1.01	170	201	15	144	42	-5.63	-5.98	2.18	-7.35	26.07	-19.19	-47.08	4.04	30.75	22.57	Mn>Fe>Ca>N>P>K>Cu>B>Mg>Zn	169.22	13.9									
20	4.51	0.26	3.70	2.84	1.02	157	263	18	85	35	-3.34	-11.19	-1.87	2.18	27.53	-20.01	-24.04	9.71	8.39	14.64	Mn>Fe>P>N>K>Ca>Zn>Cu>B>Mg	120.80	17.7									
21	4.58	0.27	3.48	3.05	0.68	166	266	18	99	39	-5.13	-11.34	-7.48	3.01	21.81	-14.92	-20.86	7.65	10.11	16.93	Mn>Fe>P>K>N>Ca>Cu>Zn>B>Mg	119.42	18.8									
22	3.97	0.32	4.45	2.37	0.84	259	248	15	83	22	-9.82	0.87	7.62	-3.34	16.22	-3.13	-23.90	5.16	10.30	-0.18	Mn>N>Ca>Fe>B>P>Cu>K>Zn>Mg	80.34	34.0									
23	4.18	0.30	3.63	2.79	1.04	342	360	15	80	22	-8.51	-4.02	-3.82	0.20	26.67	2.87	-8.48	3.81	-6.38	-1.98	N>Mn>Zn>P>K>B>Ca>Fe>Cu>Mg	88.30	32.5									
24	4.61	0.33	4.72	2.89	0.68	309	458	25	77	37	-8.53	-4.49	2.92	-2.01	-0.38	-8.17	12.99	-2.03	10.13	10.13	N>Mn>P>Fe>Zn>Ca>Mg>K>B>Cu	52.08	37.0									
25	4.50	0.34	4.62	2.89	0.65	229	647	25	87	45	-11.40	-4.20	1.02	-2.77	-3.88	-11.06	3.08	12.58	0.11	16.50	N>Fe>P>Mg>Ca>Zn>K>Mn>Cu>B	68.59	38.0									
26	4.50	0.32	4.65	2.82	0.58	265	512	14	68	22	-3.87	-0.80	7.64	2.05	-2.04	-2.67	1.37	2.17	-2.65	-1.40	N>Fe>Zn>Mg>B>P>Mn>Ca>Cu>K	26.46	42.0									
27	4.23	0.27	4.04	2.77	0.63	316	349	17	81	20	4.40	-6.35	3.34	2.30	2.85	2.35	-8.83	7.09	4.47	-2.82	Mn>P>N>B>Ca>Fe>Mg>K>Zn>Cu	44.40	39.0									
28	5.03	0.31	4.32	2.88	0.57	257	408	12	81	20	2.91	-1.58	4.93	3.59	-2.05	-2.76	-4.40	-0.18	3.44	-3.30	Mn>B>Fe>Mg>P>Cu>N>Zn>Ca>K	28.52	41.0									
29	4.77	0.36	4.30	2.99	0.60	269	585	11	88	22	-3.28	2.87	2.08	1.88	-2.23	-2.82	3.52	-3.10	3.83	-2.13	N>Cu>Fe>Mg>B>Ca>K>P>Mn>Zn	27.12	40.5									
30	4.57	0.35	4.17	2.82	0.72	275	514	11	79	23	-5.02	1.83	1.08	1.87	5.02	-2.34	0.53	-2.97	0.89	-0.80	N>Cu>Fe>B>Mn>Zn>K>P>Ca>Mg	22.48	50.0									
31	4.91	0.31	4.41	2.75	0.72	282	390	15	69	24	-0.54	-3.07	4.27	0.35	5.74	-1.82	-6.60	3.30	-2.15	0.52	Mn>P>Zn>Fe>N>Ca>B>Cu>K>Mg	28.32	48.0									
32	4.52	0.34	4.19	3.00	0.60	232	376	15	84	22	-3.48	2.24	3.44	4.32	-0.53	5.74	-7.41	3.92	4.28	-1.03	Mn>Fe>N>B>Mg>P>K>Cu>Zn>Ca	38.38	45.5									
33	4.85	0.34	4.08	2.89	0.60	227	382	15	81	22	0.83	1.72	1.88	4.10	-0.68	-6.33	-7.09	3.89	3.03	-1.15	Mn>Fe>B>Mg>N>P>K>Zn>Cu>Ca	30.48	47.5									
34	4.65	0.37	5.08	3.17	0.78	189	228	15	81	25	-3.87	5.46	13.02	6.51	10.89	-13.88	-30.71	4.81	4.80	2.67	Mn>Fe>N>B>Zn>Cu>P>Ca>Mg>K	96.14	26.0									
35	4.39	0.32	4.12	3.31	0.68	208	219	15	81	28	-4.94	-0.16	3.63	8.42	17.35	-9.87	-31.85	5.05	5.49	6.88	Mn>Fe>N>P>K>Cu>Zn>B>Ca>Mg	83.64	28.0									

Continuación Cuadro 3A.

No	Macronutrientes (%)										INDICES DR S										Rendio		
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B			
36	3.59	0.24	3.54	3.36	0.63	194	513	15	65	24	-9.88	-8.93	0.16	11.81	5.07	-8.64	3.92	6.32	-1.72	3.19	N>P>Fe>Zn>K>B>Mn>Mg>Cu>Ca	58.94	32.0
37	3.41	0.25	3.04	3.12	0.67	173	664	13	75	27	-13.75	-7.45	-7.70	9.52	8.10	-12.15	13.28	2.25	2.00	6.80	N>Fe>K>P>Zn>Cu>B>Mg>Ca>Mn	52.10	34.0
38	4.56	0.30	4.47	2.84	0.67	248	394	30	83	45	-8.51	-8.76	1.24	-2.57	-1.36	-8.40	-11.99	20.46	0.65	18.94	Mn>P>N>Fe>Ca>Mg>Zn>K>B>Cu	77.63	30.0
39	4.55	0.34	4.03	2.93	0.71	321	411	27	71	47	-9.75	-3.48	-4.39	-2.07	0.46	-1.63	-10.03	15.58	-4.30	19.81	Mn>N>K>Zn>P>Ca>Fe>Mg>Cu>B	71.70	31.5
40	4.32	0.30	4.14	3.02	0.60	257	350	18	82	38	-7.70	-5.27	0.88	9.32	-3.27	-5.01	-12.75	6.62	2.60	14.58	Mn>N>P>Fe>Mg>K>Zn>Cu>Ca>B	87.86	36.0
41	4.23	0.28	4.59	3.71	0.59	265	285	15	88	28	-5.64	-3.85	8.88	13.20	-1.05	-2.83	-17.09	4.42	-0.40	4.26	Mn>N>P>Fe>Mg>Zn>B>Cu>K>Ca	61.52	35.0
42	4.95	0.34	3.93	3.25	0.78	221	578	15	104	40	-5.64	-3.84	-5.79	2.03	4.49	-10.03	-0.80	0.42	0.25	12.72	Fe>K>N>P>Mn>Cu>Ca>Mg>Zn>B	52.16	37.0
43	4.66	0.31	4.37	3.84	1.02	235	555	15	87	37	-11.78	-8.46	-1.44	5.91	16.88	-10.03	-0.80	0.42	0.25	9.64	Fe>P>K>Mn>Zn>Cu>Ca>Mg>B>Mg	66.02	35.0
44	4.74	0.31	4.33	2.82	0.85	217	443	14	92	23	-1.78	-2.57	3.87	1.67	1.99	-7.77	-3.40	2.10	6.14	-0.34	Fe>Mn>P>N>B>Zn>Mg>Cu>K>Zn	31.74	40.5
45	4.98	0.32	4.25	3.55	0.79	270	532	13	96	22	-3.07	-4.54	-0.35	6.48	6.60	-4.29	-0.38	-1.01	4.55	-3.89	P>Fe>B>N>Cu>Mn>K>Zn>Ca>Mg	35.26	39.0
46	4.42	0.35	4.15	2.80	0.69	246	408	15	78	22	-5.21	3.14	2.48	1.53	4.69	-4.55	-5.16	3.64	0.87	-1.45	N>Mn>Fe>B>Zn>Ca>K>P>Cu>Mg	32.70	42.0
47	5.43	0.38	5.18	2.85	0.88	262	582	15	110	22	-1.72	0.55	6.06	-1.78	-1.01	-8.00	0.50	1.06	7.55	-5.15	Fe>B>Ca>N>Mg>Mn>P>Cu>K>Zn	31.32	40.0
48	4.99	0.40	4.73	2.97	0.63	283	519	15	87	25	-4.29	4.35	3.47	0.45	-2.81	-2.52	-1.19	1.52	1.62	-0.80	N>Mg>Fe>Mn>B>Ca>Cu>Zn>K>P	22.82	46.0
49	4.57	0.34	4.15	2.87	0.64	290	400	11	81	22	-3.21	2.00	2.46	2.83	1.72	-0.41	-5.22	-2.23	3.17	-0.91	Mn>N>Cu>B>Fe>Mg>P>K>Ca>Zn	23.98	45.0
50	4.90	0.32	4.23	2.75	0.68	298	488	15	75	23	-1.43	-2.31	1.59	-0.25	2.65	-0.74	-0.40	2.68	-0.87	-1.12	N>P>B>Fe>Zn>Mn>Ca>K>Mg>Cu	13.84	43.5
51	4.55	0.31	4.04	2.65	0.61	225	355	15	81	23	-1.38	-0.45	3.21	1.25	1.42	-5.66	-8.43	4.66	4.25	1.13	Mn>Fe>N>P>B>Ca>Mg>K>Zn>Cu	31.84	42.0
52	5.53	0.36	5.82	2.63	0.69	234	467	14	84	22	0.85	-0.48	13.64	0.47	0.91	-8.42	-4.00	0.89	0.74	-4.34	Fe>B>Mn>P>Ca>N>Zn>Cu>Mg>K	34.48	42.5
53	4.83	0.30	4.19	3.34	0.84	238	649	15	78	49	7.53	-8.45	-1.89	3.64	-3.13	-8.23	4.71	0.52	-2.05	22.21	P>Fe>N>Mg>Zn>K>Cu>Ca>Mn>B	82.56	36.0
54	5.18	0.36	4.00	2.72	0.68	225	445	15	68	26	1.38	2.84	0.12	0.20	3.39	-7.13	-2.89	3.31	-3.82	2.48	Fe>Zn>Mn>K>Ca>N>B>P>Cu>Mg	27.64	38.0
55	4.45	0.36	4.01	2.78	0.69	281	403	13	76	24	-5.27	4.02	0.56	0.83	4.29	-1.45	-5.37	0.64	0.87	0.68	Mn>N>Fe>K>Cu>Ca>Zn>B>P>Mg	24.18	42.0
56	4.58	0.36	4.15	2.75	0.69	281	493	11	75	24	-3.31	4.55	2.84	1.39	4.88	-0.45	-10.88	-2.08	1.54	1.68	N>N>Cu>Fe>Ca>Zn>B>K>P>Mg	33.36	45.0
57	4.24	0.38	4.27	2.80	0.70	282	515	13	81	24	-8.67	5.23	1.68	0.78	3.58	-2.05	0.23	-0.15	1.19	-0.20	N>Fe>B>Cu>Ca>Mn>Zn>K>Mg>P	24.14	43.0
58	4.56	0.32	4.18	2.80	0.68	275	462	14	80	26	-4.33	-1.69	1.66	0.61	2.65	-2.31	-2.32	1.52	1.50	2.39	N>Mn>Fe>P>Ca>Zn>Cu>K>B>Mg	21.28	44.5
59	4.96	0.30	4.47	2.75	0.64	259	636	15	84	21	-0.88	5.39	3.79	-0.26	0.25	-4.05	5.90	2.62	1.77	-3.75	P>Fe>B>N>Ca>Mg>Zn>Cu>K>Mn	28.66	40.0
60	4.74	0.28	4.48	3.03	0.88	253	660	14	87	22	-3.38	-7.21	3.40	2.44	2.22	-4.89	6.68	1.08	2.49	-2.83	P>Fe>N>B>Cu>Mg>Ca>Zn>K>Mn	38.82	40.0
61	5.17	0.30	4.24	2.78	0.69	291	395	11	82	25	2.29	-4.31	2.63	1.20	4.16	-3.00	-6.21	-2.48	3.28	2.25	Mn>P>Fe>Cu>Ca>B>N>K>Zn>Mg	31.96	43.0
62	5.34	0.31	4.23	2.85	0.69	274	498	11	88	26	1.82	-4.63	0.83	0.93	2.49	-2.71	-0.89	-3.44	3.64	2.06	P>Cu>Fe>Mn>K>Ca>N>B>Mg>Zn	23.52	42.0
63	4.87	0.31	4.30	3.00	0.69	304	547	12	74	22	-3.34	-3.28	2.55	2.78	3.44	-0.08	2.31	-1.28	-1.04	-2.08	N>P>B>Cu>Zn>Fe>Mn>K>Ca>Mg	22.18	43.0
64	5.39	0.34	4.41	2.83	0.68	171	847	15	81	26	1.56	-1.09	2.68	1.54	2.05	-17.12	5.63	2.75	0.12	1.40	Fe>P>Zn>B>Ca>N>Mg>Cu>K>Mn	38.42	38.0
65	4.87	0.37	4.63	2.66	0.74	272	328	15	89	46	-5.03	1.52	2.46	-0.72	3.87	-4.63	-16.18	1.59	-3.81	20.90	Mn>N>Fe>Zn>Ca>P>K>Mg>B	80.74	37.0
66	5.12	0.38	4.07	2.71	1.00	362	462	20	91	45	-8.16	-2.31	-7.92	-7.74	13.03	-0.17	-6.88	5.15	0.45	14.55	N>K>Ca>Mn>Fe>Zn>Cu>Mg>B	66.39	37.0
67	4.72	0.32	4.53	2.92	0.68	287	507	13	81	26	-4.13	-3.07	3.47	1.02	0.54	-1.18	-0.88	-0.53	-0.94	3.59	P>Fe>Mn>Cu>Mg>Zn>Ca>K>B	19.14	44.0
68	5.62	0.38	4.56	2.98	0.74	283	457	13	87	28	2.04	0.68	1.12	-0.24	2.55	-3.66	-5.06	-1.36	1.57	2.16	Mn>Fe>Cu>Ca>P>K>Zn>N>B>Mg	20.82	52.0
69	4.27	0.29	3.97	4.25	0.83	335	511	18	65	29	-10.78	-8.91	-3.18	13.28	8.09	0.31	-1.12	4.69	-6.98	3.32	N>P>Zn>K>Mn>Fe>B>Cu>Mg>Ca	61.94	35.0
70	4.01	0.36	3.63	3.41	0.70	258	492	17	84	20	-10.82	7.76	-3.42	8.25	5.43	-3.61	0.28	5.81	-4.87	-4.62	N>Zn>B>Fe>K>Mn>Mg>Cu>P>Ca	55.08	36.0

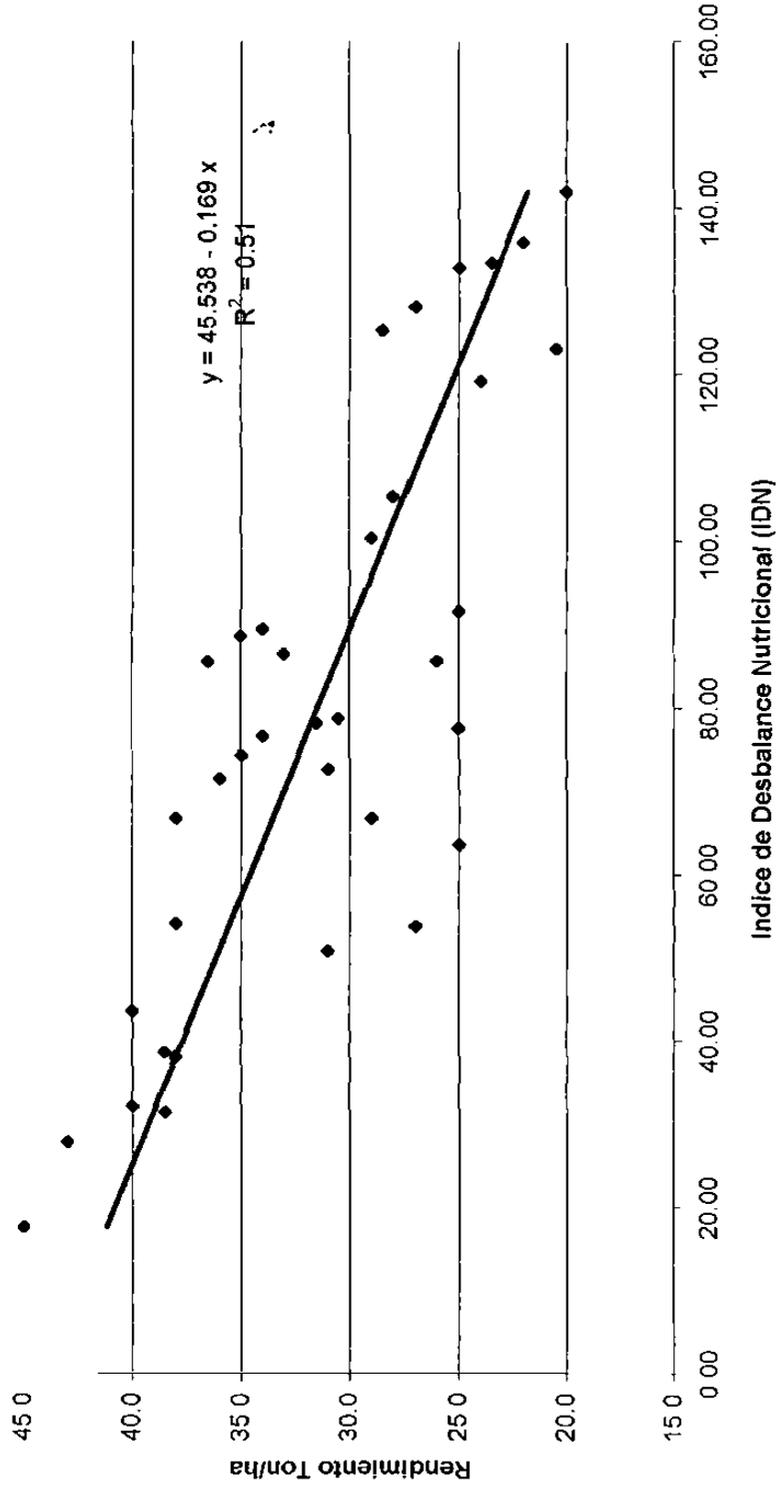


Figura 1A. Regresión lineal simple entre las variables rendimiento e IDN. Ciclo P-V 1996

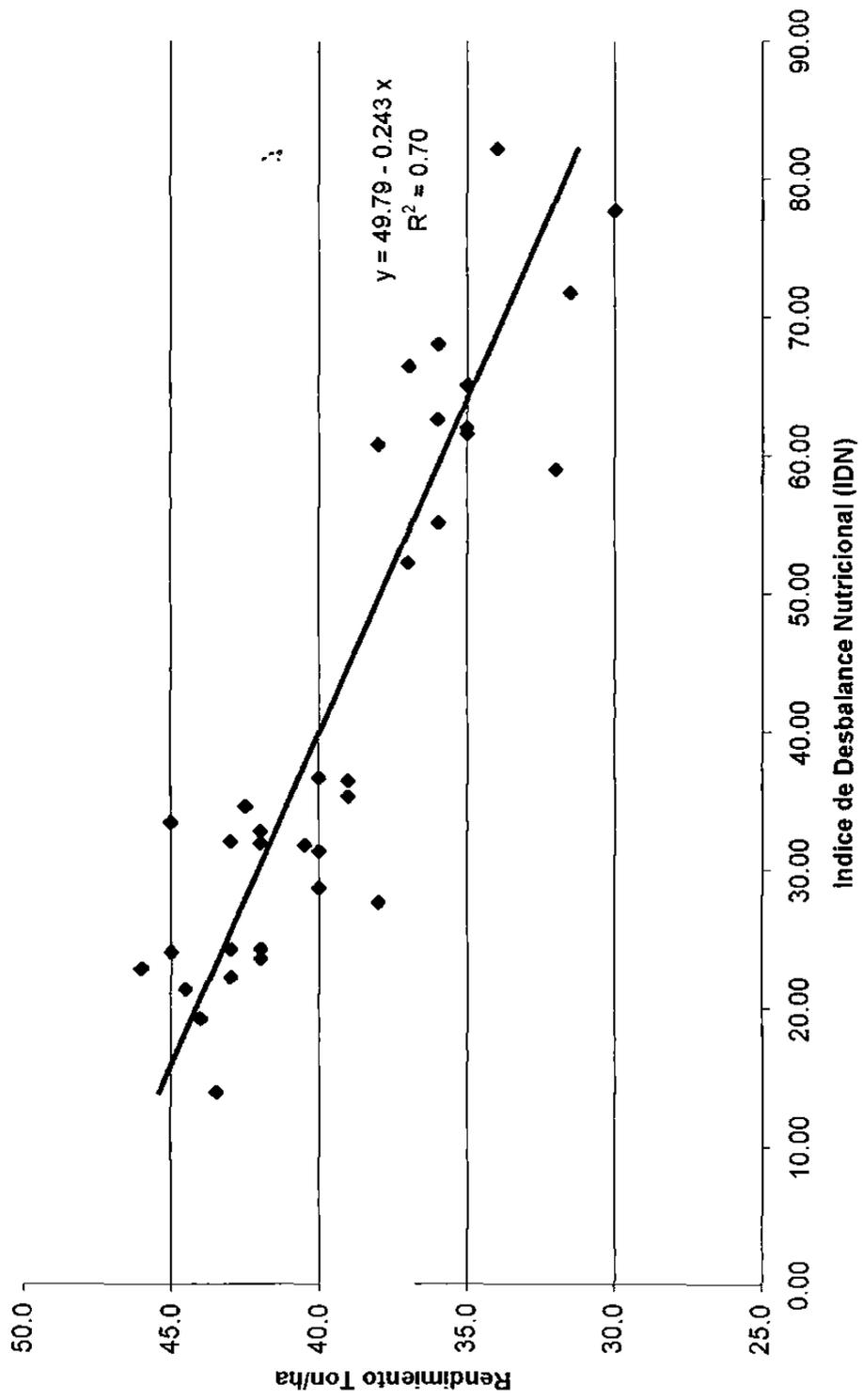


Figura 2A. Regresión lineal simple entre las variables rendimiento e IDN. Ciclo P-V 1997

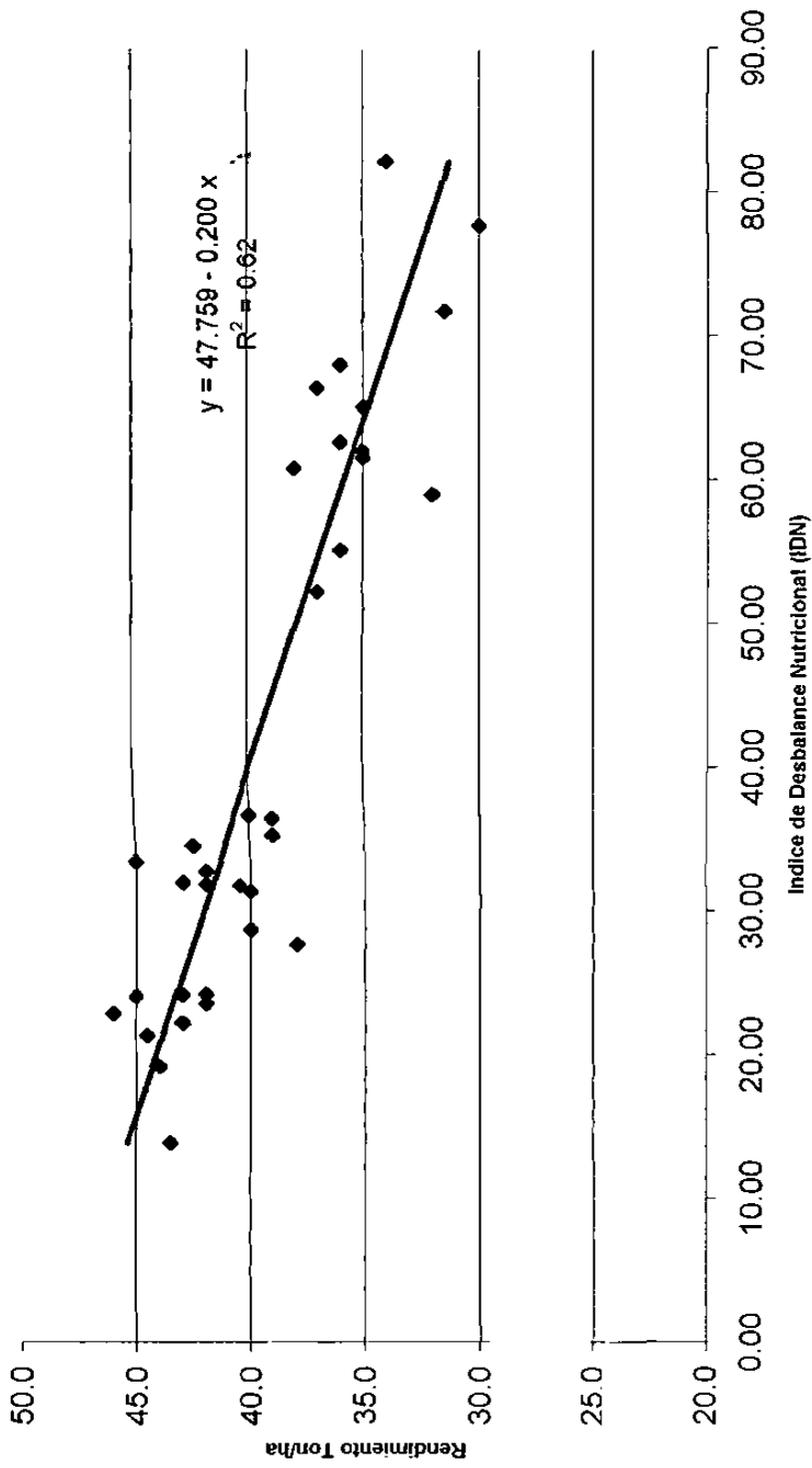


Figura 3A. Regresión lineal simple entre las variables rendimiento e IDN. Análisis total dos ciclos.

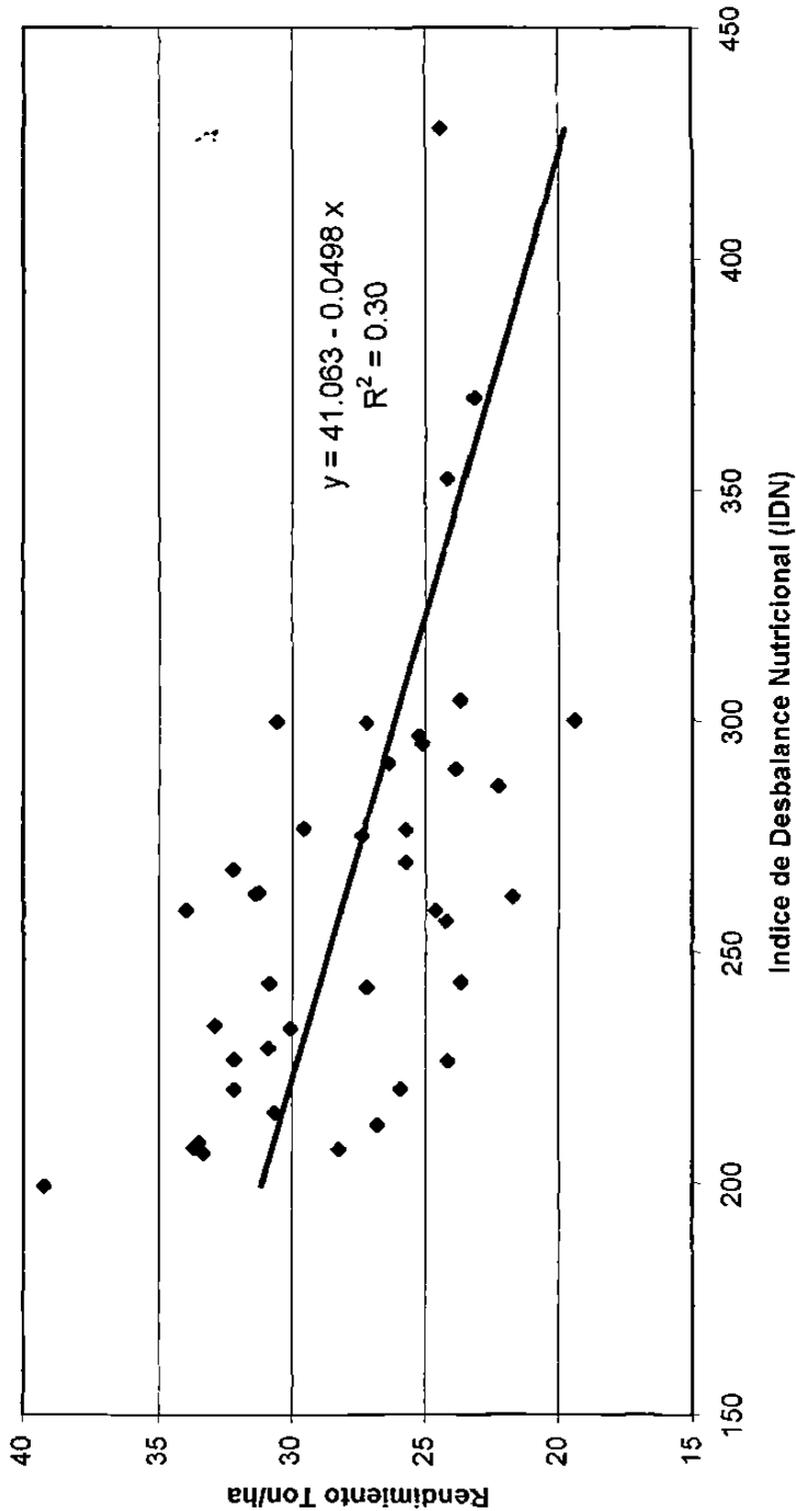


Figura 4A. Regresión lineal simple entre las variables rendimiento e IDN. Ciclo P-V 1998.

