

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA**

**UNAN-LEON**

**Facultad de Ciencias**

**Departamento de Matemática-Estadística**



**Aplicación de Técnicas Multivariantes en el estudio de tres tipos de variedades de la caña de azúcar en el Ingenio San Antonio (I.S.A.) del período comprendido Noviembre del 2000 a Mayo del 2002.**

Trabajo monográfico presentado por:

Br. Heydy del Sagrario García Ortiz.

Para optar al título de Licenciado en Estadística.

**Tutora:** MSc. Ana Cristina Rostràn Molina.

*“A la libertad por la universidad”*

## DEDICATORIA

*Dedico mi trabajo Monográfico en primer lugar a mi queridísima madre Sagrario Ortiz de García fuente de mi inspiración que con su preocupación, esfuerzo y sacrificio me ha permitido culminar una de mis metas.*

*A mi tía Ivania Ortiz de Ochoa que con su ayuda incondicional y confianza no podría haber llegado a coronar mi carrera.*

*A mis hermanas y hermano que de una u otra forma siempre estuvieron aconsejándome y apoyándome.*

*A mi novio y amigo Mario Alejandro Gómez Cisne que estuvo conmigo en todo momento dándome animo y comprensión en la realización de mi tesis.*

***Heydy del Sagrario García Ortiz.***

## AGRADECIMIENTO

*A Dios nuestro padre por iluminarme y escuchar mis oraciones para alcanzar mi meta anhelada.*

*A mi tutora: MSc. Ana Cristina Rostràn Molina quien con sus conocimientos, enseñanza, esfuerzo y orientación se hizo posible el éxito de la culminación de mi tesis.*

*Muy en especial al maestro Reynaldo Meléndez por haberme ayudado en todo momento, Gracias profesor.*

*Agradezco a la empresa Ingenio San Antonio por haberme permitido hacer las practicas profesionales y a la vez permitir realizar mi tesis.*

*A todos mis profesores MSc. Ana Cristina Rostràn, MSc. Reynaldo Meléndez, MSc. Rafael Espinoza, MSc. Eliana Tòrrez, Dr. Simón Castillo por haberme transmitido sus conocimientos y enseñanza para llegar a ser buen profesional.*

***Heydy del Sagrario García Ortiz.***

## INDICE

<i>Contenido.....</i>	<i>Páginas</i>
I. Introducción .....	1
II. Objetivos.....	3
III. Marco Teórico.....	4
IV. Diseño Metodológico.....	15
V. Resultados y Discusión.....	18
VI. Conclusiones.....	44
VII. Recomendaciones.....	45
VIII. Bibliografía.....	46
IX. Anexos.....	47

# **IX. ANEXOS**

# **ANEXO 1**

**Jerico primer corte.**

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Las toneladas de la caña de azúcar.

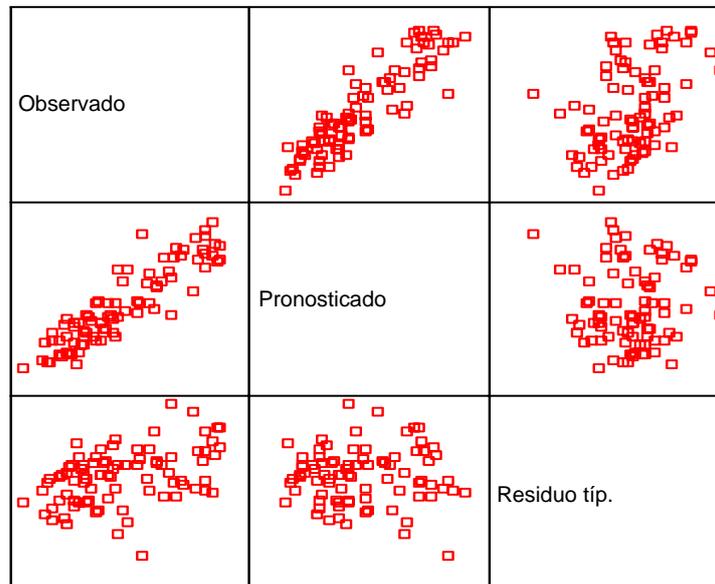
DHS de Tukey

(I) La variedad de la caña de azúcar del primer corte	(J) La variedad de la caña de azúcar del primer corte	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
CP70321	CP722086	-21.9086*	1.8220	.000	-26.3352	-17.4819
	CP742005	-7.7879*	1.8220	.000	-12.2145	-3.3612
CP722086	CP70321	21.9086*	1.8220	.000	17.4819	26.3352
	CP742005	14.1207*	1.8220	.000	9.6941	18.5474
CP742005	CP70321	7.7879*	1.8220	.000	3.3612	12.2145
	CP722086	-14.1207*	1.8220	.000	-18.5474	-9.6941

Basado en las medias observadas.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Variable dependiente: Las toneladas de la caña de az



Modelo: Intersección + BLOQUES + TRAT + TRAT\*BLOQUES + VAR + VAR\*TRAT

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Las toneladas de la caña de azucar.  
DHS de Tukey

(I) El tratamiento de la caña de azucar	(J) El tratamiento de la caña de azucar	Diferencia entre medias (I-J)	Error tip.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Limite inferior	Limite superior
0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	120 nitrogeno, 120 fosforo, 40 potacio	-4.6825	2.7832	.631	-13.2981	3.9331
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 80 potacio	-5.3233	2.7832	.484	-13.9389	3.2923
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 120 potacio	-5.6958	2.7832	.402	-14.3114	2.9198
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 160 potacio	-6.8067	2.7832	.206	-15.4223	1.8089
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 200 potacio	-3.5142	2.7832	.865	-12.1298	5.1014
120 nitrogeno, 120 fosforo, 240 potacio	120 nitrogeno, 120 fosforo, 0 potacio	-6.4942	2.7832	.253	-15.1098	2.1214
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 40 potacio	4.6825	2.7832	.631	-3.9331	13.2981
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 80 potacio	-.6408	2.7832	1.000	-9.2564	7.9748
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 120 potacio	-1.0133	2.7832	1.000	-9.6289	7.6023
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 160 potacio	-2.1242	2.7832	.987	-10.7398	6.4914
120 nitrogeno, 120 fosforo, 200 potacio	120 nitrogeno, 120 fosforo, 240 potacio	1.1683	2.7832	1.000	-7.4473	9.7839
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	-1.8117	2.7832	.995	-10.4273	6.8039
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 40 potacio	5.3233	2.7832	.484	-3.2923	13.9389
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 80 potacio	.6408	2.7832	1.000	-7.9748	9.2564
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 120 potacio	-.3725	2.7832	1.000	-8.9881	8.2431
120 nitrogeno, 120 fosforo, 160 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 160 potacio	-1.4833	2.7832	.998	-10.0989	7.1323
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 200 potacio	1.8092	2.7832	.995	-6.8064	10.4248
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 240 potacio	-1.1708	2.7832	1.000	-9.7864	7.4448
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	5.6958	2.7832	.402	-2.9198	14.3114
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 40 potacio	1.0133	2.7832	1.000	-7.6023	9.6289
120 nitrogeno, 120 fosforo, 120 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 80 potacio	.3725	2.7832	1.000	-8.2431	8.9881
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 120 potacio	-1.1108	2.7832	1.000	-9.7264	7.5048
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 200 potacio	2.1817	2.7832	.985	-6.4339	10.7973
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 240 potacio	-.7983	2.7832	1.000	-9.4139	7.8173
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	6.8067	2.7832	.206	-1.8089	15.4223
120 nitrogeno, 120 fosforo, 80 potacio	120 nitrogeno, 120 fosforo, 40 potacio	2.1242	2.7832	.987	-6.4914	10.7398
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 80 potacio	1.4833	2.7832	.998	-7.1323	10.0989
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 120 potacio	1.1108	2.7832	1.000	-7.5048	9.7264
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 200 potacio	3.2925	2.7832	.897	-5.3231	11.9081
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 240 potacio	.3125	2.7832	1.000	-8.3031	8.9281
120 nitrogeno, 120 fosforo, 40 potacio	120 nitrogeno, 120 fosforo, 0 potacio	3.5142	2.7832	.865	-5.1014	12.1298
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 40 potacio	-1.1683	2.7832	1.000	-9.7839	7.4473
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 80 potacio	-1.8092	2.7832	.995	-10.4248	6.8064
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 120 potacio	-2.1817	2.7832	.985	-10.7973	6.4339
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 160 potacio	-3.2925	2.7832	.897	-11.9081	5.3231
120 nitrogeno, 120 fosforo, 240 potacio	120 nitrogeno, 120 fosforo, 240 potacio	-2.9800	2.7832	.933	-11.5956	5.6356
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	6.4942	2.7832	.253	-2.1214	15.1098
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 40 potacio	1.8117	2.7832	.995	-6.8039	10.4273
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 80 potacio	1.1708	2.7832	1.000	-7.4448	9.7864
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 120 potacio	.7983	2.7832	1.000	-7.8173	9.4139
120 nitrogeno, 120 fosforo, 160 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 160 potacio	-.3125	2.7832	1.000	-8.9281	8.3031
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 200 potacio	2.9800	2.7832	.933	-5.6356	11.5956

Basado en las medias observadas.

# **ANEXO 1.1**

**Jerico segundo corte.**

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Las toneladas de azúcar de la caña del segundo corte.

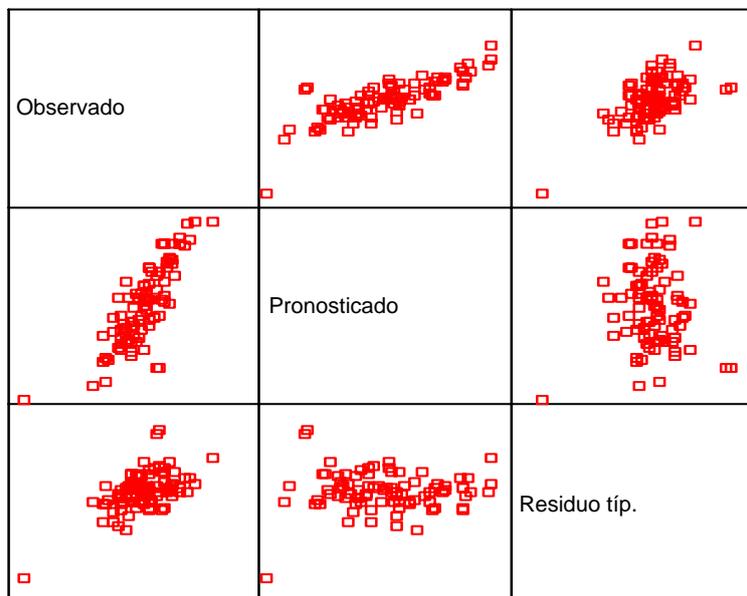
DHS de Tukey

(I) La variedad del azúcar del segundo corte de caña jericó	(J) La variedad del azúcar del segundo corte de caña jericó	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
CP70321	CP722086	-13.0151*	2.8842	.000	-20.0222	-6.0079
	CP742005	-4.0919	2.8842	.341	-11.0990	2.9152
CP722086	CP70321	13.0151*	2.8842	.000	6.0079	20.0222
	CP742005	8.9232*	2.8842	.010	1.9160	15.9303
CP742005	CP70321	4.0919	2.8842	.341	-2.9152	11.0990
	CP722086	-8.9232*	2.8842	.010	-15.9303	-1.9160

Basado en las medias observadas.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Variable dependiente: Las toneladas de azúcar de la ca



Modelo: Intersección + BLOQUES + TRAT + TRAT\*BLOQUES + VAR + VAR\*TRAT

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Las toneladas de azúcar de la caña del segundo corte.  
DHS de Tukey

(I) El tratamiento de la caña de azúcar del segundo corte jerico.	(J) El tratamiento de la caña de azúcar del segundo corte jerico.	Diferencia entre medias (I-J)	Error tip.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio.	120 nitrogeno, 120 fosforo, 40 potacio.	-1.0699	4.4057	1.000	-14.7078	12.5681
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 80 potacio.	3.1119	4.4057	.991	-10.5261	16.7498
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 120 potacio.	-9.3394	4.4057	.360	-22.9773	4.2986
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 160 potacio.	-6.8354	4.4057	.713	-20.4734	6.8026
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 200 potacio.	-4.2179	4.4057	.960	-17.8559	9.4201
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 240 potacio.	-4.6437	4.4057	.938	-18.2817	8.9943
120 nitrogeno, 120 fosforo, 40 potacio.	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio.	1.0699	4.4057	1.000	-12.5681	14.7078
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 80 potacio.	4.1817	4.4057	.962	-9.4563	17.8197
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 120 potacio.	-8.2695	4.4057	.506	-21.9075	5.3685
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 160 potacio.	-5.7655	4.4057	.844	-19.4035	7.8725
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 200 potacio.	-3.1480	4.4057	.991	-16.7860	10.4899
120 nitrogeno, 120 fosforo, 240 potacio.	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio.	-3.5738	4.4057	.983	-17.2118	10.0641
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 80 potacio.	-3.1119	4.4057	.991	-16.7498	10.5261
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 120 potacio.	-4.1817	4.4057	.962	-17.8197	9.4563
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 160 potacio.	-12.4512	4.4057	.094	-26.0892	1.1868
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 200 potacio.	-9.9473	4.4057	.288	-23.5852	3.6907
120 nitrogeno, 120 fosforo, 80 potacio.	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio.	-7.3298	4.4057	.643	-20.9677	6.3082
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 120 potacio.	-7.7556	4.4057	.581	-21.3935	5.8824
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 160 potacio.	9.3394	4.4057	.360	-4.2986	22.9773
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 200 potacio.	8.2695	4.4057	.506	-5.3685	21.9075
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 240 potacio.	12.4512	4.4057	.094	-1.1868	26.0892
120 nitrogeno, 120 fosforo, 120 potacio.	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio.	2.5040	4.4057	.997	-11.1340	16.1419
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 40 potacio.	5.1215	4.4057	.904	-8.5165	18.7594
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 80 potacio.	4.6957	4.4057	.935	-8.9423	18.3336
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 160 potacio.	6.8354	4.4057	.713	-6.8026	20.4734
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 200 potacio.	5.7655	4.4057	.844	-7.8725	19.4035
120 nitrogeno, 120 fosforo, 160 potacio.	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio.	9.9473	4.4057	.288	-3.6907	23.5852
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 40 potacio.	-2.5040	4.4057	.997	-16.1419	11.1340
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 80 potacio.	2.6175	4.4057	.997	-11.0205	16.2555
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 120 potacio.	2.1917	4.4057	.999	-11.4463	15.8297
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 200 potacio.	4.2179	4.4057	.960	-9.4201	17.8559
120 nitrogeno, 120 fosforo, 200 potacio.	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio.	3.1480	4.4057	.991	-10.4899	16.7860
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 40 potacio.	7.3298	4.4057	.643	-6.3082	20.9677
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 80 potacio.	-5.1215	4.4057	.904	-18.7594	8.5165
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 120 potacio.	-2.6175	4.4057	.997	-16.2555	11.0205
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 160 potacio.	-4.258	4.4057	1.000	-14.0638	13.2122
120 nitrogeno, 120 fosforo, 240 potacio.	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio.	4.6437	4.4057	.938	-8.9943	18.2817
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 40 potacio.	3.5738	4.4057	.983	-10.0641	17.2118
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 80 potacio.	7.7556	4.4057	.581	-5.8824	21.3935
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 120 potacio.	-4.6957	4.4057	.935	-18.3336	8.9423
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 160 potacio.	-2.1917	4.4057	.999	-15.8297	11.4463
120 nitrogeno, 120 fosforo, 200 potacio.	120 nitrogeno, 120 fosforo, 200 potacio.	.4258	4.4057	1.000	-13.2122	14.0638

Basado en las medias observadas.

# **ANEXO 2**

**Majada primer corte.**

### Comparaciones múltiples

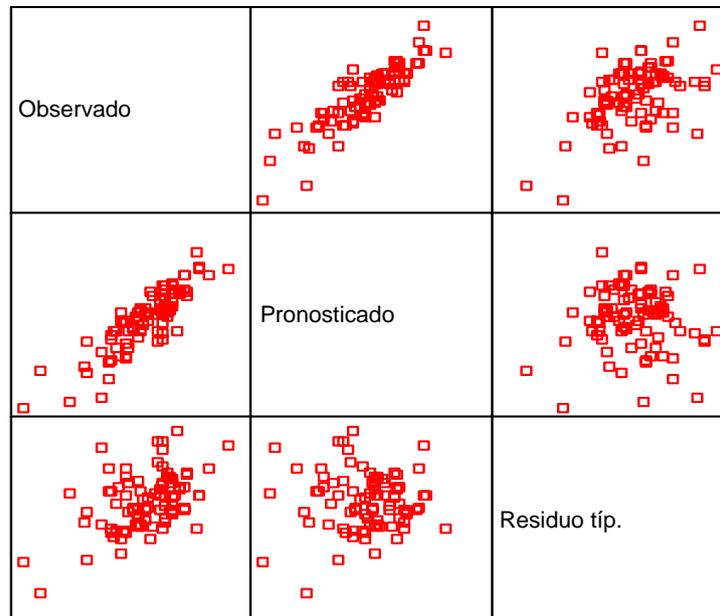
Variable dependiente: toneladas de azúcar del primer corte.

DHS de Tukey

(I) variedad de la caña de azúcar del primer corte	(J) variedad de la caña de azúcar del primer corte	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza a 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
CP722086	CP70321	5.8236	3.2838	.191	-2.1544	13.8015
	CP742005	7.9386	3.2838	.051	3.9357E-02	15.9165
CP70321	CP722086	-5.8236	3.2838	.191	-13.8015	2.1544
	CP742005	2.1150	3.2838	.797	-5.8629	10.0929
CP742005	CP722086	-7.9386	3.2838	.051	-15.9165	936E-02
	CP70321	-2.1150	3.2838	.797	-10.0929	5.8629

Basado en las medias observadas.

Variable dependiente: toneladas de azúcar del prim



Modelo: Intersección + BLOQUES + TRA + TRA\*BLOQUES + VAR + TRA\*VAR

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: toneladas de azúcar del primer corte.  
DHS de Tukey

(I) tratamiento del azúcar del primer corte majada.	(J) tratamiento del azúcar del primer corte majada.	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-11.5250	5.0160	.269	-27.0525	4.0025
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-26.0817*	5.0160	.000	-41.6091	-10.5542
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-25.6658*	5.0160	.000	-41.1933	-10.1384
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-38.5550*	5.0160	.000	-54.0825	-23.0275
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-29.5242*	5.0160	.000	-45.0516	-13.9967
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-30.0258*	5.0160	.000	-45.5533	-14.4984
40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	11.5250	5.0160	.269	-4.0025	27.0525
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-14.5567	5.0160	.079	-30.0841	.9708
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-14.1408	5.0160	.095	-29.6683	1.3866
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-27.0300*	5.0160	.000	-42.5575	-11.5025
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-17.9992*	5.0160	.014	-33.5266	-2.4717
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-18.5008*	5.0160	.011	-34.0283	-2.9734
80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	26.0817*	5.0160	.000	10.5542	41.6091
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	14.5567	5.0160	.079	-.9708	30.0841
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	.4158	5.0160	1.000	-15.1116	15.9433
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-12.4733	5.0160	.190	-28.0008	3.0541
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-3.4425	5.0160	.993	-18.9700	12.0850
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-3.9442	5.0160	.985	-19.4716	11.5833
120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	25.6658*	5.0160	.000	10.1384	41.1933
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	14.1408	5.0160	.095	-1.3866	29.6683
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-.4158	5.0160	1.000	-15.9433	15.1116
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-12.8892	5.0160	.162	-28.4166	2.6383
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-3.8583	5.0160	.987	-19.3858	11.6691
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-4.3600	5.0160	.975	-19.8875	11.1675
160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	38.5550*	5.0160	.000	23.0275	54.0825
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	27.0300*	5.0160	.000	11.5025	42.5575
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	12.4733	5.0160	.190	-3.0541	28.0008
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	12.8892	5.0160	.162	-2.6383	28.4166
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	9.0308	5.0160	.555	-6.4966	24.5583
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	8.5292	5.0160	.620	-6.9983	24.0566
200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	29.5242*	5.0160	.000	13.9967	45.0516
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	17.9992*	5.0160	.014	2.4717	33.5266
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	3.4425	5.0160	.993	-12.0850	18.9700
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	3.8583	5.0160	.987	-11.6691	19.3858
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-9.0308	5.0160	.555	-24.5583	6.4966
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-.5017	5.0160	1.000	-16.0291	15.0258
240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	30.0258*	5.0160	.000	14.4984	45.5533
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	18.5008*	5.0160	.011	2.9734	34.0283
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	3.9442	5.0160	.985	-11.5833	19.4716
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	4.3600	5.0160	.975	-11.1675	19.8875
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-8.5292	5.0160	.620	-24.0566	6.9983
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	.5017	5.0160	1.000	-15.0258	16.0291

Basado en las medias observadas.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

# **ANEXO 2.1**

**Majada segundo corte.**

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Toneladas de caña por manzana.

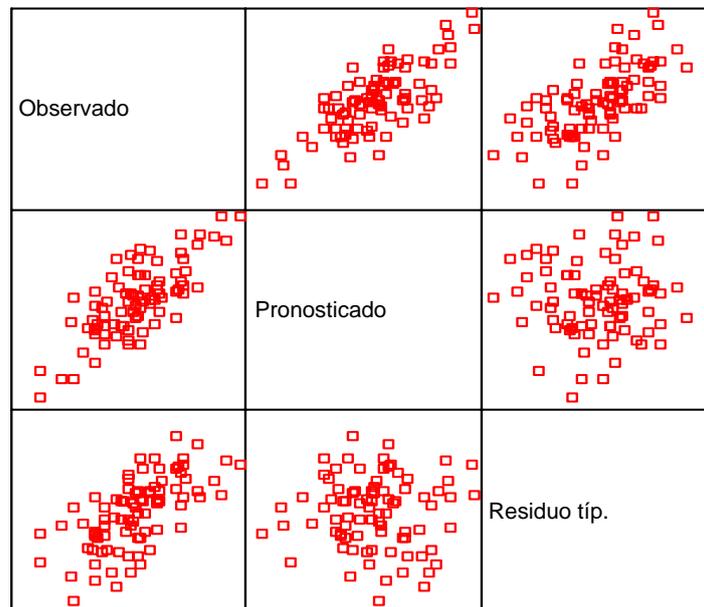
DHS de Tukey

(I) variedad de la caña de azúcar del siguiente corte majada.	(J) variedad de la caña de azúcar del siguiente corte majada.	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza a 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
CP70321	CP722086	9.8193*	2.9485	.005	2.6560	16.9826
	CP742005	6.3207	2.9485	.093	-.8426	13.4840
CP722086	CP70321	-9.8193*	2.9485	.005	-16.9826	-2.6560
	CP742005	-3.4986	2.9485	.468	-10.6619	3.6648
CP742005	CP70321	-6.3207	2.9485	.093	-13.4840	.8426
	CP722086	3.4986	2.9485	.468	-3.6648	10.6619

Basado en las medias observadas.

\*.La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Variable dependiente: Toneladas de caña por manzana



Modelo: Intersección + BLOQUES + TRAT + TRAT\*BLOQUES + VAR + TRAT\*VAR

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Toneladas de caña por manzana.  
DHS de Tukey

(I) El tratamieto de la caña de azucar del segundo corte majada.	(J) El tratamieto de la caña de azucar del segundo corte majada.	Diferencia entre medias (I-J)	Error ttp.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	3.5533	4.5039	.985	-10.3887	17.4954
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	3.8458	4.5039	.977	-10.0962	17.7879
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	3.2508	4.5039	.990	-10.6912	17.1929
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	2.4992	4.5039	.998	-11.4429	16.4412
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-1.4450	4.5039	1.000	-15.3870	12.4970
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-2.7258	4.5039	.996	-16.6679	11.2162
40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	-3.5533	4.5039	.985	-17.4954	10.3887
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	.2925	4.5039	1.000	-13.6495	14.2345
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-.3025	4.5039	1.000	-14.2445	13.6395
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-1.0542	4.5039	1.000	-14.9962	12.8879
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-4.9983	4.5039	.922	-18.9404	8.9437
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-6.2792	4.5039	.802	-20.2212	7.6629
80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	-3.8458	4.5039	.977	-17.7879	10.0962
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-.2925	4.5039	1.000	-14.2345	13.6495
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-.5950	4.5039	1.000	-14.5370	13.3470
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-1.3467	4.5039	1.000	-15.2887	12.5954
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-5.2908	4.5039	.900	-19.2329	8.6512
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-6.5717	4.5039	.767	-20.5137	7.3704
120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	-3.2508	4.5039	.990	-17.1929	10.6912
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	.3025	4.5039	1.000	-13.6395	14.2445
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	.5950	4.5039	1.000	-13.3470	14.5370
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-.7517	4.5039	1.000	-14.6937	13.1904
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-4.6958	4.5039	.941	-18.6379	9.2462
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-5.9767	4.5039	.835	-19.9187	7.9654
160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	-2.4992	4.5039	.998	-16.4412	11.4429
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	1.0542	4.5039	1.000	-12.8879	14.9962
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	1.3467	4.5039	1.000	-12.5954	15.2887
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	.7517	4.5039	1.000	-13.1904	14.6937
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-3.9442	4.5039	.974	-17.8862	9.9979
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-5.2250	4.5039	.905	-19.1670	8.7170
200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	1.4450	4.5039	1.000	-12.4970	15.3870
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	4.9983	4.5039	.922	-8.9437	18.9404
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	5.2908	4.5039	.900	-8.6512	19.2329
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	4.6958	4.5039	.941	-9.2462	18.6379
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	3.9442	4.5039	.974	-9.9979	17.8862
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-1.2808	4.5039	1.000	-15.2229	12.6612
240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	2.7258	4.5039	.996	-11.2162	16.6679
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	6.2792	4.5039	.802	-7.6629	20.2212
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	6.5717	4.5039	.767	-7.3704	20.5137
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	5.9767	4.5039	.835	-7.9654	19.9187
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	5.2250	4.5039	.905	-8.7170	19.1670
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	1.2808	4.5039	1.000	-12.6612	15.2229

Basado en las medias observadas.

# **ANEXO 3**

**Pellas Variedad primer corte.**

### Comparaciones múltiples

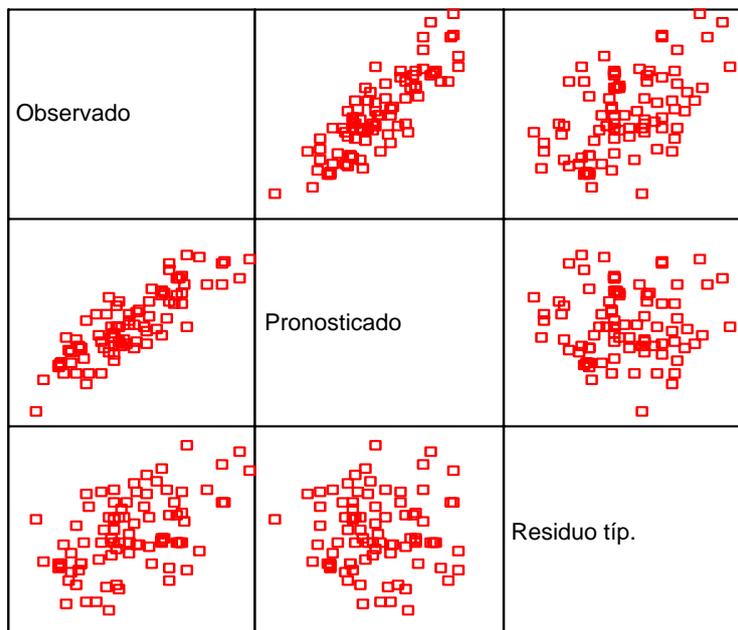
Variable dependiente: toneladas de caña por manzana  
DHS de Tukey

(I) variedad de la c. de azúcar del prim corte pellas var.	(J) variedad de la c. de azúcar del prim corte pellas var.	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza a 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
CP70321	CP722086	-10.1700*	3.7942	.028	-19.3881	-.9519
	CP742005	14.2246*	3.7942	.002	5.0066	23.4427
CP722086	CP70321	10.1700*	3.7942	.028	.9519	19.3881
	CP742005	24.3946*	3.7942	.000	15.1766	33.6127
CP742005	CP70321	-14.2246*	3.7942	.002	-23.4427	-5.0066
	CP722086	-24.3946*	3.7942	.000	-33.6127	-15.1766

Basado en las medias observadas.

\*.La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Variable dependiente: toneladas de caña por manzana



Modelo: Intersección + BLOQUES + TRA + TRA\*BLOQUES + VAR + TRA\*VAR

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: toneladas de caña por manzana  
DHS de Tukey

(I) tratamiento de la caña de azúcar	(J) tratamiento de la caña de azúcar	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	1.8267	5.7958	1.000	-16.1145	19.7678
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	.1725	5.7958	1.000	-17.7687	18.1137
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	2.6100	5.7958	.999	-15.3312	20.5512
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-4.3625	5.7958	.988	-22.3037	13.5787
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	3.2183	5.7958	.998	-14.7228	21.1595
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-3.8358	5.7958	.994	-21.7770	14.1053
40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	-1.8267	5.7958	1.000	-19.7678	16.1145
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-1.6542	5.7958	1.000	-19.5953	16.2870
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	.7833	5.7958	1.000	-17.1578	18.7245
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-6.1892	5.7958	.934	-24.1303	11.7520
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	1.3917	5.7958	1.000	-16.5495	19.3328
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-5.6625	5.7958	.956	-23.6037	12.2787
80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	-.1725	5.7958	1.000	-18.1137	17.7687
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	1.6542	5.7958	1.000	-16.2870	19.5953
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	2.4375	5.7958	1.000	-15.5037	20.3787
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-4.5350	5.7958	.985	-22.4762	13.4062
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	3.0458	5.7958	.998	-14.8953	20.9870
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-4.0083	5.7958	.992	-21.9495	13.9328
120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	-2.6100	5.7958	.999	-20.5512	15.3312
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-.7833	5.7958	1.000	-18.7245	17.1578
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-2.4375	5.7958	1.000	-20.3787	15.5037
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-6.9725	5.7958	.889	-24.9137	10.9687
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	.6083	5.7958	1.000	-17.3328	18.5495
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-6.4458	5.7958	.921	-24.3870	11.4953
160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	4.3625	5.7958	.988	-13.5787	22.3037
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	6.1892	5.7958	.934	-11.7520	24.1303
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	4.5350	5.7958	.985	-13.4062	22.4762
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	6.9725	5.7958	.889	-10.9687	24.9137
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	7.5808	5.7958	.844	-10.3603	25.5220
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	.5267	5.7958	1.000	-17.4145	18.4678
200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	-3.2183	5.7958	.998	-21.1595	14.7228
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-1.3917	5.7958	1.000	-19.3328	16.5495
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-3.0458	5.7958	.998	-20.9870	14.8953
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-.6083	5.7958	1.000	-18.5495	17.3328
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-7.5808	5.7958	.844	-25.5220	10.3603
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-7.0542	5.7958	.884	-24.9953	10.8870
240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	3.8358	5.7958	.994	-14.1053	21.7770
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	5.6625	5.7958	.956	-12.2787	23.6037
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	4.0083	5.7958	.992	-13.9328	21.9495
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	6.4458	5.7958	.921	-11.4953	24.3870
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-.5267	5.7958	1.000	-18.4678	17.4145
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	7.0542	5.7958	.884	-10.8870	24.9953

Basado en las medias observadas.

# **ANEXO 3.1**

**Pellas Variedad segundo corte.**

### Comparaciones múltiples

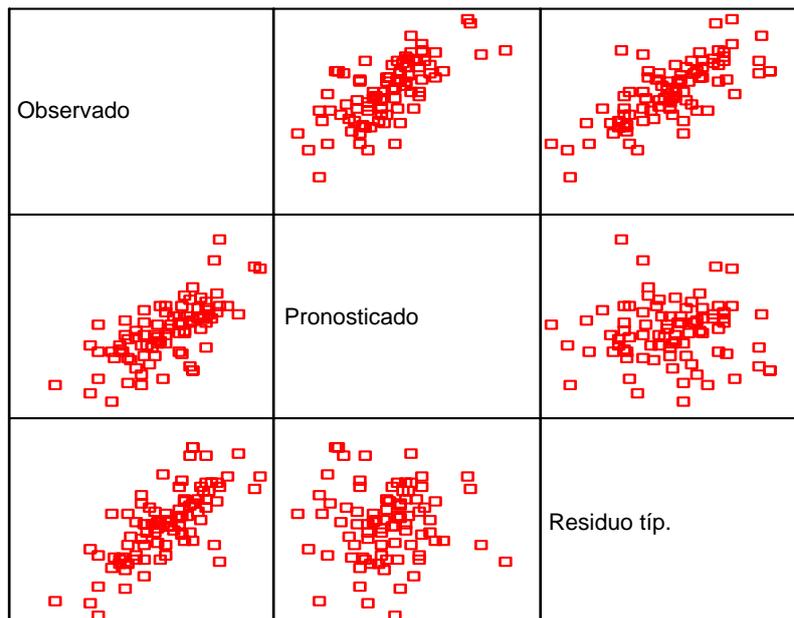
Variable dependiente: toneladas de caña por manzana

DHS de Tukey

(I) La variedad de la caña de azucar	(J) La variedad de la caña de azucar	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
CP70321	CP722086	-9.3757	4.1374	.072	-19.4275	.6761
	CP742005	-2.5289	4.1374	.815	-12.5807	7.5229
CP722086	CP70321	9.3757	4.1374	.072	-.6761	19.4275
	CP742005	6.8468	4.1374	.234	-3.2050	16.8986
CP742005	CP70321	2.5289	4.1374	.815	-7.5229	12.5807
	CP722086	-6.8468	4.1374	.234	-16.8986	3.2050

Basado en las medias observadas.

Variable dependiente: toneladas de caña por manzana



Modelo: Intersección + BLOQUES + TRAT + TRAT\*BLOQUES + VAR + TRAT\*VAR

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: toneladas de caña por manzana  
DHS de Tukey

(I) Tratamiento de la caña de azúcar del segundo corte	(J) Tratamiento de la caña de azúcar del segundo corte	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	5.2000	6.3200	.981	-14.3639	24.7639
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	.6817	6.3200	1.000	-18.8822	20.2455
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-3.7133	6.3200	.997	-23.2772	15.8505
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-7.9142	6.3200	.869	-27.4780	11.6497
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-1.1250	6.3200	1.000	-20.6889	18.4389
40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-3.7167	6.3200	.997	-23.2805	15.8472
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	-5.2000	6.3200	.981	-24.7639	14.3639
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-4.5183	6.3200	.991	-24.0822	15.0455
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-8.9133	6.3200	.793	-28.4772	10.6505
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-13.1142	6.3200	.386	-32.6780	6.4497
80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-6.3250	6.3200	.951	-25.8889	13.2389
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-8.9167	6.3200	.793	-28.4805	10.6472
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	-.6817	6.3200	1.000	-20.2455	18.8822
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	4.5183	6.3200	.991	-15.0455	24.0822
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-4.3950	6.3200	.992	-23.9589	15.1689
120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-8.5958	6.3200	.819	-28.1597	10.9680
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-1.8067	6.3200	1.000	-21.3705	17.7572
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-4.3983	6.3200	.992	-23.9622	15.1655
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	3.7133	6.3200	.997	-15.8505	23.2772
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	8.9133	6.3200	.793	-10.6505	28.4772
160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	4.3950	6.3200	.992	-15.1689	23.9589
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-4.2008	6.3200	.994	-23.7647	15.3630
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	2.5883	6.3200	1.000	-16.9755	22.1522
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-3.3333E-03	6.3200	1.000	-19.5672	19.5605
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	7.9142	6.3200	.869	-11.6497	27.4780
200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	13.1142	6.3200	.386	-6.4497	32.6780
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	8.5958	6.3200	.819	-10.9680	28.1597
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	4.2008	6.3200	.994	-15.3630	23.7647
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	6.7892	6.3200	.932	-12.7747	26.3530
	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	4.1975	6.3200	.994	-15.3664	23.7614
240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	1.1250	6.3200	1.000	-18.4389	20.6889
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	6.3250	6.3200	.951	-13.2389	25.8889
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	1.8067	6.3200	1.000	-17.7572	21.3705
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-2.5883	6.3200	1.000	-22.1522	16.9755
	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-6.7892	6.3200	.932	-26.3530	12.7747
240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-2.5917	6.3200	1.000	-22.1555	16.9722
	0 nitrogeno, 0 fosforo, 0 potacio	3.7167	6.3200	.997	-15.8472	23.2805
	40 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	8.9167	6.3200	.793	-10.6472	28.4805
	80 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	4.3983	6.3200	.992	-15.1655	23.9622
	120 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	3.3333E-03	6.3200	1.000	-19.5605	19.5672
240 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	160 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	-4.1975	6.3200	.994	-23.7614	15.3664
	200 nitrogeno, 120 fosforo, 150 potacio	2.5917	6.3200	1.000	-16.9722	22.1555

Basado en las medias observadas.

# **ANEXO 4**

**Pellas calibracion primer corte.**

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Toneladas de caña por manzana.

DHS de Tukey

(I) Aplicacion del nitrogeno	(J) Aplicacion del nitrogeno	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
0 nitrogeno	60 nitrogeno	-3.7717	2.1021	.301	-9.5707	2.0274
	120 nitrogeno	-5.3183	2.1021	.080	-11.1174	.4807
	180 nitrogeno	-5.3717	2.1021	.076	-11.1707	.4274
60 nitrogeno	0 nitrogeno	3.7717	2.1021	.301	-2.0274	9.5707
	120 nitrogeno	-1.5467	2.1021	.882	-7.3457	4.2524
	180 nitrogeno	-1.6000	2.1021	.871	-7.3991	4.1991
120 nitrogeno	0 nitrogeno	5.3183	2.1021	.080	-.4807	11.1174
	60 nitrogeno	1.5467	2.1021	.882	-4.2524	7.3457
	180 nitrogeno	-5.3333E-02	2.1021	1.000	-5.8524	5.7457
180 nitrogeno	0 nitrogeno	5.3717	2.1021	.076	-.4274	11.1707
	60 nitrogeno	1.6000	2.1021	.871	-4.1991	7.3991
	120 nitrogeno	5.333E-02	2.1021	1.000	-5.7457	5.8524

Basado en las medias observadas.

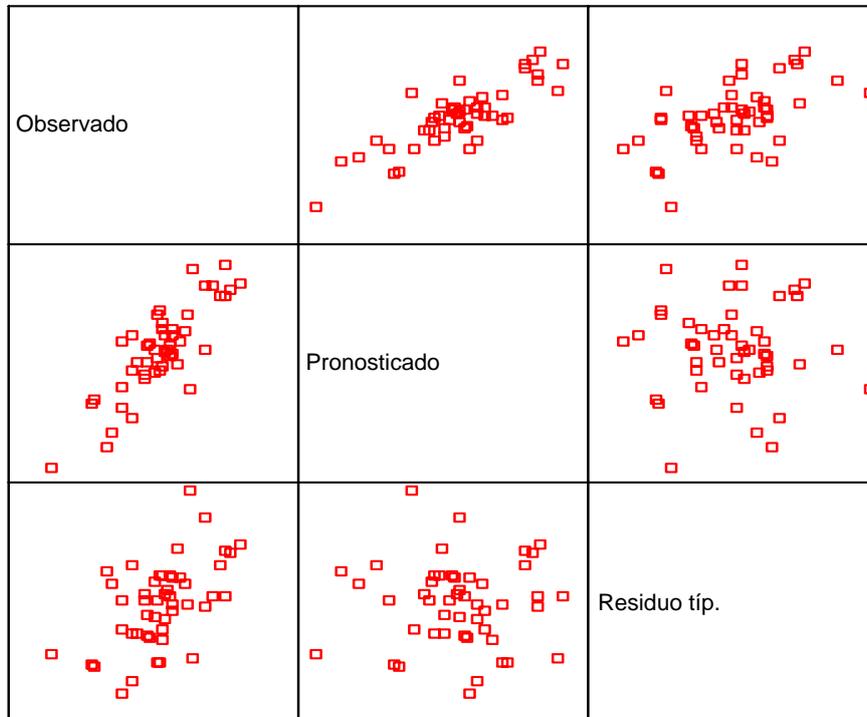
### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Toneladas de caña por manzana.

DHS de Tukey

(I) Aplicacion del pc	(J) Aplicacion del pc	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
0 potacio	45 potacio	-4.3687	1.8205	.061	-8.9151	.1776
	90 potacio	-2.6456	1.8205	.331	-7.1920	1.9007
45 potacio	0 potacio	4.3687	1.8205	.061	-.1776	8.9151
	90 potacio	1.7231	1.8205	.617	-2.8232	6.2695
90 potacio	0 potacio	2.6456	1.8205	.331	-1.9007	7.1920
	45 potacio	-1.7231	1.8205	.617	-6.2695	2.8232

Basado en las medias observadas.



# **ANEXO 4.1**

**Pellas Calibracion segundo corte.**

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Toneladas de caña.

DHS de Tukey

(I) Aplicacion del nitrogeno.	(J) Aplicacion del nitrogeno.	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
0nitrogeno	60nitrogeno	-4.2442	6.6445	.918	-22.5740	14.0856
	120nitrogeno	-5.3667	6.6445	.850	-23.6965	12.9631
	180nitrogeno	-6.5292	6.6445	.761	-24.8590	11.8006
60nitrogeno	0nitrogeno	4.2442	6.6445	.918	-14.0856	22.5740
	120nitrogeno	-1.1225	6.6445	.998	-19.4523	17.2073
	180nitrogeno	-2.2850	6.6445	.986	-20.6148	16.0448
120nitrogeno	0nitrogeno	5.3667	6.6445	.850	-12.9631	23.6965
	60nitrogeno	1.1225	6.6445	.998	-17.2073	19.4523
	180nitrogeno	-1.1625	6.6445	.998	-19.4923	17.1673
180nitrogeno	0nitrogeno	6.5292	6.6445	.761	-11.8006	24.8590
	60nitrogeno	2.2850	6.6445	.986	-16.0448	20.6148
	120nitrogeno	1.1625	6.6445	.998	-17.1673	19.4923

Basado en las medias observadas.

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Toneladas de caña.

DHS de Tukey

(I) Aplicacion del pota	(J) Aplicacion del pota	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
0potacio	45potacio	-1.3844	5.7543	.969	-15.7546	12.9858
	90potacio	-9.5356	5.7543	.242	-23.9058	4.8346
45potacio	0potacio	1.3844	5.7543	.969	-12.9858	15.7546
	90potacio	-8.1513	5.7543	.349	-22.5215	6.2190
90potacio	0potacio	9.5356	5.7543	.242	-4.8346	23.9058
	45potacio	8.1513	5.7543	.349	-6.2190	22.5215

Basado en las medias observadas.

Observado	 A scatter plot showing a positive correlation between two variables. The data points are represented by small red squares, forming a dense cluster that trends upwards from left to right.	 A scatter plot showing a positive correlation between two variables, similar to the first plot. The data points are represented by small red squares, forming a dense cluster that trends upwards from left to right.
 A scatter plot showing a positive correlation between two variables. The data points are represented by small red squares, forming a dense cluster that trends upwards from left to right.	Pronosticado	 A scatter plot showing a positive correlation between two variables, similar to the first plot. The data points are represented by small red squares, forming a dense cluster that trends upwards from left to right.
 A scatter plot showing a positive correlation between two variables. The data points are represented by small red squares, forming a dense cluster that trends upwards from left to right.	 A scatter plot showing a positive correlation between two variables. The data points are represented by small red squares, forming a dense cluster that trends upwards from left to right.	Residuo típ.

# **ANEXO 5**

**Majada.**

### Contrastes multivariados

Efecto	Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
Intersección					
Traza de Pillai	.991	4379.981 <sup>a</sup>	2.000	76.000	.000
Lambda de Wilks	.009	4379.981 <sup>a</sup>	2.000	76.000	.000
Traza de Hotelling	115.263	4379.981 <sup>a</sup>	2.000	76.000	.000
Raíz mayor de R	115.263	4379.981 <sup>a</sup>	2.000	76.000	.000
TRATAMIE					
Traza de Pillai	.551	4.881	12.000	154.000	.000
Lambda de Wilks	.480	5.617 <sup>a</sup>	12.000	152.000	.000
Traza de Hotelling	1.019	6.368	12.000	150.000	.000
Raíz mayor de R	.951	12.205 <sup>b</sup>	6.000	77.000	.000

a. Estadístico exacto

b. El estadístico es un límite superior para la F el cual ofrece un límite inferior para el nivel de significación.

c. Diseño: Intercept+TRATAMIE

### Contrastes multivariados

Efecto	Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
Intersección					
Traza de Pillai	.985	2647.395 <sup>a</sup>	2.000	80.000	.000
Lambda de Wilks	.015	2647.395 <sup>a</sup>	2.000	80.000	.000
Traza de Hotelling	66.185	2647.395 <sup>a</sup>	2.000	80.000	.000
Raíz mayor de R	66.185	2647.395 <sup>a</sup>	2.000	80.000	.000
VARIEDAD					
Traza de Pillai	.097	2.053	4.000	162.000	.089
Lambda de Wilks	.904	2.067 <sup>a</sup>	4.000	160.000	.088
Traza de Hotelling	.105	2.079	4.000	158.000	.086
Raíz mayor de R	.098	3.961 <sup>b</sup>	2.000	81.000	.023

a. Estadístico exacto

b. El estadístico es un límite superior para la F el cual ofrece un límite inferior para el nivel de significación.

c. Diseño: Intercept+VARIEDAD

Fuente	Variable dependiente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	Toneladas de la caña azucar del primer corte	9582.735 <sup>a</sup>	41	477.628	3.164	.000
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	7335.597 <sup>b</sup>	41	178.917	1.559	.078
Intercept	Toneladas de la caña azucar del primer corte	86177.863	1	86177.863	532.529	.000
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	85288.880	1	85288.880	356.864	.000
BLOQUE	Toneladas de la caña azucar del primer corte	1206.516	3	402.172	2.664	.060
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	804.533	3	268.178	2.337	.087
TRATAMIE	Toneladas de la caña azucar del primer corte	2133.725	6	355.621	13.396	.000
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	1160.737	6	193.456	1.686	.148
ERROR(a)	Toneladas de la caña azucar del primer corte	2539.330	18	141.074	.934	.546
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	2799.425	18	155.524	1.355	.205
VARIEDAD	Toneladas de la caña azucar del primer corte	946.476	2	473.238	3.135	.054
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	669.206	2	334.603	2.915	.065
TRATAMIE * VAR	Toneladas de la caña azucar del primer corte	2756.688	12	229.724	1.522	.155
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	1901.695	12	158.475	1.381	.213
ERROR	Toneladas de la caña azucar del primer corte	6340.496	42	150.964		
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	4820.610	42	114.776		
Total	Toneladas de la caña azucar del primer corte	2101.094	84			
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	97445.087	84			
Total corregida	Toneladas de la caña azucar del primer corte	25923.231	83			
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	2156.207	83			

a.R cuadrado = .755 (R cuadrado corregida = .517)

b.R cuadrado = .603 (R cuadrado corregida = .216)

# **ANEXO 6**

**JERICO**

### Contrastes multivariados

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
Intersección	Traza de Pillai	.985	2496.122 <sup>a</sup>	2.000	76.000	.000
	Lambda de Wilks	.015	2496.122 <sup>a</sup>	2.000	76.000	.000
	Traza de Hotelling	65.687	2496.122 <sup>a</sup>	2.000	76.000	.000
	Raíz mayor de Roy	65.687	2496.122 <sup>a</sup>	2.000	76.000	.000
TRATAMIE	Traza de Pillai	.133	.917	12.000	154.000	.531
	Lambda de Wilks	.870	.913 <sup>a</sup>	12.000	152.000	.535
	Traza de Hotelling	.145	.909	12.000	150.000	.539
	Raíz mayor de Roy	.109	1.403 <sup>b</sup>	6.000	77.000	.224

- a. Estadístico exacto
- b. El estadístico es un límite superior para la F el cual ofrece un límite inferior para el nivel de significación.
- c. Diseño: Intercept+TRATAMIE

### Contrastes multivariados

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
Intersección	Traza de Pillai	.995	7654.226 <sup>a</sup>	2.000	80.000	.000
	Lambda de Wilks	.005	7654.226 <sup>a</sup>	2.000	80.000	.000
	Traza de Hotelling	191.356	7654.226 <sup>a</sup>	2.000	80.000	.000
	Raíz mayor de Roy	191.356	7654.226 <sup>a</sup>	2.000	80.000	.000
VARIEDAD	Traza de Pillai	.681	20.891	4.000	162.000	.000
	Lambda de Wilks	.320	30.742 <sup>a</sup>	4.000	160.000	.000
	Traza de Hotelling	2.127	42.004	4.000	158.000	.000
	Raíz mayor de Roy	2.126	86.118 <sup>b</sup>	2.000	81.000	.000

- a. Estadístico exacto
- b. El estadístico es un límite superior para la F el cual ofrece un límite inferior para el nivel de significación.
- c. Diseño: Intercept+VARIEDAD

Fuente	Variable dependiente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	Toneladas de la caña azucar del primer corte	8411.375 <sup>a</sup>	41	205.155	4.414	.000
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	8656.121 <sup>b</sup>	41	211.125	1.813	.029
Intercept	Toneladas de la caña azucar del primer corte	87462.281	1	87462.281	2639.744	.000
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	57318.826	1	57318.826	3068.199	.000
BLOQUE	Toneladas de la caña azucar del primer corte	158.919	3	52.973	1.140	.344
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	807.993	3	269.331	2.313	.090
TRATAMIE	Toneladas de la caña azucar del primer corte	390.154	6	65.026	1.399	.238
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	1303.137	6	217.190	1.865	.110
TRATAMIE * BLOQ	Toneladas de la caña azucar del primer corte	604.228	18	33.568	.722	.770
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	1984.049	18	110.225	.946	.533
VARIEDAD	Toneladas de la caña azucar del primer corte	6906.954	2	3453.477	74.304	.000
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	2480.410	2	1240.205	10.649	.000
TRATAMIE * VARIE	Toneladas de la caña azucar del primer corte	351.121	12	29.260	.630	.805
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	2080.532	12	173.378	1.489	.167
Error	Toneladas de la caña azucar del primer corte	1952.050	42	46.477		
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	4891.270	42	116.459		
Total	Toneladas de la caña azucar del primer corte	97825.706	84			
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	70866.218	84			
Total corregida	Toneladas de la caña azucar del primer corte	10363.426	83			
	Toneladas de la caña azucar del segundo corte	13547.391	83			

a. R cuadrado = .812 (R cuadrado corregida = .628)

b. R cuadrado = .639 (R cuadrado corregida = .286)

# **ANEXO 7**

**PELLAS VARIEDAD**

**Contrastes multivariados**

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
Intersección	Traza de Pillai	,985	2579,334 <sup>a</sup>	2,000	76,000	,000
	Lambda de Wilks	,015	2579,334 <sup>a</sup>	2,000	76,000	,000
	Traza de Hotelling	67,877	2579,334 <sup>a</sup>	2,000	76,000	,000
	Raíz mayor de Roy	67,877	2579,334 <sup>a</sup>	2,000	76,000	,000
TRATAMIE	Traza de Pillai	,081	,538	12,000	154,000	,887
	Lambda de Wilks	,920	,536 <sup>a</sup>	12,000	152,000	,888
	Traza de Hotelling	,085	,534	12,000	150,000	,890
	Raíz mayor de Roy	,071	,917 <sup>b</sup>	6,000	77,000	,487

a. Estadístico exacto

b. El estadístico es un límite superior para la F el cual ofrece un límite inferior para el nivel de significación.

c. Diseño: Intercept+TRATAMIE

**Contrastes multivariados**

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
Intersección	Traza de Pillai	,988	3225,866 <sup>a</sup>	2,000	80,000	,000
	Lambda de Wilks	,012	3225,866 <sup>a</sup>	2,000	80,000	,000
	Traza de Hotelling	80,647	3225,866 <sup>a</sup>	2,000	80,000	,000
	Raíz mayor de Roy	80,647	3225,866 <sup>a</sup>	2,000	80,000	,000
VARIEDAD	Traza de Pillai	,318	7,653	4,000	162,000	,000
	Lambda de Wilks	,694	8,020 <sup>a</sup>	4,000	160,000	,000
	Traza de Hotelling	,424	8,379	4,000	158,000	,000
	Raíz mayor de Roy	,380	15,377 <sup>b</sup>	2,000	81,000	,000

a. Estadístico exacto

b. El estadístico es un límite superior para la F el cual ofrece un límite inferior para el nivel de significación.

c. Diseño: Intercept+VARIEDAD

**Pruebas de los efectos inter-sujetos**

Fuente	Variable dependiente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	Toneladas de la caña de azúcar del primer corte.	22585,373 <sup>a</sup>	41	550,863	2,733	,001
	Toneladas de la caña de azúcar del segundo corte.	8886,111 <sup>b</sup>	41	216,734	,904	,626
Intersección	Toneladas de la caña de azúcar del primer corte.	1016147,016	1	1016147,0	5041,766	,000
	Toneladas de la caña de azúcar del segundo corte.	837985,210	1	837985,210	3496,677	,000
BLOQUE	Toneladas de la caña de azúcar del primer corte.	6028,452	3	2009,484	9,970	,000
	Toneladas de la caña de azúcar del segundo corte.	315,229	3	105,076	,438	,727
TRATAMIE	Toneladas de la caña de azúcar del primer corte.	651,139	6	108,523	,538	,776
	Toneladas de la caña de azúcar del segundo corte.	1235,918	6	205,986	,860	,532
TRATAMIE * BLOQUE	Toneladas de la caña de azúcar del primer corte.	5038,173	18	279,899	1,389	,188
	Toneladas de la caña de azúcar del segundo corte.	4830,599	18	268,367	1,120	,368
VARIEDAD	Toneladas de la caña de azúcar del primer corte.	8408,101	2	4204,051	20,859	,000
	Toneladas de la caña de azúcar del segundo corte.	1317,661	2	658,831	2,749	,076
TRATAMIE * VARIEDAD	Toneladas de la caña de azúcar del primer corte.	2459,507	12	204,959	1,017	,451
	Toneladas de la caña de azúcar del segundo corte.	1186,703	12	98,892	,413	,950
Error	Toneladas de la caña de azúcar del primer corte.	8464,925	42	201,546		
	Toneladas de la caña de azúcar del segundo corte.	10065,379	42	239,652		
Total	Toneladas de la caña de azúcar del primer corte.	1047197,313	84			
	Toneladas de la caña de azúcar del segundo corte.	856936,699	84			
Total corregida	Toneladas de la caña de azúcar del primer corte.	31050,298	83			
	Toneladas de la caña de azúcar del segundo corte.	18951,489	83			

a. R cuadrado = ,727 (R cuadrado corregida = ,461)

b. R cuadrado = ,469 (R cuadrado corregida = -,050)



## I. INTRODUCCIÓN

La producción de caña se dio desde la colonia. Sesenta y nueve años después de la declaración de independencia de Centroamérica y a cincuenta y nueve años de la proclamación de Nicaragua como estado libre, soberano e independiente, en 1890, la finca San Antonio fue adquirida por Don Alfredo Pellas, y en conjunto con un grupo de empresarios visionarios, constituyeron una nueva compañía, habiendo crecido paulatinamente hasta convertirse en uno de los ingenios más grandes y tecnificados de Centroamérica.\*

Con el objetivo de transformar los tradicionales trapiches e iniciar la producción de azúcar de alta calidad, instalo en el país, un ingenio de azúcar con la mas moderna maquinaria de la época, adquirida en Escocia a la empresa The Mirrlees Watson Company Ltd.

En los últimos años con una renovada visión empresarial y el lema de iniciar un nuevo siglo, se impulso un enfoque transformador de la empresa, redefiniéndose la estructura de producción en procesos.

Actualmente, el ingenio incremento su capacidad instalada de molienda a 13.000 T.M. por día. Paralelamente, monto una Planta de Cogeneración Eléctrica, desarrolló un programa de siembra de Eucalipto y estableció un Proyecto Camaronero de 520 has.

Nicaragua Sugar Estates Limited (N.S.E.L.) es propietaria del complejo agroindustrial "Ingenio San Antonio"(I.S.A.), cuya principal actividad es la siembra, procesamiento y comercialización de azúcar tanto cruda como refinada y de subproductos tales como la melaza.

Uno de los más importantes logros del año 2001 fue la certificación de nuestra empresa dentro del sistema de Normas Internacionales de Calidad ISO 9002, el cual la ubica como la Empresa Azucarera Latinoamericana en obtener la certificación de sus sistema de Gestión de calidad para cultivo y cosecha de caña de azúcar y producción de azúcar.\*

Los datos se tomaron en el periodo de comprendido de Noviembre del 2000 a Mayo del 2002 en la empresa Ingenio San Antonio(I.S.A.) S.A. En el área del departamento de Investigación Agrícola por el Ing. Msc. Jaime E. Vega Correa. Este trabajo tiene como objetivo principal analizar mediante técnicas Multivariantes la producción de tres tipo de variedades de la caña de azúcar con sus tratamientos.

---

\* [http:// www.nicaraguasugar.com/empresa.num](http://www.nicaraguasugar.com/empresa.num).

\* [http:// www.portalagrario.gob.pe/azucar\\_prod](http://www.portalagrario.gob.pe/azucar_prod).



Se le aplico un Diseño de Experimento: Análisis de Varianza en Parcelas Divididas, Gráficos de barras, Comparaciones Múltiples(a posteriori) Tukey, MANOVA.

La importancia de este trabajo es brindarle a la empresa información documentada, con el fin de que se puedan dar sugerencias para el mejoramiento de la producción y así ayudar al crecimiento de la misma.



## II. OBJETIVOS

### Objetivo General:

- ❖ Analizar mediante Técnicas Multivariantes la producción de tres variedades de la caña de azúcar usando siete tratamientos químicos aplicados en cuatro plantillos en el I.S.A. en el período comprendido de Noviembre del 2000 a Mayo del 2002.

### Objetivos Específicos:

- ❖ Analizar el diseño de parcelas divididas (Split-Plot) aplicado por el Ingenio San Antonio.
- ❖ Describir el comportamiento de los distintos factores involucrados en el estudio.
- ❖ Determinar la dosis máxima de las variedades en estudio en los diferentes plantillos.
- ❖ Medir la capacidad para producir tonelaje de caña de azúcar de cada una de las variedades.



### III. MARCO TEORICO

Nicaragua Sugar Estates Limited es una de las empresas pioneras en el mercado bursátil Nicaragüense, en la actualidad esta autorizada por la superintendencia de bancos y otras instituciones financieras. \*

El diseño estadístico de experimentos es el proceso de planear un experimento para obtener datos apropiados con objeto de producir conclusiones validas y objetivas; uno de los aspectos en cualquier problema experimental es el diseño de experimentos. \*

Para el estudio son necesarios algunos conocimientos básicos como:

**Variable:** Característica de interés a estudiar de una población o una muestra. Es un carácter cualitativo o cuantitativo que puede asumir diferentes valores ejemplo: Toneladas de caña de azúcar.

**Tratamiento:** Elemento o sujeto sometido a estudio, a ensayo de comparación. En los experimentos se comparan varios tratamientos. La palabra tratamiento debe entenderse en un sentido amplio. Por ejemplo en un ensayo de crecimiento se puede comparar por ejemplo diferentes fertilizantes( Nitrógeno-N, Fósforo-P, Potasio-K).

**Unidad Experimental:** Es el material o lugar sobre el cual se aplican los tratamientos en estudio ó sea cada una de las parcelas.

**Experimentación:** Es la eliminación de teorías insostenibles. La experimentación se usa para someter a prueba hipótesis(Si los tratamientos o si las variedades influyen de igual o de diferente manera sobre la variable dependiente) .

**Diseño Experimental:** Es el plan usado en experimentación. Implica la asignación de tratamientos a las unidades experimentales y un amplio entendimiento de los análisis por verificar, cuando los datos son disponibles.

**Error Experimental:** Describe el fracaso de llegar a resultados idénticos con dos unidades experimentales tratadas idénticamente.

**Repetición:** Es el hecho físico de repetir un tratamiento mas de una vez en el experimento, la función que cumple es proveer una estimación del error experimental y aumentar la precisión del experimento; el error estándar de la media se hace pequeño, a medida que aumenta el numero de repeticiones(bloques).

---

\* [http:// www.nicaraguasugar.com/empresa.num](http://www.nicaraguasugar.com/empresa.num).

\* **Bernard Ostle.** Estadística Aplicada, técnicas de la estadística moderna. Editorial Limusa S.A. 1983.



**Naturaleza del ensayo:** Los experimentos pueden tipificarse en algunas de estas categorías:

- *Experimentos preliminares.* Esencialmente son de naturaleza exploratoria donde se prueba un gran número de tratamientos con el propósito de obtener directrices para el futuro trabajo.
- *Experimentos Críticos.* Planeados con menor número de tratamientos pero con suficiente número de observaciones por tratamiento con el propósito de obtener diferencias significativas (El estudio realizado se tipifica en esta categoría).
- *Experimentos Demostrativos.* Son los realizados en parcelas de gran tamaño para comparar ciertos tratamientos con el testigo.

**Número de Tratamiento:** Tratándose de un mismo diseño experimental y para diferente número de tratamiento, el investigador se inclinara por parcelas pequeñas para situaciones con elevado número de tratamiento, de otro modo, para pocos tratamientos se preferirá parcelas grandes, el cual se asignó siete tipos de tratamientos a cada una de las parcelas.

Los tres principios básicos del diseño de experimentos son:

1. **Repetición:** Un tratamiento debe ser repetido, o asignado a dos o más unidades experimentales diferentes por lo menos, con el fin de proveer un estimador del error experimental y permitir una medida precisa del efecto de los tratamientos. La repetición de un experimento en el tiempo y en el espacio ayudara a incrementar la validez de las conclusiones, que puedan presentarse.
2. **Aleatorización:** Uniformidad e independencia.
3. **Control Local:** Se refiere a la cantidad de balanceo, bloqueo y agrupamiento de las unidades experimentales que se emplean en diseño adoptado.

La función o propósito del control local es hacer al diseño experimental más eficiente. Es decir, el control local hace mas sensitiva cualquier prueba de significación o hace más poderosos los procedimientos de prueba.

El propósito de un diseño experimental es proporcionar una cantidad máxima de información pertinente al problema bajo de investigación al mínimo costo, es evidente que el diseño de experimento es una materia que implica tanto a la metodología estadística como al análisis económico. Esto es, debería esforzarse para lograr eficiencia estadística y economizar recursos.



### **Diseño en Parcelas Divididas.**

En algunos diseño multifactoriales, en los que intervienen bloques aleatorizados, puede que sea imposible aleatorizar totalmente el orden de los ensayos dentro de cada bloque.\*

A menudo, esto conduce a una generalización del diseño por bloques aleatorizados denominados Diseño en Parcelas Divididas, estos se emplean frecuentemente en experimentos factoriales. El principio básico de parcelas divididas consiste en que las parcelas grandes o parcelas principales, se les apliquen niveles de uno o más factores, luego las parcelas grandes se subdividen en parcelas pequeñas o subparcelas a las cuales se les aplican los niveles de un segundo factor.

El diseño básico de parcelas divididas involucra la asignación de los niveles de un factor a las parcelas grandes, dispuestas en un diseño completamente aleatorio, los niveles del segundo factor se asignan a las parcelas pequeñas dentro de cada parcela principal.

El proyecto suele sacrificar la precisión en la estimación de los efectos promedios de los tratamientos asignados a las parcelas principales, aunque frecuentemente aumente la precisión para comparar los efectos promedios de tratamiento asignados a las subparcelas y cuando existe interacción, para comparar los efectos de tratamientos de subparcelas en una parcela grande determinada.

Esto proviene del hecho de que el error para las parcelas principales suele ser mayor que el error utilizado para comparar los tratamientos de subparcelas; evidentemente no todas las comparaciones entre los tratamientos se pueden hacer con el mismo grado de precisión.

### **Características del Diseño de Parcelas divididas.**

1. El diseño de parcelas divididas permite evaluar dos factores de estudio con diferentes grados de precisión, siendo esta, mayor para el factor asignado en la parcela pequeña.
2. El diseño de parcelas divididas es un diseño en si, ya que tiene su propia azarización la cual genera dos tipos de errores: **E(a)** y **E(b)** donde a son los tratamientos y b son las variedades.
3. El principio básico de parcelas divididas permite la existencia en un campo de dos tamaño de parcelas( grandes o principal y pequeña o subparcela).

---

\* **Pedroza H.** Fundamentos de la experimentación agrícola. Editorial Arte.



La principal ventaja práctica del arreglo en parcelas divididas es que permite utilizar factores que requieren cantidades relativamente grandes de material y factores que requieren solo cantidades pequeñas de material para ser combinados en el mismo experimento. Si este está planeado para investigar el primer tipo de factor, de modo que se van a usar grandes cantidades de material de cualquier forma, se puede incluir frecuentemente factores del segundo tipo a un costo adicional muy pequeño y será obtenida información adicional que sea muy barata. \*

Existen dos desventajas mencionados por los experimentadores; algunas veces el error de la unidad mayor es mucho más grande que el error de la subunidad. Puede suceder que los efectos de A, aunque muy notables, no sean significativos; mientras que los de B, aunque demasiados pequeños para ser de interés práctico, sean estadísticamente significativos. En segundo término, el hecho de las diferentes comparaciones de tratamiento tengan distintas varianzas del error hace el análisis más complejo que el de bloques al azar, especialmente si se hace algún tipo de comparaciones poco común.

En particular, debe tenerse presente que el diseño de parcelas divididas impone ciertas restricciones en cuanto al término del error que debe utilizarse para probar los efectos de los tratamientos; por lo tanto, es muy importante asignar correctamente los factores a las parcelas de tal forma que se obtenga la mayor precisión al comparar las interacciones y los efectos promedios de los tratamientos en los que se está más interesado. \*

Cabe preguntarse: ¿Por qué el factor que se desea estudiar con mayor precisión, debe establecerse en la parcela pequeña? Dado que se espera que la variación entre las subparcelas sea menor que entre las parcelas grandes, en los experimentos con parcelas divididas, el factor que: Sea de mayor importancia, o de la que se espera presente menores diferencias, o para el cual por alguna razón se desee mayor precisión, se asigne a las parcelas pequeñas.

El error de la parcela grande, convenientemente designado  $E(a)$ , usualmente es mayor que el error de las subparcelas, designado  $E(b)$ . Esto se debe a que las observaciones en las subunidades de la misma unidad completa tiende a correlacionarse positivamente y así reaccionar de modo más semejante que las subunidades de diferentes unidades grandes. El  $E(a)$  no puede ser menor que  $E(b)$ , excepto por azar; si esto sucede, es apropiado considerar ambos  $E(a)$  y  $E(b)$  como estimaciones de la misma varianza y, en consecuencia, las dos sumas de cuadrados pueden combinarse y luego dividirse por los grados de libertad combinados para obtener una estimación de varianza. \*

---

\* Cochran G. Y Cox M. Diseños Experimentales. Editorial Trillas México, 1980.

\* Pedroza H. Fundamentos de la experimentación agrícola. Editorial Arte.

\* Steel Robert y Torrie H. James. Principios y procedimientos Bioestadística. Segunda edición.



El Modelo Aditivo Lineal para un Diseño de Parcelas Divididas es:\*

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_k + \alpha_i + \varepsilon_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, a$ ,  $a =$  número de niveles del factor A.

$j = 1, 2, 3, \dots, b$ ,  $b =$  número de niveles del factor B.

$k = 1, 2, 3, \dots, r$ ,  $r =$  número de bloques.

$Y_{ijk}$  = La  $k$ -ésima observación del  $i$ - $j$ -ésimo tratamiento.

$\mu$  = Media General.

$\rho_k$  = Efecto del  $k$ -ésimo bloque.

$\alpha_i$  = Efecto de  $i$ -ésimo nivel del factor A, a estimar a partir de los datos.

$\varepsilon_{ik}$  = Error del factor (A).

$\beta_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor B, a estimar a partir de los datos.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto del  $i$ - $j$ -ésimo nivel de la interacción AB entre los factores.

$\varepsilon_{ijk}$  = Error del factor (B).

### Organización de los datos para un Diseño de Parcelas Divididas:

Factor A	Factor B	Bloques			Y <sub>ij.</sub>
		I	II	III	
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	Y <sub>111</sub>	Y <sub>112</sub>	Y <sub>113</sub>	Y <sub>11.</sub>
	b <sub>2</sub>	Y <sub>121</sub>	Y <sub>122</sub>	Y <sub>123</sub>	Y <sub>12.</sub>
<b>Sub-Total</b>	<b>Y<sub>i.k</sub></b>	<b>Y<sub>1.1</sub></b>	<b>Y<sub>1.2</sub></b>	<b>Y<sub>1.3</sub></b>	<b>Y<sub>1..</sub></b>
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	Y <sub>211</sub>	Y <sub>212</sub>	Y <sub>213</sub>	Y <sub>21.</sub>
	b <sub>2</sub>	Y <sub>221</sub>	Y <sub>222</sub>	Y <sub>223</sub>	Y <sub>22.</sub>
<b>Sub-Total</b>	<b>Y<sub>i.k</sub></b>	<b>Y<sub>2.1</sub></b>	<b>Y<sub>2.2</sub></b>	<b>Y<sub>2.3</sub></b>	<b>Y<sub>2..</sub></b>
<b>Total</b>	<b>Y<sub>..k</sub></b>	<b>Y<sub>..1</sub></b>	<b>Y<sub>..2</sub></b>	<b>Y<sub>..3</sub></b>	<b>Y<sub>...</sub></b>

\* Pedroza H. Fundamentos de la experimentación agrícola. Editorial Arte.



**Ilustración del Análisis de Varianza para un Diseño de Parcelas Divididas:\***

F de V	gl	SC	CM	Fc
Bloques	r-1	$\Sigma Y^2..k/ab-F.C.$	SCBIq/gl	CMBIq/CME(a)
A	a-1	$\Sigma Y^2i../br-F.C.$	SCA/gl	CMA/CME(a)
E(a)	(r-1) (a-1)	SCPG-SCR-SCA	SCE(a)/gl	
B	b-1	$\Sigma Y^2.j./ar-F.C.$	SCB/gl	CMB/CME(b)
AB	(a-1) (b-1)	$\Sigma Y^2ij./r-F.C.$	SCAB/gl	CMAB/CME(b)
E (b)	a (r-1) (b-1)	-SCA-SCB SCTot-SCPG -SCB-SCAB	SCE(b)/gl	
<b>TOTAL.</b>	<b>abr-1</b>	$\Sigma Y^2ijk-F.C.$		

**Cálculos de las sumas de cuadrados:**

**I. Cálculos Generales:**

1.  $F.C. = (Y...)^2 / abr$
2. Suma de cuadrado del total:  
 $SCT = \Sigma Y^2ijk - F.C.$
3. Suma de cuadrado de bloques:  
 $SCB = \Sigma Y^2..k / ab - F.C.$

**II. Cálculos en la Parcela Grande:**

4. Suma de cuadrado en la parcela grande:  
 $SCPG = \Sigma Y^2i.k / b - F.C.$
5. Suma de cuadrado de A:  
 $SCA = \Sigma Y^2i../br - F.C.$
6. Suma de cuadrado del error de la parcela grande:  
 $SCE(a) = SCPG - SCR - SCA$

\* **Pedroza H.** Fundamentos de la experimentación agrícola. Editorial Arte.



### III. Cálculos en la Parcela Pequeña:

7. Suma de cuadrado de los bloques:  
 $SCB = \sum Y^2_{.j} / ar - F.C.$
8.  $SCAB = \sum Y^2_{ij} / r - F.C. - SCA - SCB$
9. Suma de cuadrado del error de la Parcela pequeña:  
 $SCE(b) = SCTot - SCPG - SCB - SCAB.$

El ANDEVA puede ser definido como una técnica donde la variación total presente en un conjunto de datos es particionada en varias componentes de la información obtenida del hecho que se investiga. Asociada con cada una de estas componentes esta una fuente de variación específica, tal que en el análisis es posible averiguar la magnitud de la contribución de cada una de esas fuentes para la variación total; siendo este método de gran utilidad y flexibilidad desarrollado por Fisher.\*

También permite el estudio de las características medidas u observadas cuyos valores dependan de varias clases de efectos que operan simultáneamente y poder decidir si tales efectos son o no diferentes.

El Análisis de Varianza lleva a cabo dos funciones:

1. Constituye el único método sencillo y confiable para determinar estimar, probar hipótesis sobre varianzas poblacionales.
2. Provee una prueba, la prueba F. Esta es una prueba única para la hipótesis nula de que las medias poblacionales sean idénticas.

La validez del empleo del ANDEVA como herramienta de inferencias estadísticas, esta basada en el cumplimiento de un conjunto de suposiciones, las cuales dependen de la manera en que los tratamientos son seleccionados.

Los supuestos básicos de un análisis de varianza son los siguientes:\*

1. Los tratamientos y los efectos ambientales ósea los efectos principales son aditivos.
2. Los términos del error son aleatorios y con distribución normal.
3. Las varianzas y las medias de las distintas submuestras no están correlacionadas.

\* **Steel Robert y Torrie H. James.** Principios y procedimientos Bioestadística. Segunda edición.

\* **Andrés Muños Serrano.** Métodos Biométricos. Edita: Servicios de publicaciones Universidad de Córdoba.



4. Las varianzas de las diferentes medias son homogéneas.

### **Estadístico F para probar Hipótesis: \***

$H_0: \sum \alpha_i = 0$  vs. Los tratamientos ejercen un efecto significativo sobre el rendimiento obtenido.

$H_0: \sum \beta_i = 0$  vs. Las variedades ejercen un efecto significativo sobre el rendimiento obtenido.

$F [ a-1, (r-1)(a-1), \alpha ] < F_c = CMA/CME(a)$ ; Rechazar hipótesis nula.

$F [ b-1, (a-1)(b-1), \alpha ] < F_c = CMB/CME(b)$ ; Rechazar hipótesis nula.

### **Grado de significación P.**

El grado de significación P es la probabilidad de error al rechazar  $H_0$ , cuando más pequeño sea P, más probable será que la hipótesis nula sea falsa. El valor de P esta muy relacionado con el nivel de significación. La diferencia entre ambos es que el nivel de significación se establece a priori, es decir, antes de aplicar la prueba; mientras que el grado de significación se calcula a posteriori, es decir, cuando se conoce el resultado de la prueba de significancia. El valor de P indica la probabilidad de un error calculado al rechazar la hipótesis nula.

La relación entre P y  $\alpha$  es:

Si  $P > \alpha$  se acepta la hipótesis nula.

Si  $P \leq \alpha$  se rechaza la hipótesis nula.

Los paquetes de programas estadísticos calculan el valor de P.

### **Comparación de medias.**

Después que se ha realizado el análisis de varianza y la prueba F resulta ser significativa ósea resulta ser bastante pobre puesto que, si rechazamos la hipótesis nula, lo único que sabemos es que por lo menos un par de medias es diferente pero no sabemos ni cuantas ni cuales; lo usual es investigar donde están las diferencias reales mediante los métodos de comparación de tratamientos.

Existen una serie de métodos de comparaciones de medias. Estas comparaciones pueden ser planeadas(a priori) o a posteriori, de acuerdo a la naturaleza de los tratamientos.

---

\* **Pedroza H.** Fundamentos de la experimentación agrícola. Editorial Arte.



Las comparaciones planeadas o a priori, pueden ser realizadas entre pares de medias, entre grupos de tratamientos y dentro de grupos. Estas comparaciones son planificadas de antemano, antes de obtener los resultados de experimento.

Un caso particular de las comparaciones a priori que tienen un tratamiento específico es el caso de comparar los niveles de un tratamiento con uno que actúa como control. Por otro lado, existe un conjunto de métodos para realizar las comparaciones a posteriori, las cuales reciben el nombre de métodos de comparaciones múltiples. Entre ellos tenemos dms de Fisher, dms de Bonferroni, sheffe, Student-newman-keulls, Duncan, Waler Duncan y Dunnett.\*

Antes de describir el procedimiento que utilizaremos en este estudio es importante señalar que hasta la fecha no existe un criterio unificado de los investigadores y estadísticos sobre cual método es el mejor. Según la bibliografía especializada que se conoce un grupo de investigadores puede preferir un método determinado, el cual puede no ser aceptado por otros. Actualmente existe un grupo de investigadores que aceptan como único método legítimo el de la dms(diferencia mínima significativa) sin restricciones (no requiere que la F global sea significativa), y lo contraponen con el resto de métodos.

Explicaremos a continuación la prueba de Tukey, la cual requiere que la prueba global F sea significativa.

### **Método de Tukey.**

El procedimiento de Tukey hace uso de la amplitud studentizada y es aplicable a pares de medias; necesita de un solo valor para juzgar la significancia de todas las diferencias, todos los pares de medias constituyen una familia y la tasa de error es familiar como lo es el coeficiente de confianza cuando se construyen estimaciones de intervalo de diferencia.

El procedimiento consiste en el cálculo de un valor crítico mediante la siguiente ecuación:

$$W=q\alpha(p, fe) S_y$$

Donde  $q\alpha$  se obtiene de la tabla de amplitud studentizada,  $p=t$  es el número de tratamientos y  $fe$  corresponde a los grados de libertad del error, donde  $S_y$  es la desviación típica con respecto a la media.

El Análisis Multivariante es “ La rama de la estadística que estudia las relaciones entre conjuntos de variables dependientes y los individuos para los cuales se han

---

\* **Montgomery Douglas C.** Diseño y Análisis de Experimentos. Grupo Editorial Iberoamericano. 1991.



medido dichas variables “. Sus métodos analizan conjuntamente varias (p) variables, medidas sobre un conjunto de (n) individuos o objetos.\*

Es la principal utilidad del método conocido como: **Análisis Multivariante** ideado por el Sr. **Ronald Fisher**, Matemático Inglés que contribuyó grandemente al actual desarrollo científico- técnico debido a que el análisis Multivariante es útil en muchas disciplinas del saber humano y en investigaciones que se apliquen las observaciones y experimentaciones.

Este análisis se utiliza para comprobar si existen diferencias significativas entre varios factores, cada uno de ellos con diversos grupos, en base a un conjunto de variables dependientes. Este análisis se puede aplicar a una gran multiplicidad de Diseños Experimentales.

### **Estadístico Lambda de Wilks.**

En 1932 Wilks propuso un estadístico, para realizar contraste en el análisis Multivariante de la varianza( contrastar una serie de grupos en base a un conjunto de variables) denominado Lambda de Wilks denotado por  $\Lambda$  y se define

como el cociente que se obtiene al dividir el determinante de la matriz W y el determinante de la matriz T, así:

$$\Lambda = \frac{|D|}{|T|}$$

La D viene definida por:  $D=S_1 + S_2 + \dots + S_k$ . Siendo cada una de las S la respectiva matriz de suma de cuadrados y productos cruzados intra grupos de cada uno de los dos grupos. T es la matriz de suma de cuadrados y productos cruzados total y sirve para contrastar simultáneamente una serie de grupo sobre la base de un conjunto de variable de tal manera que Lambda de Wilks es una generalización de la T-Hotelling para el caso de mas de dos grupos.

Supuestos del Análisis Multivariante:

**Multinormalidad:** Existen varias pruebas para verificar los supuestos de Multinormalidad, pero no están incorporados en los paquetes estadísticos. Entonces se recurre a la condición necesaria pero no suficiente de que exista

---

\* **Bizquera Alzina, Rafael.** Introducción Conceptual al Análisis Multivariable. Primera Edición, Barcelona, 1989.

\* **Flores Ballesteros, Mercedes.** Análisis Multivariado en el cultivo del maíz de los ciclos agrícolas 1990/91 a 1998/99. Est 378.2F 634a1999.



normalidad multivariada, donde se proba cada una de las variables a nivel univariado donde deberán cumplirse con el supuesto de normalidad, pero no es suficiente, pues aunque cada una de las variables cumplan con este supuesto no podemos afirmar categóricamente que hay normalidad multivariada, pero si comprobaremos que hay normalidad univariada.

**Homogeneidad Multivariada:** Para determinar si la matriz de covarianza es la misma para los distintos grupos se puede usar M-Box, la cual esta incorporada en el paquete estadístico SPSS y que se basa en los determinantes de las matrices de varianza covarianza. Para su interpretación se transforma la M-Box en una F de Fisher y en una Ji-cuadrado. Utilizaremos la significancia F para rechazar o aceptar la hipótesis nula que son iguales a:

$$H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_G$$

$H_1$ : No todas  $\Sigma_g$  son iguales.

**Independencia Multivariada:** Este Test sirve para probar la independencia Multivariante, las hipótesis a cumplir en la matriz de correlación es la siguiente.

$$H_0 : R_p = 1$$

$$H_1 : R_p \neq 1$$

El estadístico para contrastar la hipótesis de esfericidad de Barlett esta basado en la matriz de correlación muestral de los residuos, a la que denominamos R:

Estadístico de Barlett para en contraste de esfericidad.

$$\chi^2_{0.5} (k^2-k) = -[n-1-1/6 (2k+5)] \ln |R|$$

Por lo tanto con este estadístico se pretende determinar si existe o no existe relación significativa entre las variables analizadas, este estadístico esta basado en la matriz de correlación muestral de los residuos, a la que denominaremos  $R_p$ , cuya matriz de correlación poblacional recoge la relación existente entre cada par de variable.

En muchas ocasiones al trabajar con datos reales resulta que los supuestos de Multinormalidad, homocedasticidad, independencia no se cumplen estrictamente, pero hay que tener presente que la violación de los supuestos parametricos no invalida el análisis, ya que estas pruebas suelen ser lo suficientemente robustas como para no verse seriamente afectada por ligeras violaciones de los supuestos. Se considera que en una muestra grande ( $n > 30$ ) los análisis Multivariantes son lo suficientemente robustas, además el MANOVA permite reducir al mínimo la probabilidad de cometer un error al rechazar la hipótesis nula; este análisis tiene dos cualidades los criterios de potencia y robustez el cual hace que esta técnica sea mas eficiente y confiables.



## IV. DISEÑO METODOLOGICO

La finca San Antonio se encuentra ubicada en las extensas planicies de la costa del océano pacifico al noroeste del país, rodeada de tres volcanes: San Cristóbal, Casita y Chonco; se encuentra vinculada estrechamente con la ciudad de Chichigalpa a través de la cual se hace su ingreso; comprende una extensión total de 20,966.39 Mz, incluye planicies con suaves pendientes que contienen llanos costeros y una franja variable de manglares.

El presente trabajo se realizó en el periodo de Noviembre del 2000 a Mayo del 2002 y los datos fueron proporcionados por el Ing. Jaime Vega Correa jefe del departamento de Investigación Agrícola de la empresa Ingenio San Antonio Nicaragua Sugar S.A.

De la información proporcionada para el estudio solo se tomo los datos relacionados al primer corte y segundo corte para cada uno de los plantillos ( Jericó cp-70321, cp-722086, cp-742005, Majada cp-70321, cp-722086, cp-742005, Pellas calibración cp-70321, Pellas variedad cp-70321, cp-722086, cp-742005).

El diseño se realizó de la siguiente forma:

### Jericó

Diseño: Parcelas divididas  
Parcela principal: Dosis de fertilizantes 7  
Subparcela = 3 variedades: cp-70321, cp-722086, cp-742005  
Repeticiones: Cuatro  
Parcelas: 5 surcos por 10 mts = 75 m<sup>2</sup>  
Distancia entre parcela: 1.5 mts  
Parcela útil: 3 surcos por 10 mts = 45 m<sup>2</sup>

Fecha de fertilización con fósforo: 28/ 03/ 00  
Fecha de fertilización con nitrógeno y potasio: 28/ 03/ 00 (35 días)  
Distancia entre bloques: 4 mts  
Tipo de suelo: Arcilloso  
Fecha de siembra: 28/ 03/ 00  
Riego: Gravedad, agua sucia.

### Majada

Diseño: Parcelas divididas  
Parcela principal: Dosis de fertilizantes 7  
Subparcela = 3 variedades: cp-70321, cp-722086, cp-742005  
Repeticiones: Cuatro  
Parcelas: 5 surcos por 10 mts = 75 m<sup>2</sup>  
Distancia entre parcela: 1.5 mts  
Parcela útil: 3 surcos por 10 mts = 45 m<sup>2</sup>

Fecha de fertilización con fósforo: 23/ 03/ 00  
Fecha de fertilización con nitrógeno y potasio: 07/ 05/ 00(45 días)  
Distancia entre bloques: 4 mts  
Tipo de suelo: Arcilloso  
Fecha de siembra: 23/ 03/ 00  
Riego: Gravedad, agua limpia

### Pellas Calibración

Diseño: Parcelas divididas  
Parcela principal: Tres niveles de potasio (0,45 y 90 Kg/Ha)  
Subparcela = Cuatro niveles de nitrógeno (0, 60, 120 y 180 Kg/Ha.)  
Repeticiones: Cuatro  
Parcelas: 5 surcos por 10 mts = 75 m<sup>2</sup>  
Distancia entre parcela: 1.5 mts

Parcela útil: 3 surcos por 10 mts = 45 m<sup>2</sup>  
Fecha de fertilización con fósforo: 12/ 05/ 00  
Fecha de fertilización con nitrógeno y potasio: 11/ 07/ 2000(60 días)  
Distancia entre bloques: 4 mts  
Tipo de suelo: Franco  
Fecha de siembra: 12/ 05/ 00  
Riego: Gravedad, agua limpia.



**Pellas Variedad**

Diseño: Parcelas divididas  
 Parcela principal: Dosis de fertilizante 7  
 Subparcela = 3 variedades: cp-70321, cp-722086, cp-742005  
 Repeticiones: Cuatro  
 Parcelas: 5 surcos por 10 mts = 75 m<sup>2</sup>  
 Distancia entre parcela: 1.5 mts  
 Parcela útil: 3 surcos por 10 mts = 45 m<sup>2</sup>

Fecha de fertilización con fósforo: 09/ 05/ 00  
 Fecha de fertilización con nitrógeno y potasio: 08/ 07/ 00(60 días)  
 Distancia entre bloques: 4 mts  
 Tipo de suelo: Franco  
 Fecha de siembra: 09/ 05/ 00  
 Riego: Gravedad, agua limpia

**Software.**

Para introducir, procesar los datos y codificar los factores se utilizo el programa estadístico SPSS versión 10.0 para Windows, y para el levantado de texto utilizamos Microsoft Word.

**Factores y sus niveles en estudio:**

Factores	Etiqueta de los Factores	Codificación de los Factores
Factor a: Tratamientos	Tratamientos de la caña de azúcar.	1. 0N, 0P, 0K 2. 120N, 120P, 40K 3. 120N, 120P, 80K 4. 120N, 120P, 120K 5. 120N, 120P, 160K 6. 120N, 120P, 200K 7. 120N, 120P, 240K
Factor b: Variedades	Las variedades de la caña de azúcar.	1. cp 72-2086 2. cp 70-321 3. cp 74-2005
Factor a: Nitrógeno	Aplicación de nitrógeno	1. 0N 2. 60N 3. 120N 4. 180N
Factor b: Potasio	Aplicación de potasio	1. 0K 2. 45K 3. 90K
Bloques	Los bloques de las parcelas	1. Bloque 1 2. Bloque 2 3. Bloque 3 4. Bloque 4





**V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

Cuadro 1. Análisis de Varianza de la variable toneladas de caña, Jericó 1.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo Corregido	8411.375	41	205.155	4.414	0.000
Intersección	587462.281	1	587462.281	12639.744	0.000
BLOQUES	158.919	3	52.973	1.578	0.344
TRAT	390.154	6	65.026	1.937	0.238
ERROR(a)	604.228	18	33.568		
VAR	6906.954	2	3453.477	74.304	0.000
VAR*TRAT	351.121	12	29.260	0.630	0.805
ERROR(b)	1952.050	42	46.477		
Total	597825.706	84			
Total corregida	10363.426	83			

Se observa en el cuadro 1 que existe un efecto significativo en general del modelo corregido y la intersección y particularmente en el factor b (variedad), lo que indica que el efecto de las variedades influyen de manera distinta en el rendimiento de la caña de azúcar; no existe un efecto significativo del factor a (tratamiento) con un  $\alpha=0.05$  ( $p > \alpha$ ) y la interacción (var\*tra) lo que indica que influyeron de igual manera en el rendimiento de la caña de azúcar. El error (b) de la subparcela(46.477) es mayor que el error (a) parcela principal(33.568) por lo tanto se puede decir que la parcela principal es más homogénea que la subparcela.

Cuadro 2. Subconjuntos Homogéneos de las variedades.

La variedad de la caña de azúcar del primer corte.	N	Subconjuntos		
		1	2	3
CP70321	28	73.7289		
CP742005	28		81.5168	
CP722086	28			95.6375
Significación		1.000	1.000	1.000

En el cuadro 2 muestra que los tres tipos de variedades forman subconjuntos distintos lo cual indica que las tres variedades responden de manera distinta en el rendimiento de la caña de azúcar.



Cuadro 3. Homogeneidad de varianza con respecto al tratamiento de la caña.

F	gl1	gl2	Sig.
1.598	6	77	0.159

En el cuadro 3 se observa que la prueba F es no significativa en relación con el factor a (tratamiento) lo que indica que cumple con el supuesto de homogeneidad de varianza.

Cuadro 4. Homogeneidad de varianza con respecto a la variedad de la caña

F	gl1	gl2	Sig.
3.145	2	81	0.048

En el cuadro 4 se observa que la prueba F es significativa en relación con el factor b (variedad) lo que indica que no cumple con el supuesto de homogeneidad de varianza.

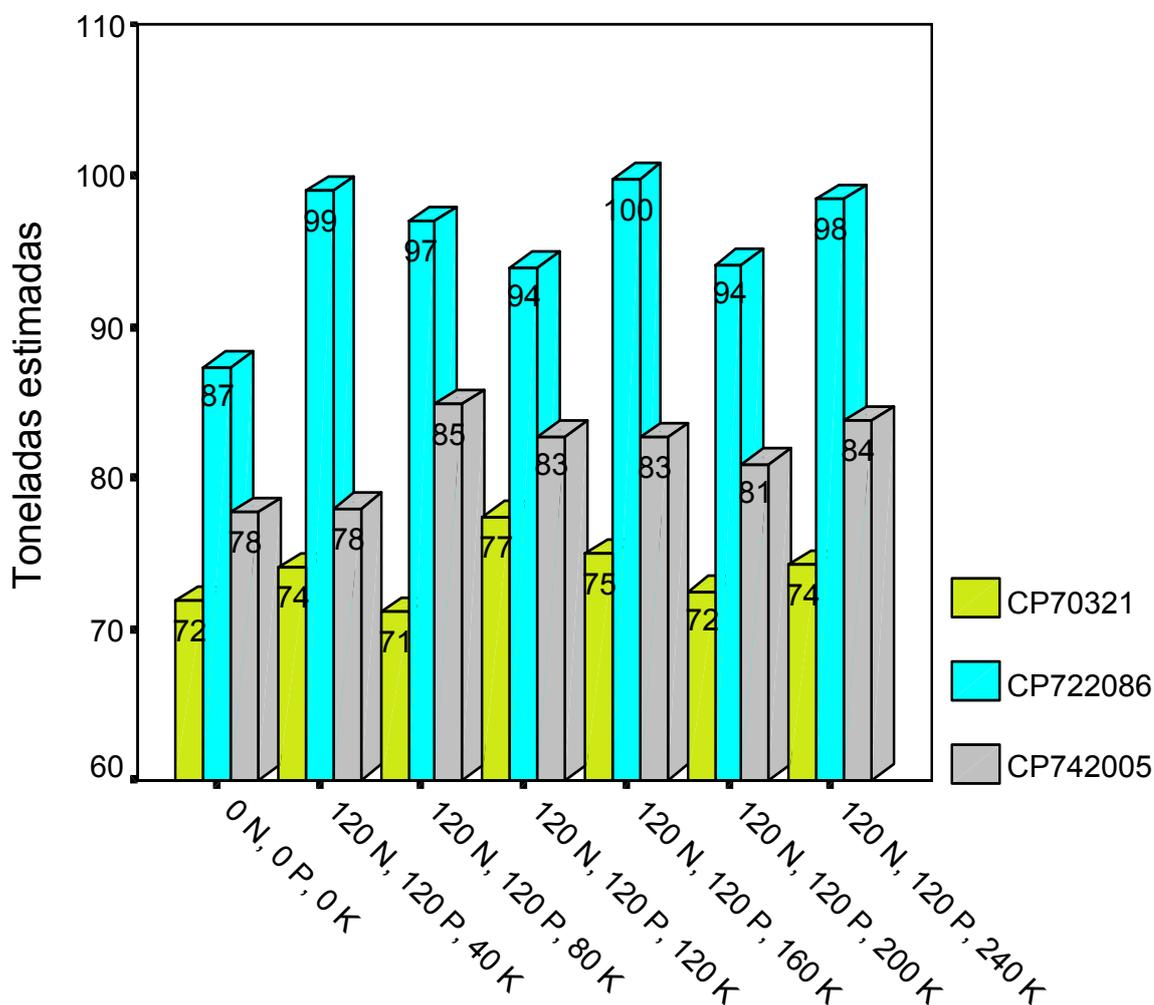


Figura 1. Variedad de la caña de azúcar con respecto al tratamiento Empresa I.S.A Noviembre del 2000 a Mayo del 2001.

La presente figura muestra que el máximo rendimiento de la caña de azúcar se obtiene con la variedad cp722086 en combinación con el tratamiento 120 nitrógeno, 120 fósforo y 160 potasio con 100 T/Mz por el contrario el mínimo rendimiento se obtiene con la variedad cp70321 en combinación con el tratamiento 120 nitrógeno, 120 fósforo y 80 potasio con 71 T/Mz.



Cuadro 5. Análisis de Varianza de la variable tonelada de caña, Jericó 2.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo Corregido	8656.121	41	211.125	1.813	0.029
Intersección	357318.826	1	857318.826	3068.199	0.000
BLOQUES	807.993	3	269.331	2.443	0.090
TRAT	1303.137	6	217.190	1.970	0.110
ERROR(a)	1984.049	18	110.225		
VAR	2480.410	2	1240.205	10.649	0.000
VAR*TRAT	2080.532	12	173.378	1.489	0.167
ERROR(b)	4891.270	42	116.459		
Total	370866.218	84			
Total corregida	13547.391	83			

En el cuadro 5 se muestra que existe un efecto significativo en general del modelo corregido y la intersección y particularmente en el factor b (variedad), lo que indica que el efecto de las variedades influye de manera distinta el rendimiento de la caña de azúcar; el error (b) de la subparcela variedad (116.459) es mayor que el error (a) de la parcela principal tratamiento (110.225) esto quiere decir que la parcela principal era más homogénea.

Cuadro 6. Subconjuntos Homogéneos de las variedades.

La variedad de la caña de azúcar del segundo corte.	N	Subconjunto	
		1	2
CP70321	28	59.5188	
CP742005	28	63.6107	
CP722086	28		72.5339
Significación		0.341	1.000

En el cuadro 6 se observan dos subconjuntos homogéneos lo que indica que las variedades cp70321 y cp742005 influyen de igual manera en el rendimiento de la caña y la variedad cp722086 influye de manera distinta en el rendimiento de la caña a las dos anteriores.



Cuadro 7. Prueba de homogeneidad de varianza con respecto al tratamiento.

F	gl1	gl2	Sig.
0.770	6	77	0.595

Se observa que la prueba F no es significativa con relación al factor a (tratamiento) esto indica que cumple con el supuesto de homogeneidad de varianza.

Cuadro 8. Prueba de homogeneidad de varianza con respecto a la variedad.

F	gl1	gl2	Sig.
1.967	2	81	0.146

Se observa que la prueba F es no significativa con relación al factor b (variedad) esto indica que la variedad cumple con el supuesto de homogeneidad de varianza.

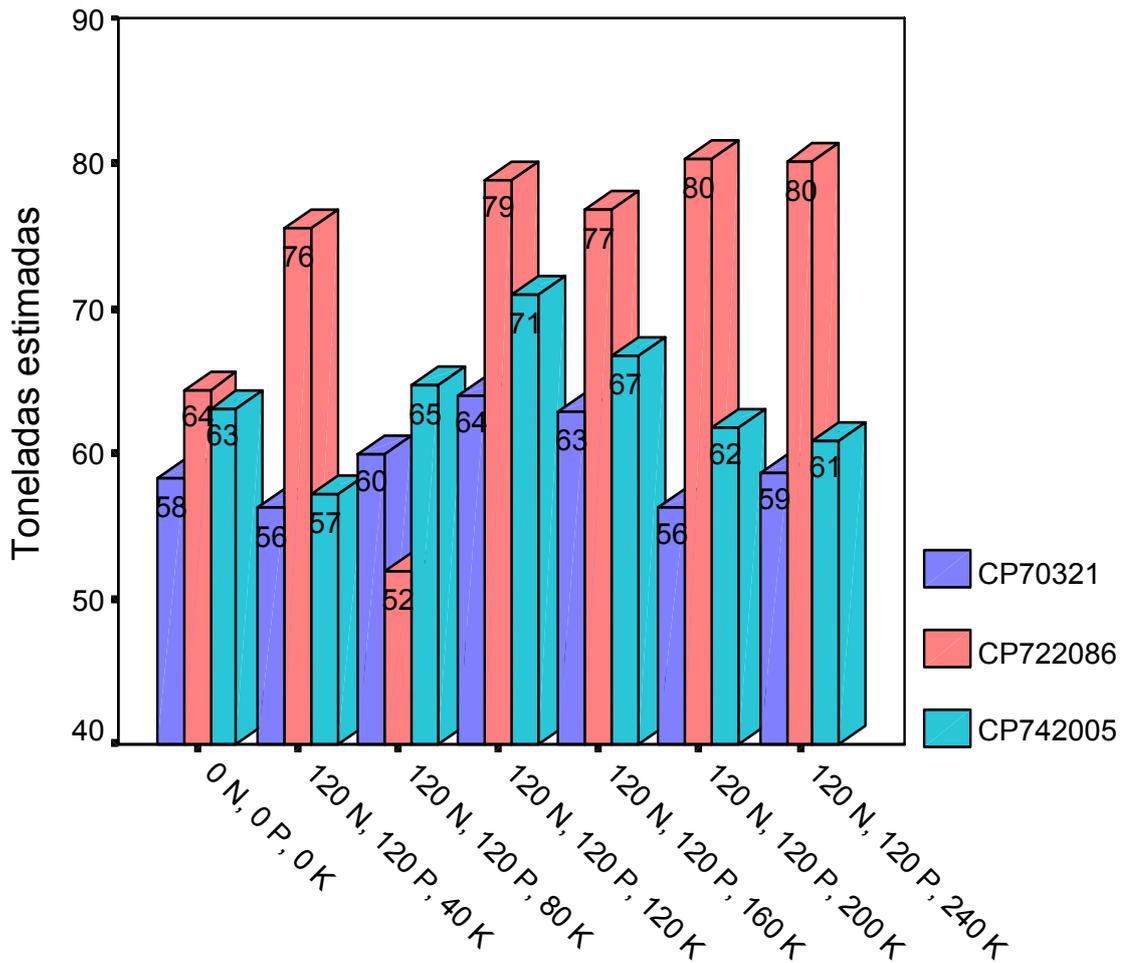


Figura 2. Las variedades de la caña de azúcar con relación al tratamiento.  
 Empresa I.S.A. Noviembre del 2001 a Mayo del 2002.

Se observa que el máximo rendimiento se obtiene con la variedad cp722086 en combinación con el tratamiento 120 Nitrógeno, 120 Fósforo, 160, 200 Potasio que produce 80 T/Mz. por el contrario el mínimo rendimiento se obtiene con la misma variedad cp722086 pero en relación con el tratamiento 120 Nitrógeno, 120 Fósforo, 80 Potasio con 52 T/Mz.



Cuadro 9. Análisis de Varianza de la variable tonelada de Majada 1.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo Corregido	19582.735	41	477.628	3.164	0.000
Intersección	986177.863	1	986177.863	6532.529	0.000
BLOQUES	1206.516	3	402.172	2.851	0.060
TRAT	12133.725	6	2022.287	14.335	0.000
ERROR(a)	2539.330	18	141.074		
VAR	946.476	2	473.238	3.135	0.054
VAR*TRAT	2756.688	12	229.724	1.522	0.155
ERROR(b)	6340.496	42	150.964		
Total	012101.094	84			
Total corregida	25923.231	83			

El cuadro 9 muestra que existe un efecto significativo en general del modelo corregido y la intersección y particularmente en el factor a (tratamiento) es decir que el efecto de los tratamientos influye de manera distinta en el rendimiento de la caña de azúcar, no existe un efecto significativo de los bloques, el factor b (variedad) a un nivel de significación del 5%. El error (b) de la subparcela Variedad (150.964) es mayor que el error (a) de la parcela principal tratamiento (141.074) es decir que la parcela principal es más homogénea que la subparcela.

Cuadro 10. Subconjuntos Homogéneos de los tratamientos.

Tratamiento de la caña de azúcar del primer corte.	N	Subconjunto		
		1	2	3
0N, 0P, 0K.	12	85.2983		
40N, 120P, 150K	12	96.8233	96.8233	
120N, 120P, 150K	12		110.9642	110.9642
80N, 120P, 150K	12		111.38	111.38
200N, 120P, 150K	12			114.8225
240N, 120P, 150K	12			115.3242
160N, 120P, 150K	12			123.8533
Significación		0.269	0.079	0.162



En el presente cuadro forma tres subconjuntos homogéneos, el primer grupo lo forman los tratamientos 1 y 2, el segundo grupo el 2, 3 y 4 y el tercer grupo lo forman el 3, 4, 5, 6 y 7 lo que indica que cada uno de los tres grupos influyen de manera distinta en la producción de la caña de azúcar.

Cuadro 11. Prueba de Homogeneidad de varianza con respecto al tratamiento.

F	gl1	gl2	Sig.
1.221	6	77	0.305

El presente cuadro muestra que la prueba F es no significativa con relación al factor a (tratamiento) con un valor de (0.305) entonces decimos que cumple con el supuesto de homogeneidad de varianza.

Cuadro 12. Prueba de Homogeneidad de varianza con respecto a las variedades.

F	gl1	gl2	Sig.
0.252	2	81	0.778

El presente cuadro muestra que la prueba F es no significativa con respecto a la variedad entonces decimos que cumple con el supuesto de homogeneidad de varianza.

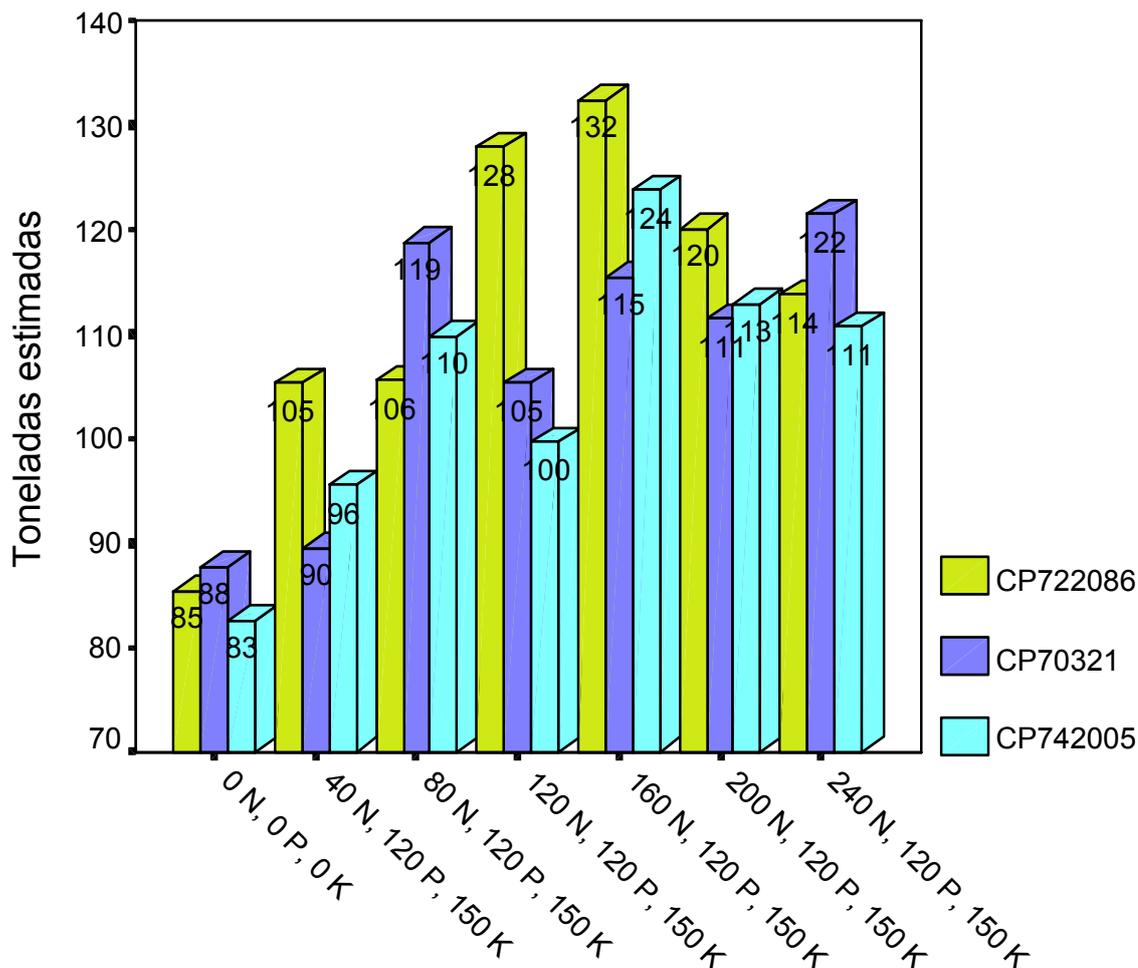


Figura 3. Variedades de la caña de azúcar con respecto a los tratamientos. Empresa I.S.A. Noviembre del 2000 a Mayo del 2001.

Se puede observar mediante este grafico que el mayor rendimiento de la caña de azúcar se da en la variedad cp722086 en combinación con el tratamiento 160 Nitrógeno, 120 Fósforo, 150 Potasio con 132 T/Mz y al contrario el mínimo rendimiento se da en la variedad cp742005 con relación a los tratamientos 0 Nitrógeno, 0 Fósforo, 0 Potasio con 83 T/Mz.



Cuadro 13. Análisis de Varianza de la variable tonelada Majada 2.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo Corregido	7044.422	41	171.815	1.412	0.135
Intersección	385288.880	1	885288.880	3165.652	0.000
BLOQUES	873.474	3	291.158	1.542	0.082
TRAT	506.793	6	84.466	0.447	0.656
ERROR(a)	3398.460	18	188.803		
VAR	1387.025	2	693.512	5.698	0.006
VAR*TRAT	878.670	12	73.223	0.602	0.828
ERROR(b)	5111.785	42	121.709		
Total	397445.087	84			
Total corregida	12156.207	83			

En el cuadro siguiente observamos que existe un efecto significativo en la interacción y en el factor b (variedad), esto quiere decir que las variedades influyen de manera distintas en la producción de la caña de azúcar, no existe un efecto significativo de los bloques, del factor a (tratamiento) del modelo corregido e interacción(tra\*var) entonces decimos que influyen de igual manera en el rendimiento de la caña de azúcar. El error (b) de la subparcela variedad (121.709) es menor que el error (a) de la parcela principal tratamiento (188.803) esto indica que la subparcela es más homogénea que la parcela principal.

Cuadro 14. Subconjuntos Homogéneos de las variedades.

La variedad de la caña de azúcar del segundo corte.	N	Subconjunto	
		1	2
CP722086	28	63.2864	
CP742005	28	66.7850	66.7850
CP70321	28		73.1057
Significación		0.468	0.093

El presente cuadro muestra que forma dos subconjuntos el primero lo forman las variedades cp722086, cp742005, y el segundo grupo lo forman cp742005, cp70321 lo que indica que estos subconjuntos interactúan de manera diferentes, pero cada uno de ellos son iguales.



Cuadro 15. Prueba de homogeneidad de varianza para los tratamientos.

F	gl1	gl2	Sig.
0.693	6	77	0.656

Se observa en el cuadro 15 que la prueba F no es significativa con relación al factor a (tratamientos) entonces decimos que cumple con el supuesto de homogeneidad de varianza.

Cuadro 16. Prueba de homogeneidad de varianza para las variedades.

F	gl1	gl2	Sig.
0.266	2	81	0.767

En el presente cuadro observamos que la prueba F no es significativa con respecto a las variedades entonces decimos que cumplen con el supuesto de homogeneidad de varianza.

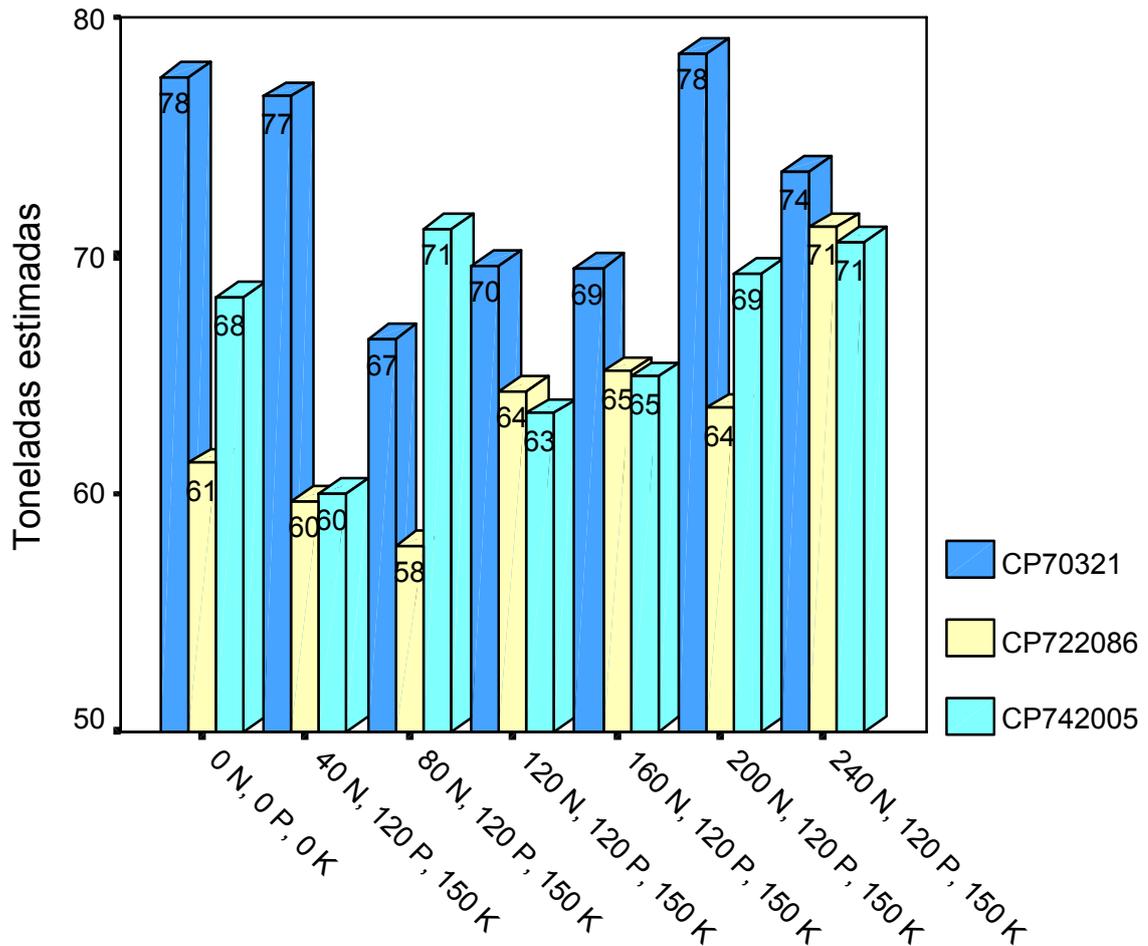


Figura 4. La variedad de la caña de azúcar con respecto a los tratamientos.  
 Empresa I.S.A. Noviembre del 2001 a Mayo del 2002.

El mayor rendimiento de la caña de azúcar se da con la variedad cp70321 en combinación con el tratamiento 0, 200 Nitrógeno, 0, 120 Fósforo, 0, 150 Potasio con 78 T/Mz y el menor rendimiento se da con la variedad cp722086 en combinación con los tratamientos 80 Nitrógeno, 120 Fósforo, 150 Potasio con 58 T/Mz.



Cuadro 17. Análisis de Varianza de la variable toneladas de caña Pellas Vari. 1.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo Corregido	22585.373	41	550.863	2.733	0.001
Intersección	1016147.016	1	1016147.0	5041.766	0.000
BLOQUES	6028.452	3	2009.484	7.179	0.000
TRAT	651.139	6	108.523	0.388	0.776
ERROR(a)	5038.173	18	279.899		
VAR	8408.101	2	4204.051	20.859	0.000
VAR*TRAT	2459.507	12	204.959	1.017	0.451
ERROR(b)	8464.925	42	201.546		
Total	1047197.313	84			
Total corregida	31050.298	83			

El cuadro 17 muestra que en un 95% de confianza  $\alpha=0.05$  que existe un efecto significativo en general del modelo corregido, la interacción, los bloques y el factor b (variedad); y no existe un efecto significativo en el factor a (tratamiento), la interacción (trat\*var); el error(b) de la subparcela variedad (201.546) es menor que la parcela principal tratamiento (279.899) esto indica que la subparcela es más homogénea que la parcela principal.

Cuadro 18. Subconjuntos Homogéneos con respecto a las variedades.

La variedad de la caña de azúcar del primer corte.	N	Subconjuntos		
		1	2	3
CP742005	28	97.1132		
CP70321	28		111.3379	
CP722086	28			121.5079
Significación		1.000	1.000	1.000

Podemos observar en el cuadro 18 que se forman tres subconjuntos con respecto a las variedades entonces decimos que son diferentes pero interactúan de igual manera en el rendimiento de la caña de azúcar.



Cuadro 19. Prueba de Homogeneidad de varianza para los tratamientos.

F	gl1	gl2	Sig.
0.820	6	77	0.558

En el cuadro 19 vemos que la prueba F es no significativa entonces decimos que cumple con el supuesto de homogeneidad de varianza de que los tratamientos son iguales en todos los grupos.

Cuadro 20. Prueba de Homogeneidad de varianza para las variedades.

F	gl1	gl2	Sig.
0.244	2	81	0.784

Se muestra en el presente cuadro que la prueba F es no significativa entonces se dice que cumple con el supuesto de homogeneidad de varianza de que todos los grupos son iguales.

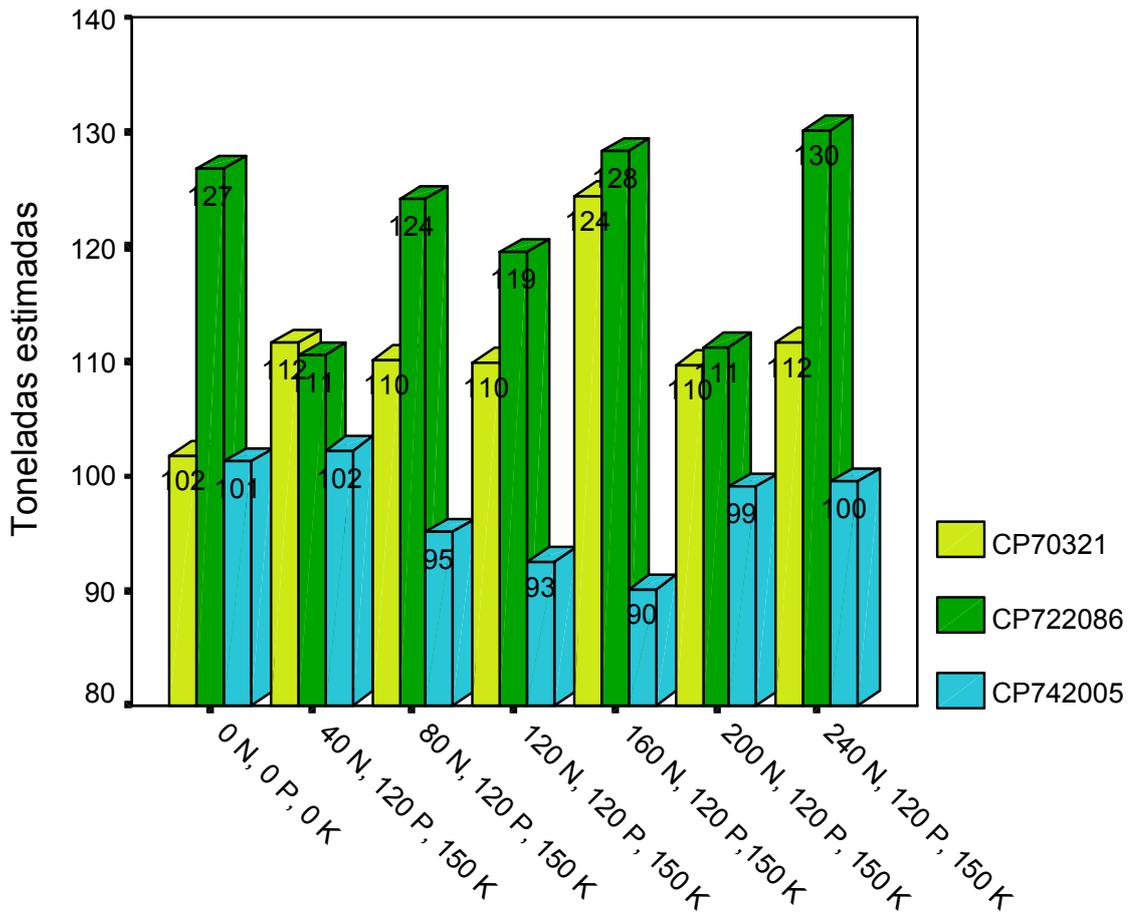


Figura 5. Variedades de la caña de azúcar en relación con los tratamientos.  
 Empresa I.S.A. Noviembre del 2000 a Mayo del 2001.

Se muestra que el mayor rendimiento se da en la variedad cp722086 en relación con los tratamientos 240 Nitrógeno, 120 Fósforo, 150 Potasio con 130 T/Mz, y el mínimo rendimiento se da en la variedad cp742005 con los tratamientos 160 Nitrógeno, 120 Fósforo, 150 Potasio con 90 T/Mz.



Cuadro 21. Análisis de Varianza de la variable tonelada de caña, Pellas Vari. 2.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo Corregido	8886.111	41	216.734	0.904	0.626
Intersección	837985.210	1	837985.210	3496.677	0.000
BLOQUES	315.229	3	105.076	0.392	0.727
TRAT	1235.918	6	205.986	0.768	0.532
ERROR(a)	4830.599	18	268.367		
VAR	1317.661	2	658.831	2.749	0.076
VAR*TRAT	1186.703	12	98.892	0.413	0.950
ERROR(b)	10065.379	42	239.652		
Total	856936.699	84			
Total corregida	18951.489	83			

El presente cuadro muestra que existe un efecto significativo de la intersección, pero no en el modelo corregido, los bloques, el factor(a) tratamiento, el factor(b) variedad e interacción de (var\*tra) esto indica que influye de igual manera en la producción de la caña de azúcar. El error de la subparcela variedad (239.652) es menor de la parcela principal tratamiento (268.367) entonces decimos que la subparcela es más homogénea.

Cuadro 22. Prueba de homogeneidad de varianza con relación a los tratamientos.

F	gl1	gl2	Sig.
0.934	6	77	0.475

El presente cuadro muestra que no es significativa la prueba lo que indica que el tratamiento cumplen con el supuesto de homogeneidad de varianza.

Cuadro 23. Prueba de homogeneidad de varianza con relación a las variedades.

F	gl1	gl2	Sig.
0.710	2	81	0.494

Como podemos observar la variedad es no significativa ósea que cumple con el supuesto de homogeneidad de varianza.

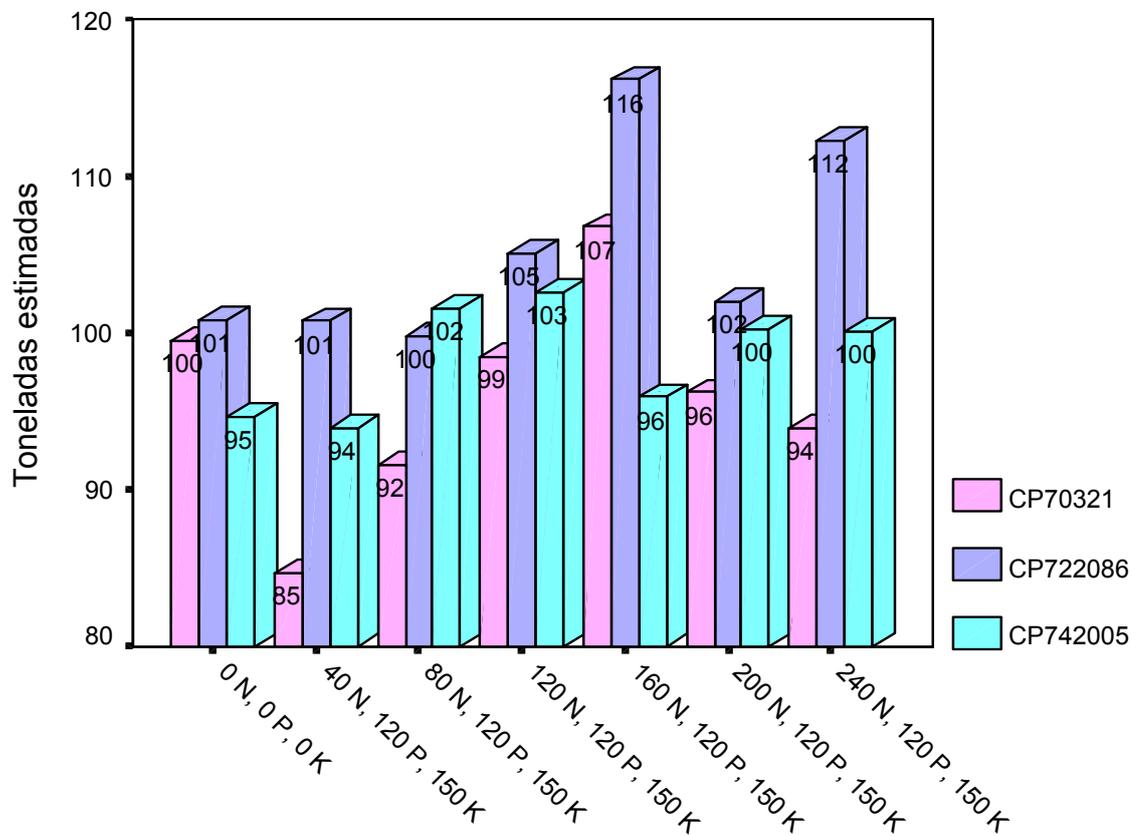


Figura 6. Las variedades de la caña en relación con el tratamiento.  
 Empresa I.S.A. Noviembre del 2001 a Mayo del 2002.

Podemos ver que el mayor rendimiento se obtiene con la variedad cp722086 en relación con los tratamientos 160 Nitrógeno, 120 Fósforo, 150 Potasio con 116 T/Mz, y el mínimo rendimiento lo da la variedad cp70321 en relación con los tratamientos 40 Nitrógeno, 120 Fósforo, 150 Potasio con 85 T/Mz.



Cuadro 24. Análisis de varianza de la variable tonelada de caña pellas Cali-1.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo Corregido	1469.006	23	63.870	2.409	0.019
Intersección	449829.602	1	449829.602	6965.678	0.000
BLOQUES	685.148	3	228.383	6.172	0.000
NITROGEN	228.960	3	76.320	2.062	0.057
ERROR(a)	333.055	9	37.006		
POTASIO	154.957	2	77.479	2.922	0.073
POTASIO*NITROG	66.886	6	11.148	0.420	0.858
ERROR(b)	636.338	24	26.514		
Total	451934.946	48			
Total corregida	2105.344	47			

El presente cuadro muestra que con un 95% de confianza existe un efecto significativo en general del modelo corregido, la intersección y los bloques pero no existe un efecto significativo del factor a (Nitrógeno), factor b (Potasio) e interacción (nitrógeno \* potasio); además el error(b) 26.514 es menor que el error(a) 37.006.

Cuadro 25. Prueba de homogeneidad de varianza en relación con el Nitrógeno.

F	gl1	gl2	Sig.
0.574	3	44	0.635

En relación con el factor(a) nitrógeno se observa que no es significativo entonces decimos que cumple con el supuesto de homogeneidad de varianza.

Cuadro 26. Prueba de homogeneidad de varianza con relación al potasio.

F	gl1	gl2	Sig.
0.742	2	45	0.482

En relación con el factor(b) potasio se observa que no es significativo entonces decimos que cumple con el supuesto de homogeneidad de varianza.

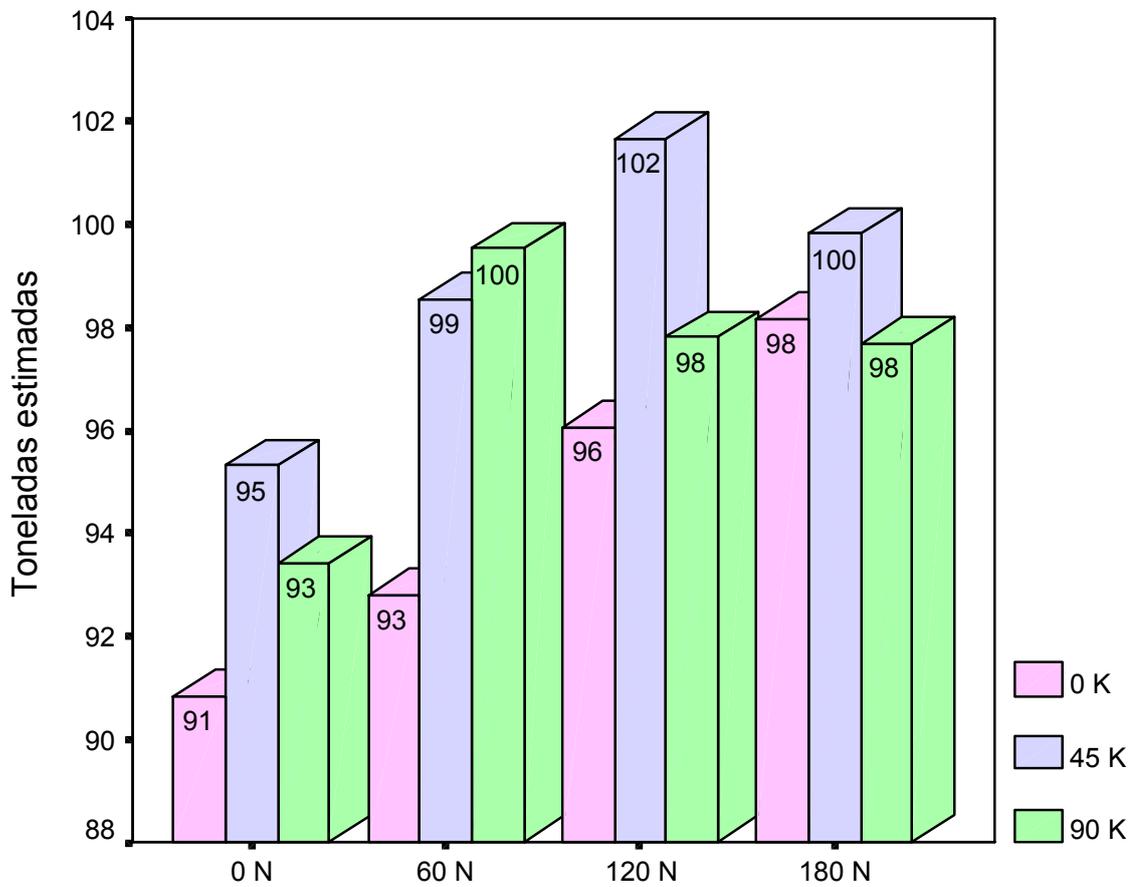


Figura 7. Aplicación del Nitrógeno en la caña de azúcar con relación a la Aplicación del Potasio.  
 Empresa I.S.A. Noviembre del 2000 a Mayo del 2001.

Podemos ver en la presente figura que el mejor rendimiento de la caña fue con la aplicación 45 de potasio en relación con la aplicación del 120 de nitrógeno con 102 T/Mz y el de menor rendimiento fue la aplicación del 0 de potasio con la aplicación del 0 de nitrógeno con 91 T/Mz.



Cuadro 27. Análisis de varianza con relación a la variable toneladas pellas Cali-2.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo Corregido	8998.859	23	391.255	1.477	0.175
Intersección	329398.349	1	329398.349	1243.496	0.000
BLOQUES	1358.904	3	452.968	0.715	0.192
NITROGEN	291.830	3	97.277	0.154	0.777
ERROR(a)	5700.183	9	633.354		
POTASIO	849.533	2	424.767	1.604	0.222
POTASIO*NITROG	798.408	6	133.068	0.502	0.800
ERROR(b)	6357.528	24	264.897		
Total	344754.736	48			
Total corregida	15356.387	47			

El presente cuadro muestra que existe un efecto significativo en la intersección pero no en el modelo corregido, bloques, factor(a) aplicación del nitrógeno factor(b) con relación a la aplicación del potasio, e interacción de ambos lo que indica que influyen de igual manera en el rendimiento de la caña de azúcar. Además el error(b) 264.897 es menor que el error(a) 633.354 entonces decimos que la subparcela es mas homogénea que la parcela principal.

Cuadro 28. Prueba de homogeneidad de varianza con relación al nitrógeno.

F	gl1	gl2	Sig.
3.323	3	44	0.028

Con respecto a la aplicación del nitrógeno es significativa esto indica que no cumple con el supuesto de homogeneidad de varianza.

Cuadro 29. Prueba de homogeneidad de varianza en relación con el potasio.

F	gl1	gl2	Sig.
2.109	2	45	0.133

Con respecto a la aplicación del potasio es no significativo entonces decimos que cumple con el supuesto de homogeneidad de varianza.

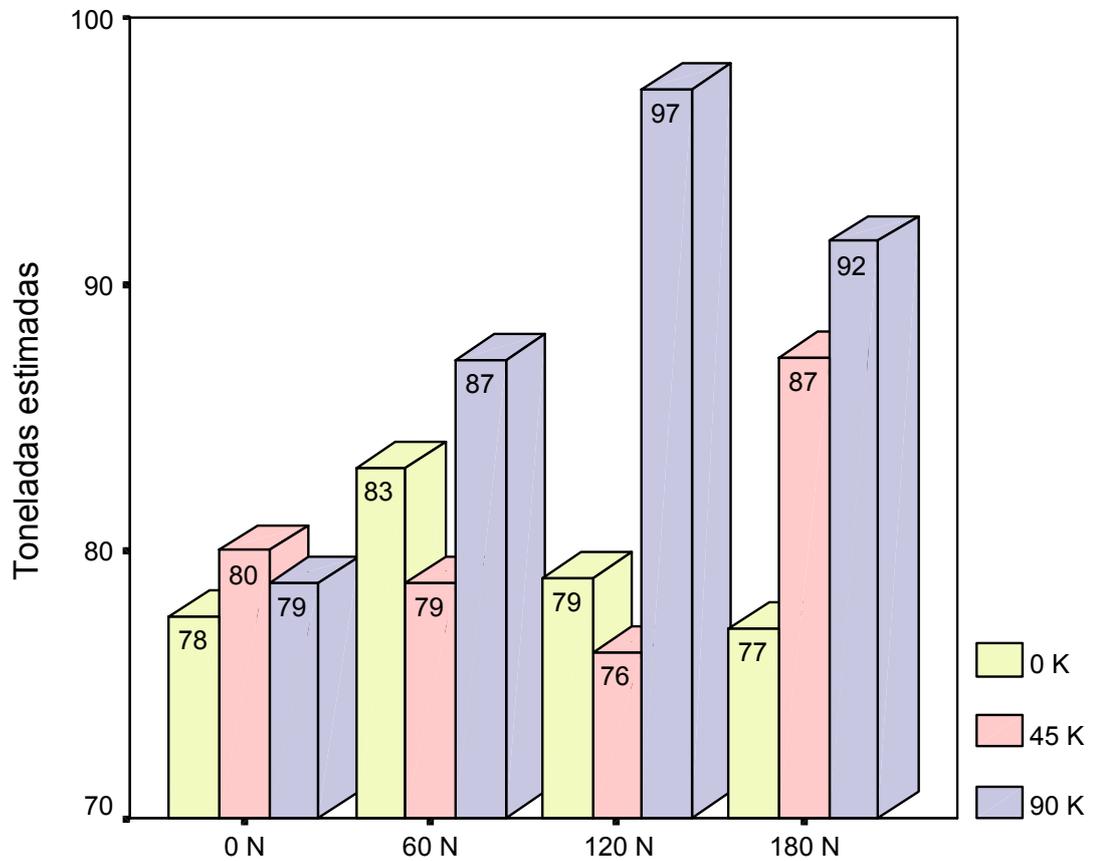


Figura 8. Variedades de la caña de azúcar con relación a los tratamientos.  
 Empresa I.S.A. Noviembre del 2001 a Mayo del 2002.

En esta figura vemos que el mayor rendimiento de la caña de azúcar con respecto a la variedad cp70321 la máxima aplicación fue 90 potasio en relación con la aplicación de 120 de nitrógeno con 97 T/Mz y el mínimo fue con 45 de potasio con la aplicación de 120 nitrógeno con 76 T/Mz.



Cuadro 30. Contrastes Multivariante del Tratamiento, Majada.

Estadístico	Valor	F	Sig.
Pillai	0.551	4.881	0.000
Wilks	0.480	5.617	0.000
Hotelling	1.019	6.368	0.000
Roy	0.951	12.205	0.000

Para contrastar que si los promedios de las siete dosis de tratamientos son iguales o que si algunas de ellas es diferente con relación a las demás el estadístico Wilks brinda una significación del  $\alpha=0.000$  la que hace rechazar la hipótesis nula y decimos que los tratamientos son diferentes.

Cuadro 31. Contrastes Multivariante de las variedades, Majada.

Estadístico	Valor	F	Sig.
Pillai	0.097	2.053	0.089
Wilks	0.904	2.067	0.088
Hotelling	0.105	2.079	0.086
Roy	0.098	3.961	0.023

Se contrasta que las tres variedades de la caña de azúcar son iguales o diferentes. El estadístico Lambda de Wilks brinda una significación de  $\alpha=0.05$  con lo que muestra que no hay suficiente argumento para rechazar  $H_0$  (Hipótesis Nula) decimos entonces que las variedades son iguales.

Cuadro 32. contrastes Multivariante del Tratamiento, Jericó.

Estadístico	Valor	F	Sig.
Pillai	0.133	0.917	0.531
Wilks	0.870	0.913	0.535
Hotelling	0.145	0.909	0.539
Roy	0.109	1.403	0.224



Para contrastar que si los promedios de los siete tratamientos son iguales o que si algunos de ellos son diferentes en relación con los demás, el estadístico Wilks brinda una significación de  $\alpha=0.05$  la que hace no rechazar la hipótesis nula y decimos que los tratamientos son iguales.

Cuadro 33. Contrastes Multivariante de las Variedades, Jericó

Estadístico	Valor	F	Sig.
Pillai	0.681	20.891	0.000
Wilks	0.320	30.792	0.000
Hotelling	2.127	42.004	0.000
Roy	2.126	86.118	0.000

Podemos observar en el cuadro 35 que el estadístico Wilks nos da una significación de  $\alpha=0.000$  la que hace rechazar la hipótesis nula y decimos que las tres variedades de la caña de azúcar son diferentes.

Cuadro 34. Contraste Multivariante del Tratamiento, Pellas Variedad.

Estadístico	Valor	F	Sig.
Pillai	0.081	0.538	0.887
Wilks	0.920	0.536	0.888
Hotelling	0.085	0.534	0.890
Roy	0.071	0.917	0.487

Como podemos observar el estadístico Wilks brinda una significación del  $\alpha=0.888$  entonces no se rechaza la hipótesis nula y decimos que los tratamientos son iguales en la producción de la caña.



Cuadro 35. Contraste Multivariante de la variedad, Pellas Variedad.

Estadístico	Valor	F	Sig.
Pillai	0.318	7.653	0.000
Wilks	0.694	8.020	0.000
Hotelling	0.424	8.379	0.000
Roy	0.380	15.377	0.000

Para contrastar que si las variedades son iguales o que si algunas de ellas es diferente con relación a las demás el estadístico Wilks brinda una significación  $\alpha=0.000$  lo que hace rechazar la hipótesis nula y decimos que la variedad de la caña son diferentes.

Cuadro 36. Prueba M-Box sobre la igualdad de las matrices de varianzas covarianzas.

	Análisis de los Tratamientos		
	Majada	Jericó	Pellas Variedad
M-Box	12.416	21.823	14.070
F	0.638	3.507	0.722
g/1	18	6	18
g/2	25681.765	163520.300	25681.765
Sig.	0.873	0.002	0.790

Para verificar el supuesto de homogeneidad es decir que las matrices de varianza covarianza son iguales se constato la hipótesis por medio de la prueba M-Box. De acuerdo al presente cuadro existe heterocedasticidad Multivariante solo para el plantillo Jericó entonces decimos que no todos los tratamientos son iguales y homogeneidad de varianza para los plantillos Majada y Pellas Variedad.



Cuadro 37. Prueba M-Box sobre la igualdad de las matrices de varianza covarianza.

	Análisis de las Variedades		
	Majada	Jericó	Pellas Variedad
M-Box	2.865	21.823	1.503
F	0.460	3.507	0.242
g/1	6	6	6
g/2	163520.300	163520.300	163520.300
Sig.	0.838	0.002	0.963

Como podemos ver en el presente cuadro al verificar el supuesto de homogeneidad de varianza existe heterocedasticidad Multivariante solo para el plantillo Jericó con respecto a la variedad; los otros dos plantillos son homocedasticas o sea iguales.

Cuadro 38. Prueba de Esfericidad de Barlett.

	Análisis de los Tratamientos		
	Majada	Jericó	Pellas Variedad
Razón de Verosimilitud	0.947	0.001	0.010
Chi-cuadrada Aprox.	1.456	13.450	8.377
gl	2.000	2.000	2.000
Sig.	0.481	0.001	0.015

Para determinar si las variables de nuestro estudio están relacionadas entre sí, se constato la hipótesis por medio del Test de esfericidad de Barlett. Podemos decir que existe una relación entre los tratamientos de los plantillos Jericó y Pellas Variedad lo que demuestra que rechazamos la hipótesis nula, pero no con el plantillo Majada.



Cuadro 39. Prueba de Esfericidad de Barlett.

	Análisis de las Variedades		
	Majada	Jericó	Pellas Variedad
Razón de Verosimilitud	0.001	0.000	0.211
Chi-cuadrada Aprox.	12.641	26.225	2.966
gl	2.000	2.000	2.000
Sig.	0.002	0.000	0.224

Considerando las variables que si están o no relacionadas entre sí podemos afirmar por medio del estadístico de Barlett que existe una relación entre las variedades de los plantillos Majada y Jericó lo que demuestra que rechazamos la hipótesis nula, pero no el plantillo Pellas Variedad.



## VI. CONCLUSION

- ✓ En los diferentes números de corte las variedades de caña de azúcar son distintas siendo la variedad cp-722086 con el tratamiento 160N, 120P, 150K en la que se obtuvo mayor tonelaje de caña de azúcar 132 Ton/mz en el primer corte del plantillo Majada, y con la misma variedad con el tratamiento 120N, 120P, 80K se obtuvo una producción mínima de 52 Ton/mz en el segundo corte del plantillo Jericó.
  
- ✓ La variedad cp-70321 y la variedad cp-742005 son las que influyen en menor proporción en las toneladas de caña de azúcar.
  
- ✓ La dosis máxima de potasio y nitrógeno (Pellas Calibración cp-70321) para un primer corte es de 45K-120N con 102 Ton/mz y para un segundo corte es de 90K-120N con 97 Ton/mz.
  
- ✓ Se encontró normalidad univariante en todos los datos en estudio.
  
- ✓ Hay presencia de heterocedasticidad en el plantillo Jericó con respecto a la variedad de la caña de azúcar y tratamiento y se comprobó que no todos los plantillos(Majada, Jericó, Pellas Variedad) en estudio están relacionadas entre si.



## VII. RECOMENDACIONES

- Considero recomendable que se continúen realizando este tipo de estudio sin dejar desapercibidas ningunas de las variedades de la caña de azúcar con el fin de saber que variedad responde mejor a los tratamientos y obtener una mejor producción.
  
- De acuerdo a los resultados obtenidos considero que se debería hacer un estudio mas detallado con las variedades de la caña de azúcar cp-70321 y cp-742086 con el fin de ver porque producen menor tonelaje de caña de azúcar.
  
- Es conveniente que los estudiantes de estadística realicen sus practicas profesionales en empresas donde les brinden la oportunidad de realizar sus trabajos monográficos.



## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. **Bernard Ostle.** Estadística Aplicada, técnicas de la estadística moderna. Editorial Limusa S.A. 1983.
2. **Thomas M. Little, F. Hills Jackson.** Métodos Estadísticos para la investigación en la agricultura. Editorial trillas.1976.
3. **Luis Lizasoain, Luis Joaristi.** SPSS para Windows, versión 8 en castellano. Editorial Paraninfo. 1999.
4. **George W. Esnedecor y William G. Cochran.** Métodos Estadísticos. Primera publicación. 1971.
5. **Cochran G. Y Cox M.** Diseños Experimentales. Editorial Trillas México, 1980.
6. **Steel Robert y Torrie H. James.** Principios y procedimientos Bioestadística. Segunda edición.
7. **Pedroza H.** Fundamentos de la experimentación agrícola. Editorial Arte.
8. **Thomas H. Wonnacott, Ronald J. Wonnacott.** Fundamentos de estadística para la administración y economía. Editorial Limusa. 1993.
9. Manual SPSS versión 10.0.
10. **Andrés Muñoz Serrano.** Métodos Biométricos. Edita: Servicios de publicaciones Universidad de Córdoba.
11. **Montgomery Douglas C.** Diseño y Análisis de Experimentos. Grupo Editorial Iberoamericano. 1991.
12. [http:// www.portalagrario.gob.pe/azucar\\_prod](http://www.portalagrario.gob.pe/azucar_prod).
13. [http:// www.nicaraguasugar.com/empresa.num](http://www.nicaraguasugar.com/empresa.num).
14. **Bisquera Alzina, Rafael.** Introducción Conceptual al Análisis Multivariable. Primera Edición, Barcelona, 1989.
15. **Flores Ballesteros, Mercedes.** Análisis Multivariado en el cultivo del maíz de los ciclos agrícolas 1990/91 a 1998/99. Est 378.2F 634a1999.
16. **Almendarez García, Juan.** Aplicación de diseño Aleatorizado por bloques completo a la producción de caja de banano por hectárea en la finca El Cardon. Est 378.2 A 448 a 2000.